



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS e MATEMÁTICA

ITALO LUAN LOPES NUNES

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA: mapeamento da
produção científica e proposição de *framework* teórico-metodológico**

Caruaru

2023

ITALO LUAN LOPES NUNES

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA: mapeamento da
produção científica e proposição de *framework* teórico-metodológico**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. José Dilson Beserra Cavalcanti

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Katia Maria de Medeiros

Caruaru

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

N972r Nunes, Italo Luan Lopes.
Robótica educacional no ensino de matemática: mapeamento da produção científica e proposição de *framework* teórico-metodológico. / Italo Luan Lope Nunes. – 2023.
142 f.; il.: 30 cm.

Orientador: José Dilson Beserra Cavalcanti.
Coorientadora: Katia Maria de Medeiros.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciência e Matemática, 2023.
Inclui Referências.

1. Mapeamentos (Matemática). 2. Robótica. 3. Inovações educacionais. 4. Pesquisa educacional. 5. Solução de problemas. 6. Matemática – Estudo e ensino.
I. Cavalcanti, José Dilson Beserra (Orientador). II. Medeiros, Katia Maria de (Coorientadora). III. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2023-007)

ITALO LUAN LOPES NUNES

ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA: mapeamento da produção científica e proposição de *framework* teórico-metodológico

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, como requisito para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática. Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em: 15 / 02 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Dilson Beserra Cavalcanti (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Augusto César Lima Moreira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Marcilio Ferreira dos Santos (Examinador Externo)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

"Amarás o Senhor teu Deus de todo o teu coração[...]". (A BÍBLIA, N. T., Lucas, 10:27).

AGRADECIMENTOS

Durante a escrita desta dissertação pude entender mais profundamente a relação da persistência com a capacidade de aprimoramento, visto que em diversos momentos foi necessário se manter focado num propósito mesmo quando a probabilidade parece não estar a favor. Isso me faz refletir sobre a vida de Jó, a Bíblia descreve que ele era um homem segundo o coração de Deus, uma pessoa que Deus sabia que por mais que todas as circunstâncias fossem contrárias, iria se manter persistente, sempre que li essa passagem bíblica me questionei se teria a mesma capacidade, mesmo quando as pessoas mais queridas pusessem pedras em nossos caminhos, como foi o caso da mulher de Jó que tentou convencê-lo a negar a Deus e morrer de uma vez. Durante o desenvolvimento dessa pesquisa nos momentos de reclusão e reflexão inerentes a prática de pesquisador, pude recordar diversos acontecimentos que sim, eu fui muito persistente e lutei contra as estatísticas, acontecimentos que não cabem ser mencionados aqui, porém tudo isso me levar a agradecer ao Deus da minha salvação que sempre tem me dado forças, pois sem Ele nada disso seria possível.

Também agradeço a duas mulheres que em toda minha vida me mostraram que o carinho e a garra são características que uma pessoa boa deve possuir para se manter firme e sempre progredir, por isso agradeço a minha mãe Genilda e a minha avó Eurides, obrigado por tudo.

Ao meu orientador Prof. Dilson Cavalcanti, que me orientou em cada passo e em cada decisão desta pesquisa, assim como, abriu meus olhos para o quão magnífica é a prática do pesquisador. Agradeço a minha Coorientadora Prof.^a Kátia Medeiros, que desde o período da graduação tem me mostrado que o meu amor pela Matemática deve se transformar em amor pelas pessoas, em especial pelos meus alunos. Também agradeço a todos os meus colegas mestrandos que me auxiliaram durante esta etapa tão importante de minha vida acadêmica.

Agradeço a pessoa que sempre esteve do meu lado, pessoa que sabe minhas fragilidades mais que ninguém, e que sempre buscou formas para me ajudar fazendo todo o possível, uma mulher que foi um presente divino, por isso agradeço a Ana Cecília, para sempre minha companheira.

RESUMO

Considerando um robô como um dispositivo multifuncional projetado para execução de uma imensa variedade de tarefas, e a robótica como a ciência que estuda as tecnologias associadas às concepções e construções de robôs, facilmente podemos identificar que esses dois conceitos estão imensamente inseridos no atual desenvolvimento da sociedade como um todo, desta forma, torna-se evidente a necessidade de utilizá-los com o objetivo de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, em especial de matemática. O objetivo deste estudo foi de sistematizar uma proposta metodológica para a utilização da Robótica Educacional (Rob-Ed) no ensino de Matemática a partir do panorama e cenário desta temática na literatura científica brasileira, através do catálogo de teses e dissertações da Capes e da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações BDTD. Para isso, realizamos um mapeamento horizontal, estudo exploratório-descritivo, para esboçar um panorama da produção científica sobre o tema Robótica Educacional. Esse panorama foi fundamental para identificar quem produziu (teses e dissertações), onde e quando, além da evolução dessa produção científica e sua distribuição por região e instituições. Em seguida, realizamos o mapeamento vertical, estudo analítico, para investigar o cenário específico da utilização da Rob-Ed no contexto do ensino de Matemática. A partir desses estudos, identificamos tendências teóricas e metodológicas possibilitando compreender os diferentes contextos de estudo e pesquisa sobre a Rob-Ed. Por fim, a partir desses resultados, pudemos avançar na elaboração de *framework* teórico-metodológico como proposta de utilização da Rob-Ed aliada a resolução de problemas abertos como metodologia para o ensino de Matemática.

PALAVRAS-CHAVE: mapeamento horizontal; mapeamento vertical; robótica educacional; mapeamento na pesquisa educacional; resolução de problemas matemáticos abertos.

ABSTRACT

Considering a robot as a multifunctional dispositive designed for a large variety task execution and the robotic as the science which study the technologies involved to the robots' conceptions e construction, we can easily identify that these two concepts are abundantly inserted on current development of society as a full, this what, it has evident the necessity of using them with the goal to contribute to the teaching-learning process, especially, the mathematics one. The goal of this study was to systematize a methodologic proposal to use the Educational Robotic (Rob-Ed) no mathematic teaching from the panorama and the setting of this thematic on Brazilian scientific literature through the thesis and dissertations catalogue from CAPES and digital thesis and dissertations catalogue library BDTD. In order to do that, we have made a horizontal mapping, descriptive-exploratory study to sketch one scientific production panorama about Educational Robotic as theme. This overview was essential to identify who has produced (thesis and dissertations), where and when, even the evolution of this scientific production by regions and institutions. Following, we made the vertical mapping, analytic study to investigate the specific Rob-Ed using setting on mathematics teaching context. From these studies, we identified methodologic and theoretical tendencies making possible understanding the study and research different contexts about Rob-Ed.

KEYWORDS: horizontal mapping; vertical mapping; educational robotic; educational research mapping; mathematic opened problems solutions.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Situando a problemática de pesquisa	12
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA	17
3.1	Robótica educacional	17
3.1.1	<i>Diferença de robô, robótica e rob-ed</i>	19
3.2	Aspectos metodológicos: mapeamento da produção científica .	22
3.3	Resolução de problemas abertos	25
4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	32
4.1	Formato <i>multipaper</i>	32
4.2	Desenho da pesquisa	33
4.3	Mapa estrutural da pesquisa	37
5	DESENVOLVIMENTO	38
5.1	Artigo I - panorama da produção científica brasileira sobre a robótica educacional	38
5.2	Artigo II - cenário específico da produção científica brasileira sobre a robótica educacional no ensino de matemática	57
5.3	Artigo III - proposta de <i>framework</i> teórico metodológico sobre a utilização da robótica educacional no ensino de matemática	76
6	ANÁLISE TRANSVERSAL DOS ARTIGOS	100
7	CONSIDERAÇÕES	110
	REFERÊNCIAS	113

APÊNDICE A - LISTA DE REFERÊNCIAS DE TESES DE DOUTORADO	117
APÊNDICE B - LISTA DE REFERÊNCIAS DE DISSERTAÇÕES DE MESTRADO	119
APÊNDICE C – TRABALHO SUBMETIDO XXVI ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – EBRAPEM	130
APÊNDICE D – CARTA DE ACEITE DO XXVI ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – EBRAPEM	142

1 INTRODUÇÃO

A Matemática é uma das principais disciplinas escolares do currículo da Educação Básica. Apesar de sua importância ser amplamente reconhecida, é fato que muitos professores têm dificuldades em ensinar e muitos estudantes em aprender, chegando-se a contextos extremos que, como demonstrado por Albino, Santos e Medeiros (2020), podem ser interpretados como uma *matematofobia*¹. Acreditamos que não é a Matemática em si a razão da matematomofobia, já que há outras pessoas que desenvolvem verdadeira paixão. Por isso, consideramos que o real motivo é a relação que o sujeito (professor ou estudantes) estabelece com a Matemática. Essa relação constrói ou é construída pelo sentido atribuído a esta disciplina que depende, dentre outras coisas, das concepções, dos saberes específicos, mas também, das metodologias.

Dessa forma, a questão da metodologia do ensino de Matemática sempre foi um tema central tanto na formação de professores (inicial e continuada) quanto no desenvolvimento de estudos e pesquisas em Educação Matemática. No entanto, parece que, apesar disso, ainda continuamos com fenômenos de fracasso e matematomofobia. Sendo assim, talvez seja necessário avançar sobre que metodologias podem ser interessantes e eficazes para propiciar ambientes de construção de relação com a Matemática que sejam mais adequados e prazerosos, que os conceitos façam um sentido que mobilize a atividade intelectual dos estudantes.

No cenário atual de avanços científicos e tecnológicos, a robótica educacional, que daqui pra frente mencionaremos como Rob-Ed, tem sido um tema de bastante interesse. Acreditamos que essa perspectiva pode ser bastante interessante e construtiva para o ensino de Matemática. Dessa maneira, decidi avançar nesse contexto em meu trabalho de conclusão de curso (TCC) na licenciatura em Matemática defendido em 2021. Desse modo, investiguei as “Concepções de futuros professores de matemática acerca da utilização da Robótica Educacional e da resolução de problemas no processo de ensino/aprendizagem”.

¹ Também conhecida como horror à Matemática, ou ansiedade Matemática.

O estudo revelou que as concepções desses sujeitos favoreciam a utilização da Rob-Ed como metodologia de ensino de Matemática. Apesar de ter sido um TCC interessante, sendo devidamente aprovado, após a defesa refleti tanto sobre esses resultados quanto sobre as dificuldades vivenciadas. A principal delas foi referente à fundamentação teórica. Apesar de haver bastantes trabalhos sobre Rob-Ed, a sensação é que não havia muita interlocução entre essas pesquisas. De qualquer forma, o interesse por continuar os estudos acerca da Rob-Ed permaneceram e por essa razão surgiu a intenção de ingressar na pós-graduação *stricto sensu*.

Em 2021, após aprovação no processo seletivo, ingressei no mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco (PPGECM/UFPE). Na ocasião, ingressei também no Núcleo de Pesquisa da Relação ao Saber (NUPERES) e comecei a ser orientado pelo professor Dilson Cavalcanti.

O NUPERES é um grupo de pesquisa multidisciplinar que reúne pesquisadores e estudantes de diversas áreas do conhecimento voltados ao estudo da noção de relação ao saber e conta atualmente com (05) cinco linhas de pesquisa – *Abordagem Didático-Antropológica da Relação ao Saber; História e Epistemologia da noção de Relação ao Saber (Rapport au Savoir); Mapeamento da Produção Científica; Relação ao Saber de pessoas que conseguiram êxito escolar e ascensão social pelos estudos e Relação ao saber do professor*. Uma das premissas enfatizadas no grupo é a importância da visão heurística sobre o tema a que o pesquisador se propõe a investigar, pois uma vez dotado desta visão o mesmo poderá contribuir bastante para o avanço do tema em questão.

Após conhecer alguns trabalhos do grupo, meus interesses de estudo passaram a se alinhar com a linha de pesquisa de Mapeamento da Produção Científica. Dessa maneira, delineei meu projeto de pesquisa para o estudo da produção científica acerca de Robótica educacional com a finalidade de fundamentar a construção de um modelo teórico-metodológico para o ensino de Matemática, pautado na Rob-Ed e na resolução de problemas abertos. Na ocasião, a professora Kátia Medeiros foi convidada para se juntar no processo de orientação, como coorientadora.

1.1 Situando a problemática de pesquisa

Nossa problemática será configurada a partir de três perspectivas – a Robótica Educacional (Rob-Ed), o mapeamento da produção científica, e a Rob-Ed como metodologia de ensino de Matemática aliada a resolução de problemas abertos. O estudo terá uma parte exploratória-descritiva e analítica e outra mais propositiva. Sobre a Rob-Ed, partimos do contexto geral no qual as consequências diretas dos avanços tecnológicos que temos vivido atualmente, tem impactado diretamente a sociedade, pois grande parte desses avanços seriam considerados inimagináveis há 50 anos (ILHARCO, 2004). Esses avanços, impõem desafios para a sociedade como um todo, devido o ritmo da comunicação ter se tornado cada vez mais acelerado, assim como, o ritmo da vida social e individual, o que necessariamente afeta a forma com que a escola e seus professores trabalham com a educação, em consequência direta dessa grande gama de informações. Evidenciando a necessidade de reflexão acerca da utilização das novas tecnologias no ambiente escolar, (PURIFICAÇÃO; NEVES; BRITO, 2010) destacam que os mais influenciados dessas inovações tecnológicas são exatamente os jovens que são público alvo das instituições de ensino.

Em consonância com Oliveira (2015), concordamos que a Rob-Ed, trata-se de uma perspectiva voltada aos processos de ensino e aprendizagem por meio da montagem e programação de sistemas constituídos por microcomputadores. Como é destacado por Campos (2011), a origem da Rob-Ed está diretamente ligada a criação da linguagem de programação LOGO, em 1967, pelo professor Seymour Papert no laboratório de inteligência artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Essa linguagem de programação foi idealizada para a aprendizagem de crianças e adultos a partir da construção de dispositivos controláveis por softwares e computadores, programados a partir de modelos multidisciplinares.

Do ponto de vista da Rob-Ed, quando comparada com outras metodologias de ensino, ela apresenta-se como um ramo de pesquisa bastante recente em que os primeiros trabalhos na literatura científica brasileira foram desenvolvidos no início da década de 2000 (Apêndice B). No entanto, a produção científica sobre essa temática

tem sido ampliada de uma forma diversificada em várias áreas como: física, computação, matemática, entre outras.

Esse crescimento muitas vezes pode ser visto como uma grande possibilidade de criação de novas pesquisas, embora na prática consigamos enxergar que muitas dessas pesquisas são bastante similares. Sobre a questão de pesquisas similares na produção científica, Biembengut (2008), que investigou a utilização da Modelagem Matemática, argumenta que embora as pesquisas similares não percam a sua validade, a metodologia poderia ter avançado bem mais se cada um desses pesquisadores tivessem uma compreensão mais heurística da metodologia antes de desenvolver suas pesquisas.

Considerando que a Rob-Ed pode contribuir para atribuição de novos *sentidos* ao saber escolar, vistos que situações nas quais a Rob-Ed é utilizada possibilitam o estabelecimento de ponte entre o saber escolar e as necessidades tanto tecnológicas, como cotidianas dos estudantes, acreditamos que a Rob-Ed propiciará desta forma uma grande colaboração para os três elementos constitutivo de uma boa relação do estudante com o saber e com a escola, pois uma vez em que o estudante consegue atribuir *sentido* ao saber e a escola, o mesmo possui o incentivo de desenvolver o *desejo*, e assim posteriormente desenvolver a *mobilização* para a aprendizagem, pois como é defendido por Charlot (2000), “é este *sentido* que é atribuído ao saber e a escola que pode ou não criar nos estudantes a necessidade aprender”.

Pautados em uma busca de tornar o ensino de matemática cada vez mais auxiliador de uma atribuição de *sentido* ao saber e a escola, surge a necessidade de utilizar-se da Rob-Ed como um ambiente que propicia o processo de ensino-aprendizagem de matemática, processo esse que muitas vezes é visto como algo tenebroso como é levantado por Launay (2019), quando cita a existência de uma visão em que a matemática é idealizada como um conceito extremamente complexo destinado apenas para gênios, conceito que só será matemático de for compreendido apenas por poucos. Nesse sentido, acreditamos que é de suma importância a utilização de ambientes que são do interesse dos estudantes para que os mesmos possam promover uma aprendizagem cada vez mais dotada de sentido, e considerando o potencial atrativo que a Rob-Ed possibilita em sala de aula,

acreditamos que é salutar o desenvolvimento de um panorama em busca de compreender como essa metodologia de ensino tem sido utilizada e como poderemos aprimorá-la.

Nesta direção, nossa problemática geral de pesquisa tem a ver com a seguinte questão: Como propor um *framework* teórico-metodológico sobre a utilização da Robótica Educacional aliada a resolução de problemas para o ensino de matemática?

Para avançar nessa questão de pesquisa buscamos investigar a produção científica sobre a Rob-Ed em duas perspectivas, uma geral e outra mais específica. A mais geral foi respectiva a um mapeamento horizontal, em que investigamos: Qual a dimensão da Rob-Ed no ensino brasileiro? Como e há quanto tempo a Rob-Ed vem sendo adotada como metodologia de ensino? E de que forma os educadores brasileiros utilizam a Rob-Ed na prática?

Para isso, desenvolvemos um mapeamento horizontal, sucedido de um mapeamento vertical, nos quais objetivamos compreender como (e a quanto tempo) a Rob-Ed tem sido utilizada como metodologia de ensino de matemática, esta perspectiva de mapeamento foi proposta por Cavalcanti (2015). Conforme esse autor, essa perspectiva foi adaptada a partir do Mapeamento em Pesquisa Educacional desenvolvido por Biembengut (2008) que, em seu livro, chamou a atenção para o fato de que muitos dos trabalhos não têm partido das últimas pesquisas nem “apresenta o que já existe sobre o tema, *quantos*, *quem* e *onde* já fizeram algo a respeito, que *avanços* foram conseguidos e *quais* problemas estão em aberto para serem levados adiante” (BIEMBENGUT, *ibid.*, p. 73, *itálicos* da autora). Outro questionamento bastante importante que investigamos após o desenvolvimento do mapeamento foi: quais outras metodologias de ensino são utilizadas de forma atrelada com a Rob-Ed no processo de ensino-aprendizagem de matemática? e assim compreendemos quais metodologias melhor se relacionam com a robótica educacional.

Após do desenvolvimento desta pesquisa conseguimos nos situar sobre este mapa com vista de propor a nossa atividade pautada nesta metodologia, acreditamos que o estudo exploratório-descritivo inerente ao mapeamento horizontal, e o estudo exploratório-analítico presente no mapeamento vertical, que

construímos nessa pesquisa, irão contribuir de forma bastante significativa em trabalhos posteriores, que busquem utilizar a Rob-Ed como metodologia de ensino de matemática, tal contribuição já foi vivenciada durante o GD nº06 – Educação Matemática, Tecnologias e Educação à Distância, que aconteceu no XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática – (EBRAPEM), em que as ponderações que apresentamos no trabalho submetido (Apêndice C), em diversos momentos ditaram as discussões sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de Matemática, o que reafirma a relevância dos resultados da presente pesquisa.

Neste sentido, conseguimos reforçar a necessidade de pesquisas e investigações de práticas educativas que venham a contribuir com a produção de sentido ao saber escolar, práticas essas que podem romper com barreiras historicamente desenvolvidas sobre o interesse comum das pessoas com a matemática, uma dessas barreiras pode ser claramente visualizada em situações em que os estudantes desenvolvem a *matematofobia*, como é identificado por Albino, Santos e Medeiros (2020).

Caracterizamos nossa pesquisa pautados em Silveira e Córdova (2009), quanto à natureza como: pesquisa aplicada, visto que, ao término desta dissertação será possível que qualquer pesquisador possa se localizar dentro deste cenário com vistas a melhor compreender tal metodologia de ensino. Quanto a abordagem de qualiquanti, pois em algumas etapas serão desenvolvidos estudos quantitativos, para posteriormente desenvolver um estudo qualitativo, com o objetivo de compreender tanto o panorama como o cenário da produção sobre a Rob-Ed como metodologia de ensino de matemática. Quanto aos objetivos, caracterizamos como exploratória, pois a mesma proporciona maior familiaridade com o problema objetivando torná-lo mais explícito. E quanto aos procedimentos caracterizamos como pesquisa bibliográfica e proposição de *framework* teórico metodológico, pois a depender do artigo em questão, iremos utilizar procedimentos distintos, sendo o objeto referencial a Robótica Educacional enquanto que o território a explorar tem natureza bibliográfica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver um *framework* teórico-metodológico que fundamente uma proposta metodológica para a utilização da robótica educacional aliada a resolução de problemas abertos no ensino de matemática a partir do mapeamento da produção científica brasileira.

2.2 Objetivos específicos

- Esboçar um panorama da produção científica brasileira sobre robótica educacional;
- Analisar o cenário específico da utilização da robótica educacional no ensino de Matemática;
- Identificar tendências e perspectivas sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática, assim como localizar principais referências e problemáticas sobre esta temática;
- Desenvolver uma proposta metodológica para a utilização da robótica educacional aliada a resolução de problemas abertos no ensino de matemática.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA

No presente capítulo trazemos considerações referentes aos pilares teóricos dessa pesquisa, com vistas, a melhor situar o leitor.

3.1 Robótica educacional

Considerando os avanços tecnológicos, e seus reflexos sobre o processo de ensino-aprendizagem, tem-se evidenciado que a não reflexão sobre a utilização de novas tecnologias no ensino de matemática pode ser categorizada como uma negação de uma realidade evidente, visto que, os estudantes estão inseridos em um ambiente de revolução tecnológica.

Os mais influenciados pelas inovações tecnológicas neste início de século são, certamente, os jovens, pois já nascem e crescem convivendo com um mundo que, para muitos adultos, ainda é de novidades e, justamente por isso, eles têm mais facilidade, para aprender e se acostumar a situações novas, do que os adultos (PURIFICAÇÃO; NEVES e BRITO, 2010, pag.32).

Esses avanços tecnológicos se apresentam das mais diversas formas, sejam elas através da grande gama de informações disponíveis e de fácil acesso que os smartphones possibilitaram, como também através da possibilidade de acesso a objetos que podem ser utilizados com o objetivo de servir de aporte ao processo de ensino-aprendizagem. Esse aporte no processo de ensino-aprendizagem é de suma importância em especial no ensino de matemática, visto que, a própria natureza dos objetos matemáticos dificultam a sua compreensão, por se tratar de objetos puramente abstratos, o que implica que o seu trabalho no mundo real deve ser desenvolvido através de representações, representações essas que o uso das tecnologias já tem auxiliado bastante, como através do software de geometria dinâmica GeoGebra para o ensino da geometria.

Sobre a forma com que a tecnologia pode ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem, destacamos que segundo Costa (2004), pode ser de quatro formas distintas: *aprender a partir da tecnologia*, *aprender acerca da tecnologia*, *aprender através da tecnologia* e *aprender com a tecnologia*, em que cada uma possui suas particularidades.

Aprender a partir da tecnologia (learning from), em que a tecnologia apresenta o conhecimento, sendo o papel do aluno receber esse conhecimento como se ele fosse apresentado pelo próprio professor (ensino assistido por computador (EAC), mas também filmes educativos, tutoriais, aplicações drill-and-practice, ensino programado, entre outros); aprender

acerca da tecnologia (learning about), em que a própria tecnologia constitui ela própria objeto de aprendizagem (Computer Literacy; conhecimentos e competências necessários para professores e alunos poderem utilizar uma determinada tecnologia); aprender através da tecnologia (learning by), em que o aluno aprende ensinando o computador (programando o computador através de linguagens como BASIC ou o LOGO); aprender com a tecnologia (learning with), em que o aluno aprende usando as tecnologias como ferramentas que o apoiam no processo de reflexão e de construção do conhecimento (ferramentas cognitivas). Neste caso a questão determinante não é a tecnologia em si mesmo, mas a forma de encarar essa mesma tecnologia, usando-a sobretudo como estratégia cognitiva de aprendizagem (COSTA, 2004, pag. 29).

Isso implica que a depender do objetivo com o qual a tecnologia será utilizada, poderemos investigar a sua eficácia, um recurso tecnológico que tem ganhado destaque no ensino de ciências e matemática, é a utilização da Rob-Ed.

Sobre a Gênese do que veio a se tornar a Rob-Ed, tudo iniciou com Seymour Papert no laboratório de inteligência artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), ao apresentar a proposta construcionista como uma filosofia de aprendizagem que tem por objetivo utilizar “objetos-de-pensar” e criar “ambientes verdadeiramente interessantes”, Papert argumenta sobre a necessidade da criação de micromundos verdadeiramente interessantes para que os alunos por si próprios desenvolvam sua aprendizagem:

Um outro caminho passa por oferecer às crianças micromundos verdadeiramente interessantes onde elas possam *usar* matemática como Brian, ou *pensar sobre* ela, como Debbie, ou *brincar com* ela, como fez Dawn. Papert (2008, p.135, itálico do autor).

É natural ao evocarmos o construcionismo que seja feito pelo leitor algumas analogias com o construtivismo de Piaget, quer seja pela semântica, quer seja pelas suas relações teóricas, sendo assim, o próprio Papert apresenta essas relações e distinções:

Para muitos educadores e para todos os psicólogos cognitivos, minha palavra evocará o termo *construtivismo*, cujo o uso educacional contemporâneo em geral remete a concepção de Piaget que o conhecimento simplesmente não pode ser "transmitido" ou "transferido pronto" para outra pessoa. Mesmo quando parece estarmos transmitindo com sucesso informações dizendo-as, se pudéssemos ver os processos cerebrais em funcionamento, observaríamos que nosso interlocutor está "reconstruindo" uma versão pessoal das informações que pensamos estar "transferindo". [...] o construcionismo, minha reconstrução pessoal do construtivismo, apresenta como principal característica o fato de examinar mais de perto do que outros *ismos* educacionais a ideia da construção mental. Papert (2008, p.137, itálico do autor).

A proposta de Papert (1985), era de utilizar o computador como alternativa para o processo de ensino e aprendizagem, em que tal recurso tecnológico propicie

a construção do micromundo para os alunos, e ainda, o mesmo propunha a utilização de uma forma inicial da robótica com a sua tartaruga, com o objetivo apenas de inserir o estudantes nesse ambiente de programação, pois posteriormente ele desenvolve o modelo computacional e utiliza o modelo computacional em suas investigações no livro. Sobre a tartaruga, Papert (1985):

A tartaruga é um animal cibernético controlado pelo computador. Ela existe dentro das miniculturas cognitivas de “ambiente LOGO”, sendo LOGO a linguagem computacional que usamos para nos comunicar com a tartaruga. Essa tartaruga serve ao único propósito de ser fácil de programar e boa para se pensar. Papert (1985, p. 26-27).

A fotografia a seguir apresenta Papert apresentando a tartaruga, e em seguida é apresentado uma das construções desenvolvidas pela tartaruga a partir de uma programação preestabelecida.

Fotografia 1 - Papert com a tartaruga



Fonte: Papert (1985)

Diferente do que é proposto por Papert, propomos que a Rob-Ed seja utilizada de forma que os estudantes possam construir o conhecimento matemático, tanto na construção, como na programação do robô, pois como categorizaremos posteriormente, os estudantes podem aprender matemática tanto a partir da construção, como através da programação do protótipo, e ainda, esse trabalho com a matemática pode ser desenvolvida com o objetivo de reforçar um conteúdo matemático já estudado ou construir um determinado conteúdo novo, como apresentaremos posteriormente.

3.1.1 Diferença de robô, robótica e rob-ed

O termo robot teve sua origem em 1921 a partir da peça do dramaturgo tcheco Karel Čapek, em que seu irmão Josef Čapek também respeitado escritor tcheco utilizou esse termo para apresentar um autônomo com forma humana, ou

como conhecemos por “robô humanoide”, entretanto a definição de robô atualmente utilizada é bem mais abrangente do que está utilizada por Josef, na presente pesquisa utilizaremos a definição de Maliuk (2009).

Um **robô** (ou **robot**, em inglês) é um dispositivo multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar materiais, peças, ferramentas ou equipamentos especializados através de movimentos variados e programados, para a execução de uma imensa variedade de tarefas. Maliuk (2009, p. 32, negrito da autora).

A partir desta definição, conseguimos identificar que o robô está bem mais presente no nosso cotidiano do que imaginamos, percebemos que equipamentos como: elevadores, micro-ondas, escadas rolantes, vídeo games, e entre outros equipamentos eletrônicos se enquadram nessa definição. Maliuk (2009) menciona que o pássaro mecânico de madeira criado pelo matemático grego Arquitas de Tarento, em 350 a.C., batizado de “o pombo” é a ideia mais antiga do que podemos conceber como robô.

Já a Robótica pode ser considerada como ciência que estuda as tecnologias associadas a concepção e construção de robôs. Desta forma a robótica tem se desenvolvido no sentido de concretizar atividades que são muito perigosas para o ser humano ou atividades que são impossíveis para o ser humano, como em alguns casos de exploração espacial ou no desarme de bombas. Partindo do pressuposto do grande contato em que a atual sociedade tem como os robôs, surgiu-se a necessidade de utilizá-los com o objetivo de contribuir para o processo ensino e aprendizagem surgindo assim a Robótica Educacional. Castilho (2002), define robótica educacional como:

A robótica Educacional é voltada a desenvolver projetos educacionais envolvendo a atividade de construção e manipulação de robôs, mas no sentido de proporcional ao aluno mais um ambiente de aprendizagem, onde posso desenvolver seu raciocínio, sua criatividade, seu conhecimento em diferentes áreas, a conviver em grupos cujo interesse pela tecnologia e a inteligência artificial é comum a todos. Castilho (2002, p.4)

Neste sentido que propomos nesta pesquisa, um *framework*² teórico-metodológico para a utilização da Robótica Educacional no ensino de matemática a

²Uma estrutura de sequência de etapas em que existe a necessidade de uma contribuição específica em relação ao trabalho desenvolvido, servindo como subsidio para fundamentar uma metodologia posterior.

partir de algumas categorias que foram investigadas na produção científica brasileira sobre a Rob-Ed no ensino de matemática.

Destacamos o potencial atrativo das atividades que utilizam a Rob-Ed, potencial esse que pode em muito contribuir para a construção de *sentido* ao saber e a escola, o mesmo possui a possibilidade de desenvolver o *desejo*, e assim posteriormente desenvolver a *mobilização* para a aprendizagem, pois como é defendido por Charlot (2000), “é este *sentido* que é atribuído ao saber e a escola que pode ou não criar nos estudantes a necessidade aprender”.

A robótica educacional é uma atividade desafiadora e lúdica que utiliza o esforço do aluno na criação de soluções que necessitam raciocínio lógico matemático e utilização de hardware e/ou software visando à resolução de problemas. (OLIVEIRA 2013. p.3)

Ainda sobre a construção de *sentido* ao saber e a escola, a necessidade de utilizar conceitos matemático nas atividades de Rob-Ed, Oliveira (2013) afirma que a Rob-Ed traz vantagens no processo de ensino e aprendizagem dos mais diversos conteúdos da matemática, pois a Rob-Ed serve como um incentivo para o estudante. Essa construção de sentido pode ser ainda mais potencializada devido ao caráter interdisciplinar das atividades que utilizam essa metodologia de ensino.

As vantagens da robótica educativa são significativas. Dentre elas, interdisciplinaridade, ampliação dos conteúdos já trabalhados em sala de aula e, o mais importante, aprendizado conquistado através do trabalho realizado em grupo (OLIVEIRA, 2013).

(LINS et al, 2015) esclarece que as atividades que utilizam da robótica podem abordar conceitos matemáticos de forma explícita ou implícita, cabe frisar que a depender dessa abordagem é que haverá a possibilidade de construção de *sentido* sobre o conteúdo matemático em questão.

No decorrer desta apresentação sobre a Rob-Ed conseguimos perceber que a forma com que a mesma é utilizada impacta diretamente os resultados que podem ser obtidos, e nessa perspectiva que surge a necessidade de desenvolver um panorama da produção científica brasileira sobre a Rob-Ed como metodologia de ensino de matemática, para que posteriormente possamos compreender onde a nossa proposta pode se localizar, e como podemos contribuir para o avanço desta metodologia.

3.2 Aspectos metodológicos: mapeamento da produção científica

Como discutimos anteriormente, os avanços tecnológicos têm impactado a sociedade como um todo, dessa mesma forma conseguimos observar diversos impactos voltados aos avanços das tecnologias da informação, que foi ampliada de forma excepcional pela popularização da internet. Entendendo a tecnologia da informação como o conjunto de ferramentas empregadas no tratamento da informação (registro, reprodução, comunicação), como é apresentada por Freund (1982), nos leva a refletir sobre grandes desenvolvimentos anteriores como, no campo do registro e reprodução da informação, através da criação da imprensa e posteriormente as fotocopiadoras, no campo da transmissão da informação temos o marco dos telégrafos, o rádio e o telefone. Entretanto nenhum desses avanços podem ser equiparados a popularização da internet, visto que, uma única ferramenta foi capaz de registrar, reproduzir e comunicar a informação de forma bem mais dinâmica.

Esses impactos sobre a sociedade também podem ser vistos no campo das literaturas de periódicos, pois ao comparar o quantitativo da produção das literaturas de periódicos da atualidade com os anteriores à internet, como na fala de Freund (1982), conseguimos ter uma dimensão desse impacto:

Tomando como exemplo a literatura de periódicos, vemos que os primeiros títulos surgiram em meados do século XVII, Cem anos depois existiam cerca de 10 títulos e outros cem anos mais tarde aproximadamente 1000 títulos (FREUND, 1982, p.1).

Sendo assim, a internet tem contribuído para o aumento expressivo da produção e difusão da produção científica, essas contribuições têm possibilitado também o aumento no acesso a essas produções. Entretanto nem sempre as pesquisas têm levado em conta o que já foi produzido, resultando em pesquisas similares e desconexas.

Sobre o mapeamento, “O mapeamento se dá como o processo envolvido na feitura do mapa” (BIEMBENGUT, 2008, p. 8), assim como Biembengut, percebeu ao investigar a produção sobre a modelagem matemática, que diversas pesquisas são bastante similares, ao desenvolver o meu o trabalho de conclusão de curso: “*concepção de futuros professores de matemática sobre a utilização da Robótica Educacional como metodologia de ensino*”, me deparei na mesma situação, visto

que, existe uma não comunicação entre vários trabalhos que abordam a Rob-Ed como metodologia de ensino, o que resulta em trabalhos bastante similares, Biembengut ainda destaca que, embora essas pesquisas similares não percam a sua validade, a metodologia poderia ter avançado bem mais se cada um desses pesquisadores tivessem uma compreensão mais heurística da metodologia antes de desenvolver suas pesquisas.

Esta realidade de pesquisas repetitivas e desconexas pode ser vista nas mais diversas áreas do conhecimento, Biembengut (ibid, pag. 8):

Atualmente, nas mais diversas áreas do conhecimento, vem se buscando aprimorar os métodos de organizar e classificar os dados de forma a tornar mais aparentes os problemas enfrentados pelo pesquisador e proporcionar base sólida para que ele possa melhor avaliar ou entender as questões investigadas (BIEMBENGUT, ibid, pag. 8).

Pensando nesta problemática, nas últimas décadas, estudos bibliográficos da produção científica tem se tornado cada vez mais relevantes, devido às possibilidades de contribuições, neste sentido, Cavalcanti (ibid, pag. 218):

Com o aumento cada vez maior da produção científica, diversas áreas do conhecimento têm buscado maneiras de compreender seu desenvolvimento e estado atual. Dessa maneira, a investigação e sistematização daquilo que se é produzido sobre determinada temática ou campo teórico é importante para identificar tendências, avaliar a situação do processo de desenvolvimento, sistematizar questões e sinalizar novas perspectivas (CAVALCANTI, 2015 pag. 218).

A proposta que Biembengut apresenta para prevenir pesquisas similares é a criação de um mapa sobre a temática de pesquisa em questão, pois dessa forma os pesquisadores poderão enxergar de forma mais ampla esta temática, permitindo o desenvolvimento de pesquisas que venham a se complementar, e avançar o estudo sobre a mesma.

O mapeamento como princípio metodológico na pesquisa nos faz reconhecer os mais diversos fatores que se manifestam sobre os entes pesquisados. [...] o valor de uma pesquisa encontra-se tanto nas possibilidades de uso ou aplicação, quanto nas de valer de ponto de partida para outras. (BIEMBENGUT, ibid, pag. 131).

Considerando as mais diversas metodologias que podem ser empregadas em estudos bibliográficos, como: estado da arte, estado do conhecimento, revisão sistemática, mapeamentos e entre outros, optamos pela proposta de Mapeamento na Pesquisa Educacional sistematizada por Cavalcanti (2015), a partir do trabalho desenvolvido por Biembengut (2008), pois acreditamos que esse estudo bibliográfico

pode melhor comunicar os resultados obtidos na pesquisa. Nesta sistematização, Cavalcanti (2015, p. 218) apresenta que “O desenvolvimento da produção em determinado campo ou sobre determinada temática constitui algo como uma rede ou programa de pesquisa. Nesse sentido, cada trabalho desenvolvido é uma parte dessa rede ou programa”, daí surge a necessidade de questionar se os mais diversos trabalhos desenvolvidos sobre determinada temática têm realmente contribuído para o avanço da mesma.

Em sua sistematização do Mapeamento na Pesquisa Educacional, Cavalcanti (2015) propõe o direcionamento horizontal e vertical associado à metáfora da topologia dos territórios, nos quais foram pautados de acordo com os termos e os respectivos questionamentos destacados por Biembengut (2008).

Os questionamentos **quantos, quem e onde** já fizeram algo a respeito? 'Apontaria para um estudo exploratório horizontal se concentrando mais no relevo observável das produções científicas, isto é, na topologia do território. Já os questionamentos **que** avanços foram conseguidos e **quais** problemas estão em aberto para serem levados adiante 'indicaria um estudo vertical que poderia ter como orientação o que está sob (isto é, os trabalhos já desenvolvidos – indicariam tendências) e o que está sobre (isto é, os trabalhos que podem ser desenvolvidos – indicariam perspectivas) a superfície da literatura científica. (CAVALCANTI, *ibid.* p. 219, negritos do autor).

Essa metodologia proposta por Cavalcanti, através dos direcionamentos vertical e horizontal, tem sido utilizada amplamente pelo NUPERES, e assim, possibilitando um aprofundamento em diversas temáticas, alguns trabalhos desenvolvidos nesta perspectiva, foram: Cavalcanti e Brito Lima (2018); Bastos e Cavalcanti (2018); Do Vale, Cavalcanti e Silva (2018); Silva, Cavalcanti e Do Vale (2018); Alves e Cavalcanti (2020).

Da mesma forma que Biembengut propôs a criação de um mapa sobre a modelagem matemática no contexto educacional brasileiro, para assim, melhor compreender essa metodologia de ensino, acreditamos que um mapa sobre a utilização da Rob-Ed permitirá um olhar mais heurístico sobre a mesma, permitindo que consigamos compreender como (e a quanto tempo) a Rob-Ed tem sido utilizada como metodologia de ensino de matemática, evitando pesquisa repetitivas, e indicando outras possibilidades, servindo-se de ponto de partida.

Utilizamos como território exploratório para construção desta pesquisa o catálogo de teses e dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital de Teses e

Dissertações (BDTD), pesquisando pela menção a Robótica Educacional nesse tipo de literatura brasileira, para que desta forma desenvolver o mapeamento horizontal, posteriormente, construímos o recorte de um cenário em específico, sobre a utilização da Robótica Educacional no ensino de Matemática.

Constatamos que o desenvolvimento desse mapeamento nos permitiu responder alguns questionamentos norteadores como os que foram levantados por Biembengut³: Qual é a dimensão ou extensão da Robótica Educacional no ensino brasileiro? Como e há quanto tempo a Robótica Educacional vem sendo adotada como método de ensino e aprendizagem? Como os educadores brasileiros utilizam a Robótica Educacional em suas práticas? Outro questionamento bastante importante que investigamos após o desenvolvimento do mapeamento é quais outras metodologias de ensino são utilizadas de forma atrelada com a Robótica Educacional no processo de ensino-aprendizagem de matemática? e assim conseguimos compreender as metodologias que se relacionam com a Robótica Educacional, de forma a colaborar com a mesma.

A partir desses questionamentos levantados, e utilizando os dados resultantes dos mapeamentos, conseguimos localizar nossa proposta de *framework* teórico-metodológico sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática, em que sugerimos a utilização da resolução de problemas como ambiente que potencialize a metodologia de Rob-Ed, auxiliando em futuras pesquisas sobre a utilização da Rob-Ed, pois como cita Cavalcanti (2015, pag. 218) apud (BIEMBENGUT, pag. 71), cada pesquisa que se desencadeia insere-se em uma rede preexistente e seu valor é relativo à contribuição a essa rede.

3.3 Resolução de problemas abertos

Como é mencionado por Kosyvas (2010, p. 45) o termo “problema aberto” possui significados distintos na área de Educação Matemática e na área de Matemática Pura. Problema aberto no contexto da Matemática Pura refere-se a problemas que ainda não possuem solução, enquanto que na área de Educação Matemática, o termo problema aberto se refere a problemas que os alunos não

³ As pesquisas de Biembengut (2008), se referiam a utilização da Modelagem Matemática, metodologia em que a autora possui diversas contribuições.

possuem um método específico para sua resolução, ou seja, são aqueles problemas que permitem mais de uma possibilidade de resolução. O problema, para receber essa denominação, precisa ser desafiador para o aluno, não podendo ser resolvido por meio de procedimentos padronizados (MEDEIROS, 2001, p.3).

A importância da adoção de problemas abertos em sala de aula diz respeito ao fato de esse tipo de problema possibilitar o desenvolvimento de abordagem investigativas bastante semelhante ao modo como algumas pesquisas científicas são desenvolvidas, além de colaborar com a criatividade e criticidade dos estudantes, que estão imersos em tal atividade de ensino.

Devido à sua relevância destacamos que um problema em Educação Matemática se trata de algo que o estudante não tem experiência para resolver, dessa forma, são atividades que não podem ser resolvidas por um esforço direto, sendo necessário um insight criativo. O termo "problema aberto" foi utilizado inicialmente com o objetivo de reformar o ensino de matemática através de abordagens práticas de ensino na década de 70, no Japão, como é mencionado por Kosyvas (2010, p. 45 - 46).

Kosyvas (2010), menciona as três características desenvolvidas pelo grupo do IREM de Lyon para problemas abertos, em que a primeira característica diz respeito ao *enunciado curto*, Kosyvas (2010, p. 56), tal grupo defende que essa característica é relevante, pois a mesma promove uma leitura e compreensão rápida e cria condições de facilidade para retenção e gestão dos dados fornecidos no problema. Como é citado por Kosyvas (2010, p. 56) "O enunciado simples e curto promove leitura e compreensão rápidas e cria condições de facilidade quanto ao que será retido na memória e quanto ao gerenciamento dos dados".

Uma segunda característica diz respeito à *afirmação não induzir a um método ou a uma solução*, pois uma vez que essa indução seja constatada o problema constituirá um problema de aplicação direta e não um problema aberto, daí a relevância de não resultar diretamente em um método ou uma solução.

Em caso algum esta solução deve limitar-se ao simples uso ou aplicação direta de conclusões ou regras que tenham surgido durante as últimas aulas, pois então constituirá um problema de aplicação direta e não um problema em aberto. No entanto, o que é de fundamental importância é a forma como se coloca o enunciado do problema em aberto, que não resulta diretamente do método e da solução. Kosyvas (2010, p. 56, tradução nossa)

A terceira característica é que o problema aberto deve *estar em um domínio conceitual com qual os alunos estão bastante familiarizados*, o grupo defende tal característica, pois pretende respeitar as restrições usuais do horário escolar e também permitir que os alunos possam calcular os resultados ou produzir ideias no tempo previsto, tendo em vista que o tempo da pesquisa é algo restritivo à carga horária escolar.

O problema pode estar em aberto, mas, infelizmente, o tempo de pesquisa continua fechado. Nessas condições, a criança deve ser capaz de compreender facilmente a situação e participar de tentativas, formular conjecturas, estabelecer caminhos de verificação, elaborar resoluções e contra-exemplos, que visem a descoberta e criação da solução ou soluções do problema em aberto Kosyvas (2010, p. 56, tradução nossa)

Além disso, um problema que não está pautado nas vivências dos estudantes pode levá-los a fechar os horizontes de pesquisa, tornando tal problema desinteressante. Concordamos com as características levantadas pelo o grupo IREM de Lyon e sobre a importância de cada um desses critérios, entretanto, assim como outros autores, compreendemos que o trato com o problema aberto não diz respeito apenas a atividades em sala de aula, portanto consideramos que tais características devem ser consideradas em atividades voltadas para o ambiente de sala de aula como pretendemos propor durante este estudo.

Kosyvas (2010) e Onuchic (2012) mencionam a relevância de que o ambiente de resolução de problema seja motivador e estimulante para os estudantes, isso permite que tal ambiente seja propício para a prática de resolução de problemas.

Problemas abertos devem ser animados, permitir que as crianças participem ativamente, mobilizar sua curiosidade, despertar entusiasmo e gerar motivações intrínsecas, estímulos internos. Além disso, teremos que inventar e preparar situações-problema abertas, importantes para o cotidiano das crianças, que despertem nelas um grande interesse, enriqueçam suas experiências, despertem a curiosidade e o desejo de aprender. Os alunos mais fracos a resolvê-los de forma simples, desenvolvendo neles o prazer da descoberta. Kosyvas (2010, p. 63, tradução nossa)

O impacto da resolução de problemas no contexto da Educação Matemática tem-se tornado cada vez mais evidente, como é mencionado por Liljedahl, Trigo, Malaspina & Bruder (2016), a resolução de problemas tem influenciado currículos de Matemática em todo o mundo, isso tem influenciado o ensino de Matemática e a

aprendizagem de Matemática. Destacamos que é natural essa grande evidência, a utilização da resolução de problemas, visto que como é mencionado por Medeiros (2001, p. 2) “Um rápido olhar sobre o desenvolvimento do conhecimento matemático, ao longo do tempo, nos leva a perceber que a atividade de resolução de problemas lhe serve de motor”.

Esta percepção acerca do impacto da resolução de problemas no ensino de Matemática também era defendida por Polya (1945) em seu livro *How to solve It* ou em sua versão traduzida *A arte de resolver problemas*, Polya (2006) em que o mesmo destaca a existência de quatro fases, consideradas pelo autor como heurísticas, que devem ser consideradas e postas em prática, em uma atividade de resolução de problemas. Tais fases incluem o processo de *compreensão do problema*, a elaboração de um plano, a execução deste plano e a quarta fase, que diz respeito ao *retrospecto* de toda a atividade desenvolvida, Esta quarta fase, muitas vezes, é negligenciada em sala de aula, o que tende a influenciar de forma negativa a prática da resolução do problema, tendo em vista que, como é destacado por Liljedahl, Trigo, Malaspina & Bruder (2016), a fase de olhar para trás permite que o aluno possa estabelecer conexões que os permitam a futuramente na resolução de outros problemas utilizar as estratégias de resolução desenvolvidas no atual problema.

Na fase da compreensão do problema, Polya destaca a importância de que seja feita a identificação das partes principais dos problemas, como incógnitas envolvidas, identificação dos dados e a condicionante do problema em questão, para auxiliar no desenvolvimento desta fase podemos nos pautar nos seguintes questionamentos, Polya (1945, p. 05) “Qual é a incógnita? Quais são os dados? Qual é a condicionante que relaciona os dados com a incógnita? Trata-se de um problema razoável? Ou seja, a condicionante é suficiente para determinar a incógnita?”.

Na fase de elaboração de um plano, o objetivo é encontrar uma relação entre os dados do problema e sua incógnita, pautados em seus conhecimentos prévios e experiências de resolução de problemas correlatos, e ainda, em alguns saltos de criatividade e intuição, Polya menciona que, uma vez que a fase anterior foi bem desenvolvida, a presente fase tem em muito o seu trabalho simplificado, alguns

questionamentos que podem auxiliar nesta fase são propostos por Liljedahl, Trigo, Malaspina & Bruder (2016, p. 13):

Você conhece um problema relacionado? Você conhece um teorema que poderia ser útil? Olhe para o desconhecido! E tente pensar em um problema familiar com o mesmo ou um desconhecido semelhante. [...]Aqui está um problema relacionado ao seu e resolvido antes. Você poderia usá-lo? Você poderia usar seu resultado? Você poderia usar seu método? Você deve introduzir algum elemento auxiliar para possibilitar seu uso? Liljedahl, Trigo, Malaspina & Bruder (2016, p. 13, tradução nossa)

Na fase de execução do plano, o plano que foi elaborado na fase anterior deve ser posto em prática, e uma vez que a fase de elaboração do plano tenha sido bem desenvolvida a presente etapa será bem mais simples, sendo necessário mais paciência e atenção, uma constante problemática desta fase reside na utilização de estratégias errôneas e/ou erros em pôr em prática, neste sentido Polya propõe os questionamentos: “É possível perceber claramente que o passo está certo? Mas pode também demonstrar que o passo está certo?” Polya (1945, p. 09).

Por fim, a fase de retrospecto, esta é uma fase de suma importância na heurística de Polya, visto que é nesta fase que os estudantes podem consolidar o conhecimento desenvolvido e compreender como esta resolução pode ser utilizada em futuros problemas, ainda nesta fase, é possível que os estudantes enxerguem possíveis imprecisões de raciocínio e/ou de execução, além de possibilitar o pensamento sobre a existência ou não de soluções mais simples para este problema, alguns questionamentos que podem auxiliar nesta fase são propostos por Polya (1945, p. 10 – 11) “ É possível verificar o resultado? É possível verificar o argumento? É possível chegar ao resultado por um caminho diferente?”.

Um outro autor que, por suas contribuições, se mostrou um grande promotor da resolução de problemas no ensino de Matemática foi Alan Schoenfeld, que assim como Polya apresenta o seu trabalho como um refinamento dos princípios da resolução de problemas por design, porém diferente de Polya que apresenta tais princípios em um nível teórico, Schoenfeld apresenta esse refinamento em nível prático e empírico:

Além de estudar as estratégias de resolução de problemas ensinadas, ele também conseguiu identificar e classificar uma variedade de estratégias, a maioria ineficazes, que os alunos invocam naturalmente (Schoenfeld 1985, 1992). Ao fazer isso, ele criou uma melhor compreensão de como os alunos resolvem problemas, bem como uma melhor compreensão de como os

problemas devem ser resolvidos e como a resolução de problemas deve ser ensinada. Liljedahl, Trigo, Malaspina & Bruder (2016, p. 14, tradução nossa)

Tais compreensões de como os estudantes resolvem problemas e como os problemas podem ser ensinados têm possibilitado pesquisas mais assertivas sobre a utilização da resolução de problemas no ensino de Matemática.

Liljedahl, Trigo, Malaspina & Bruder (2016), mencionam perspectivas futuras acerca das pesquisas sobre a resolução de problema, principalmente a relação que a mesma pode ter com o uso de tecnologias, dessa forma apresentam os seguintes questionamentos com o objetivo de instigar essas perspectivas futuras;

como os alunos podem usar as tecnologias digitais para entender a matemática e desenvolver competências de resolução de problemas? Que formas de raciocínio os alunos constroem quando usam tecnologias digitais em abordagens de resolução de problemas? Liljedahl, Trigo, Malaspina & Bruder (2016, p. 20, tradução nossa)

Destacamos que a presente pesquisa está pautada nessas perspectivas futuras, pois corroborando com a importância desses questionamentos durante o desenvolvimento desta dissertação buscamos compreender como recursos tecnológicos podem ser utilizados com o objetivo de promover as atividades com resolução de problemas, o recurso tecnológico utilizado é a robótica. Pretendemos, em pesquisas posteriores, compreender que tipo de raciocínio é desenvolvido pelos estudantes ao utilizar a Rob-Ed em seu processo de aprendizagem com resolução de problemas matemáticos.

O questionamento bastante relevante sobre o trabalho com a resolução do problema diz respeito a se uma determinada atividade pode ser caracterizada como problema ou não, tal questionamento decorre do fato de uma mesma atividade, quando resolvida por estudantes distintos pode ser enfrentada por alguns como um problema, porém, por outros, não como um problema. Nesse sentido, surge a necessidade do desenvolvimento de uma análise a priori e uma análise a posteriori, ao desenvolvimento da atividade, que nos permita determinar se a atividade desenvolvida realmente pode ser caracterizada como um problema, possibilitando considerar melhor as atividades posteriores.

Pretendemos, a partir da utilização da resolução de problemas, imerso em um ambiente favorável ao seu desenvolvimento como é Rob-Ed, contribuir para o

desenvolvimento de características de bons solucionadores de problemas nos estudantes, como são mencionadas por Liljedahl, Trigo, Malaspina & Bruder (2016, p. 04): a capacidade de reduzir o problema ao seu essencial; reverter linhas de pensamento ou utilizá-las ao contrário; a preocupação com vários aspectos de um problema ao mesmo tempo; mudança de suposições, critérios ou aspectos a depender da situação; transferir um procedimento bem conhecido para outro contexto e os saltos intuitivos pautados em conhecimentos anteriores.

4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

4.1 Formato *multipaper*

Optamos pela utilização do formato *multipaper* para organização da produção escrita desta pesquisa. “O formato *multipaper*, refere-se à apresentação de uma dissertação ou tese como uma coletânea de artigos publicáveis, acompanhados, ou não, de um capítulo introdutório e de considerações finais” (KLÜBER; MUTTI, 2018, pag. 3). É importante frisar que o formato *multipaper* é visto como um formato alternativo ao formato tradicional (monográfico) que se apresenta de forma predominante no contexto acadêmico, em especial nas pesquisas de Educação Matemática, como é apresentado por (SANTANA, 2017, p. 41), “tradicionalmente, os trabalhos de conclusão de mestrado e doutorado têm assumido um formato monográfico no campo da Educação Matemática”.

Essa predominância faz com que o formato *multipaper* seja conhecido como formato insubordinado, pois “[...] rompem com a representação tradicional da pesquisa educacional nestas modalidades de trabalho acadêmico” (BARBOSA, 2015, p.350), neste sentido, o PPGEEM em Pernambuco tem apresentado um papel de pioneirismo na adoção desse formato em trabalhos de dissertações, a partir das orientações do prof. Dilson Cavalcanti, em dissertações vinculadas ao NUPERES.

Considerando que o formato *multipaper* vai muito além de uma simples forma de estruturar a escrita da pesquisa, visto que o formato organizacional escolhido precisa estar alinhado à perspectiva de pesquisa do pesquisador como é destacado por Klüber e Mutti (2018):

Inerente ao movimento de trazer *à vista* está a escolha por um *modo de dizer* que se constitui particular a cada pesquisador, alinhado à perspectiva de pesquisa que assume e as diferentes possibilidades de formato para publicação que se abrem dos regulamentos dos programas de pós-graduação *stricto sensu* aos quais estão vinculados. (KLÜBER; MUTTI, 2018, pag. 3, itálico dos autores)

Concordamos com Halstead (1988, p. 497) quando apresenta que uma pesquisa não é reconhecida como concluída até que ela seja comunicada, e o formato *multipaper* possui um potencial enorme de facilitar essa comunicação, pois a dissertação que é escrita neste formato, é pensada de forma a compor artigos que ainda que conectados entre si, possuem o papel de comunicar aspectos que o autor

julgo importantes sobre o objeto de pesquisa em cada uma das camadas abordadas, desta forma, facilitando a publicação de artigos.

Considerando as contribuições acima elencadas e o caráter de insubordinação criativa, como foi descrito, o PPGEEM tem apresentado um papel de pioneirismo na adoção desse formato em trabalhos de dissertações, trabalhos que tem contribuído de forma significativa com as pesquisas sobre o mapeamento em pesquisas educacionais e relação ao saber do professor.

4.2 Desenho da pesquisa

Considerando a adoção da organização do trabalho em formato *multipaper*, cada estudo que compõe a dissertação possui metodologia de investigação própria. Em seguida, trataremos de descrevê-las de forma sucinta e posteriormente apresentamos os artigos como resultado desses estudos:

Artigo 1: PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA SOBRE A ROBÓTICA EDUCACIONAL

No primeiro artigo, objetivamos compreender o território topológico acerca da produção científica brasileira sobre a utilização da robótica educacional, para isso utilizamos o direcionamento de mapeamento horizontal de Cavalcante (2015), investigamos: Quantas teses de dissertações foram desenvolvidas sobre a robótica Educacional? Quem foram os autores e orientadores? Onde foram desenvolvidas, isto é, em quais programas de pós-graduação, quais universidades e em quais regiões do país? Além de quando esses trabalhos foram produzidos?

Para a construção desse mapa, foram consideradas as produções disponibilizadas no: Catálogo de tese dissertações da CAPES e na Biblioteca digital de teses de dissertações BDTD. Destacamos que as buscas foram realizadas no mês de outubro de 2021 no catálogo da CAPES, e posteriormente como sugestão da banca de qualificação desenvolvemos uma nova investigação no mês de março de 2022 na Biblioteca digital BDTD. A busca foi realizada nesses bancos de dados através da utilização das palavras-chaves "Robótica" e "Educação", através da restrição dos resultados aos títulos, isto é, consideramos para a produção deste mapeamento horizontal apenas as referências nas quais as palavras-chaves definidas estavam contidas nos títulos.

Posterior essa coleta de dados desenvolvemos uma análise dos mesmos através do direcionamento de mapeamento horizontal proposto por Cavalcante (2015), inicialmente através de um tratamento quantitativo dos dados com o objetivo de sanar os questionamentos acima elencados, que nos permitiu uma compreensão heurística acerca da literatura científica brasileira sobre a utilização da Robótica Educacional, tais resultados serão apresentados posteriormente.

Artigo 2: CENÁRIO ESPECÍFICO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA SOBRE A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA

O segundo artigo que parte de um recorte do mapeamento anteriormente mencionado, buscou orientação do que está “sob” e o que está “sobre” o território, ou seja, trabalhos desenvolvidos e trabalhos a serem desenvolvidos sobre essa temática, que por sua vez nos permitiu encontrar tendências e perspectivas, além de encontrar quais são as principais referências neste cenário específico, que contribuiu para a melhor compreensão do mesmo. A visão ampla deste cenário, possibilitou a percepção de pesquisas repetitivas Biembengut (2008, p. 3). Ainda neste cenário específico conseguimos investigar de que forma a Rob-Ed tem sido utilizada no ensino de matemática.

Para o desenvolvimento deste estudo, buscamos construir um cenário específico sobre a utilização da Rob-Ed como metodologia de ensino de matemática, para isso desenvolvemos o mapeamento vertical pautado nos resultados encontrados no estudo anterior, objetivando compreender como a Rob-Ed tem sido trabalhada e quais são as suas possibilidades para implementação no ensino de matemática. Sobre mapeamento vertical, Cavalcanti (2015):

Já os questionamentos **que** avanços foram conseguidos e **quais** problemas estão em aberto para serem levados adiante ‘indicaria um estudo vertical que poderia ter como orientação o que está sob (isto é, os trabalhos já desenvolvidos – indicariam tendências) e o que está sobre (isto é, os trabalhos que podem ser desenvolvidos – indicariam perspectivas) a superfície da literatura científica. (CAVALCANTI, *ibid.* p. 219, **negritos do autor**).

Através dessas análises conseguimos verificar se a Rob-Ed está sendo utilizada como ferramenta ou como objeto de pesquisas, que por sua vez nos permitiu um aprofundamento sobre a forma com que esta metodologia tem sido utilizada. Uma outra questão que abordamos nesse estudo, se trata da forma que os conteúdos matemáticos têm sido abordados, pois como esclarece Lins et al (2015),

as atividades que utilizam da Robótica podem abordar conceitos matemáticos de forma explícita ou implícita, sendo as abordagens implícitas normalmente atrelados a conceitos geométricos ligados ao hardware (parte física), e as abordagens explícitas voltadas ao software (programação). Ainda nesse estudo, buscamos investigar em profundidade as metodologias de ensino que são utilizadas de forma atrelada com a Rob-Ed, buscando compreender que “avanços” e “quais problemas” são inerentes à esta relação, sendo assim, após o desenvolvimento do mapeamento, foi possível descrever quais metodologias melhor se relacionam com a Rob-Ed.

O presente estudo, por sua vez, tem natureza exploratório-analítico e pode ser compreendido na perspectiva das revisões sistemáticas, dos estudos de revisão da literatura, posteriormente apresentamos os resultados desse estudo.

Artigo 3: PROPOSTA DE *FRAMEWORK* TEÓRICO METODOLÓGICO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA

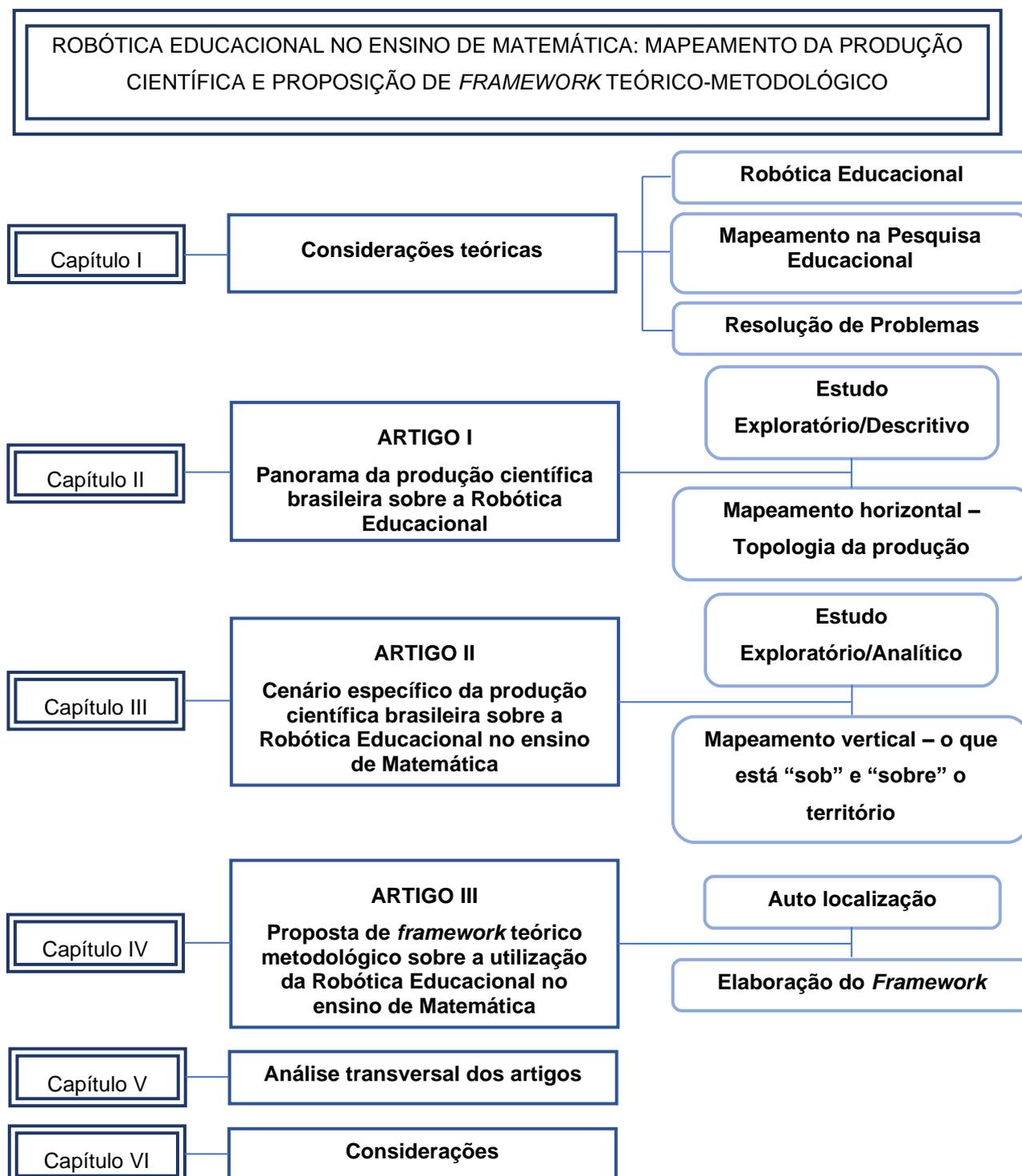
Após o desenvolvimento do panorama geral, precedido pelo cenário específico conseguimos localizar a nossa proposta metodológica dentro desse mapa de forma a melhor contribuir com o uso desta metodologia no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Dessa forma, no terceiro artigo apresentamos a nossa proposta de *framework* teórico metodológico sobre a utilização Rob-Ed no ensino de matemática.

Nossa proposta é de utilizar metodologias que se distingam do modelo tradicional, utilizando a Resolução de Problemas como um ambiente que favoreça a utilização da Rob-Ed, pois como aponta Onuchic (2012), os problemas a serem trabalhados em sala de aula necessitam ser do interesse dos estudantes. Optamos em desenvolver atividades que unissem as duas metodologias, pautado em (OLIVEIRA; LINS; PEREIRA, 2019), que concluem a necessidade da Rob-Ed ser desenvolvida através de uma situação-problema adequadamente formulada, pois dessa forma, é possível desenvolver em sua programação, características capazes de mobilizar o potencial de aprendizagem dos sujeitos (OLIVEIRA; LINS; PEREIRA, 2019), nesta perspectiva, os estudantes irão abordar os conceitos matemáticos de forma explícita, pois tais conceitos serão necessários para a construção dos comandos dos robôs.

Neste artigo sugerimos a utilização da resolução de problemas na robótica educacional através de um *framework* teórico-metodológico pautado no roteiro de Onuchic e Allevato (2011), as quatro fases de Pólya e na metodologia Lego, neste *framework* a aplicação da atividade utilizando a Rob-Ed vai desde a proposição do problema, passando pela construção do esquema elétrico no Tinkercad, montagem e programação do robô, até o momento de plenária, formalização do conteúdo e proposição de novos problemas. Ainda nesse terceiro artigo apontamos os principais kits de Robótica utilizados no ensino de matemática, além de apresentar considerações que nos levaram a optar pelo kit Arduino, por fatores de custo benefício, facilidade na programação, facilidade na obtenção dos materiais, e dentre outros pontos. É relevante pontuar que, não é objetivo deste trabalho a aplicação desta proposta, devido a limitação de tempo referente ao mestrado.

4.3 Mapa estrutural da pesquisa

Mapa 1: Mapa estrutural e metodológico da dissertação



Fonte: O Autor (2022).

5 DESENVOLVIMENTO

Considerando a adoção da organização do trabalho em formato *multipaper*, cada estudo foi desenvolvido pensando em artigo com investigações própria, entretanto interconectados, a seguir apresentamos os resultados de tais artigos:

5.1 Artigo I - panorama da produção científica brasileira sobre a robótica educacional

Overview of Brazilian scientific production on Educational Robotics

Resumo:

Considerando os avanços das tecnologias da informação, e o seu reflexo sobre a literatura científica brasileira, resultando no aumento expressivo da produção, da difusão, e do acesso a essas produções científicas. Tem-se tornado cada vez mais comum as áreas do conhecimento buscar compreender o seu desenvolvimento e estado atual, com vistas a evitar pesquisas repetitivas, ou desconexas, pois nem sempre as pesquisas levam em conta o que já foi produzido. Objetivamos no presente estudo esboçar um panorama da produção científica sobre a Robótica Educacional, para tanto, utilizamos como território exploratório o catálogo de teses e dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), pesquisando pela menção a Robótica Educacional nesse tipo de literatura brasileira. A partir da construção desse panorama geral conseguimos identificar informações bastante relevantes sobre essas produções, que nos permitiu identificar quais pesquisadores podemos considerar como referência na temática, assim como, instituições e programas que assumem uma posição de vanguarda a nível nacional.

Palavras-chave: Robótica Educacional; Mapeamento na Pesquisa Educacional; Panorama.

Abstract:

Considering the Info technologies progressing and its reflection on brazilian scientific literature, having as result the production, difusion and acess massice increase on these scientific productions. It has become most common to the knowledge areas try to understand its current development and situation, objetiving avoid repeted or disconnected researches, because not always they consider what has produced. We have as goal on this study draft one scientific production outlook about educational robotic, for that, we used as exploratoty land the thesis and dissertations from CAPES catalogue and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), researching by educational robotic mention on this kind of brazilian literature. From this general outlook construction we were able to identify relevant

info about these Productions, which allowed us who are the researchers who can be considered on this thematic reference, as well as institutions and programs which assume a vanguard position in national level.

Keywords: Educational Robotics; Mapping in Educational Research; Panorama.

Introdução

O progresso científico e tecnológico sempre provocou mudanças nos modos de organização de nossas sociedades e na vida das pessoas. Porém, de certo modo, a Educação sempre foi bastante conservadora no que diz respeito a mudanças. Nas últimas décadas, isso tem mudado e propostas como a robótica educacional, por exemplo, têm sido implementadas nas escolas. Apesar de ser algo recente, já se percebe que a produção científica acerca desse tema também tem aumentado bastante.

A questão da produção científica, por sua vez, também está diretamente imbricada em relação ao progresso científico e tecnológico ao longo dos tempos. Por um lado, com o advento da internet, o impacto tanto na dinâmica da produção científica, que tem aumento expressivamente, mas sobretudo, em sua difusão, é algo sem precedentes. Não obstante, por outro lado, é importante levar em conta que o aumento expressivo na produção e difusão do conhecimento não implicam, por si só, em avanços.

A velocidade e a quantidade da produção científica aumentaram inquestionavelmente, e continuam aumentando, mas nem sempre a questão da qualidade científica se reduz a estas variáveis. Nunca tivemos tanto acesso à informação, é verdade, mas grande parte dessas informações são superficiais e repetitivas, fato que, de certo modo, acaba tornando mais complexo o cenário do avanço da produção científica em termos de qualidade. Em razão disso, nas últimas décadas, identificamos que os estudos bibliográficos acerca da produção científica têm se tornado cada vez mais comuns, em razão da necessidade de se compreender as tendências, o estado da produção atual e prospectar perspectivas para construção de agendas de pesquisas. Isto posto, nosso intento nesse artigo é apresentar um panorama inicial de um estudo de mapeamento da produção científica brasileira sobre robótica educacional.

Considerações sobre a Robótica Educacional

Sobre a origem da Robótica Educacional, que daqui pra frente mencionaremos como Rob-Ed, autores como Silva (2009, pag. 31), Aroca (2012, p. 23), Campos (2011) e Santos e Silva (2020, p. 2) apontam que ela está diretamente ligada à criação da linguagem de programação *Logo* em 1967, a partir das contribuições de Seymour Papert no laboratório de inteligência artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), o que levou Papert a ser considerado o pai da Rob-Ed, Aroca (2012, p. 23). Essa linguagem de programação foi idealizada para a aprendizagem de crianças e adultos, a partir da construção de dispositivos controláveis por softwares e computadores programados a partir de modelos multidisciplinares, Silva (2009, pag. 31). Papert desenvolveu a filosofia de aprendizagem Construcionista, cujo objetivo é utilizar “objetos-de-pensar” e criar “ambientes verdadeiramente interessantes” (Papert, 1994, p. 125), inspirado principalmente na Teoria Construtivista de Jean Piaget (1896-1980).

De acordo com Oliveira (2015), a Rob-Ed corresponde a uma metodologia voltada aos processos de ensino e aprendizagem por meio da montagem e programação de sistemas constituídos por microcomputadores, dessa forma é natural que em atividades que utilizam essa metodologia existam estudos voltados ao Hardware (elementos físicos), e estudos voltados para o software (programas, instruções e linguagem de programação), esses estudos quando trabalhados de forma associada permitem o funcionamento do robô. Sobre as possibilidades e contribuições da Rob-Ed:

[...] um aspecto importante da robótica Educacional é que ela não é uma abordagem com foco exclusivamente no ensino da robótica em si, já que ela introduz o robô como elemento motivador para possibilitar o aumento de interesse e reflexão em diversos outros assuntos. [...] o uso de robôs em sala de aula aumenta o interesse dos estudantes, proporcionam ambientes estimulantes e motivadores, além de oferecer uma experiência única de aprendizado. Aroca (2012, p. 10).

Partindo do pressuposto que a Robótica Educacional, quando comparada com outras metodologias de ensino, se apresenta como um ramo de pesquisa bastante recente, a mesma tem sido ampliada de uma forma bastante diversa em várias áreas como: física, computação, matemática, entre outras, esse grande crescimento, muitas vezes, se apresenta como uma possibilidade de criação de novas pesquisas, embora na prática consigamos enxergar que muitas dessas

pesquisas são bastante similares. Portanto, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos bibliográficos que nos auxiliem na compreensão desta temática, como é o caso da proposta de mapeamento na pesquisa educacional.

Mapeamento em pesquisa educacional, perspectiva horizontal

Para o desenvolvimento de nosso esboço do panorama inicial da produção científica brasileira sobre a robótica educacional, utilizamos a perspectiva de mapeamento proposta por Cavalcanti (2015). Conforme esse autor, essa perspectiva foi adaptada a partir do mapeamento em pesquisa educacional desenvolvido por Biembengut (2008) que, em seu livro, chamou a atenção para o fato de que muitos dos trabalhos não têm partido das últimas pesquisas nem “apresenta o que já existe sobre o tema, *quantos, quem e onde* já fizeram algo a respeito, que *avanços* foram conseguidos e *quais* problemas estão em aberto para serem levados adiante” (Biembengut, 2008, p. 73, itálicos da autora).

Com base nesses termos, Cavalcanti (2015) propõe dois direcionamentos distintos: o mapeamento horizontal como estudo exploratório-descritivo, cujo foco corresponde ao levantamento de referências bibliográficas e a descrição das informações a partir dos questionamentos “**quantos, quem e onde** já fizeram algo a respeito?”; e o mapeamento vertical como estudo analítico das produções repertoriadas, e que poderiam partir dos questionamentos que **avanços** foram conseguidos? e **quais** problemas estão em aberto para serem levados adiante? Não obstante, outros questionamentos mais específicos podem ser utilizados como referências para o mapeamento vertical.

Como já foi mencionado, nossa finalidade nesse artigo é apresentar um panorama inicial da produção científica sobre robótica educacional. Dessa forma, consideramos que se trata mais de um estudo exploratório-descritivo e, portanto, optamos pelo direcionamento do mapeamento horizontal, de acordo com outros estudos já realizados nessa perspectiva (e.g. Cavalcanti & Brito Lima, 2018; Bastos & Cavalcanti, 2018) com a expectativa de esboçar um mapa de reconhecimento.

Para construção desse mapa de reconhecimento definimos dois (02) territórios – Teses e Dissertações e a partir deles buscamos identificar: *Quantas* teses e dissertações foram desenvolvidas sobre Robótica Educacional? *Quem* foram

os autores e orientadores? *Onde* foram desenvolvidas, isto é, em quais programas de pós-graduação, quais universidades, e em quais regiões do país? *Quando* foram produzidas?

Um estudo com essas características poderia ser realizado de diferentes maneiras. Nossos procedimentos foram: (a) delimitar o levantamento no catálogo de teses e dissertações da CAPES, e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); (b) pesquisa balizada pela utilização das palavras-chave “robótica” e “educacional”; (c) restrição dos resultados aos títulos, isto é, consideramos apenas as referências nas quais as palavras-chave definidas estavam contidas nos títulos.

Esclarecemos que, para a categorização dos programas de Pós-Graduação, decidimos classificá-los em três grupos, Programas de Pós-Graduação em Educação de forma geral, Programas de Pós-Graduação ligadas à Educação ou Ensino Específico (Ensino de Ciências e Matemática, Ensino de Física, Ensino de Ciências Exatas e entre outros) e Programas de Pós-Graduação voltados às Ciências Aplicadas (Engenharia Elétrica, Ciência da Computação, Informática, Química, Tecnologia, entre outros).

Panorama da produção científica sobre robótica educacional em teses e dissertações

Como já mencionamos na construção desse mapa de reconhecimento, definimos dois (02) territórios – Teses e Dissertações, os quais abordaremos de forma separada, como segue:

Território (1): Teses

A primeira tese identificada, intitulada ‘A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional’, foi defendida por **Daniel de Queiroz Lopes** no ano de 2008 no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e teve como orientadora a Prof.^a Dr^a. **Léa da Cruz Fagundes**.

Além dessa tese, conseguimos identificar mais 14, cujas referências podem ser encontradas no apêndice A. No quadro abaixo apresentamos as principais informações.

Quadro 1 - Teses por autor, ano e orientador(a)

Nº	Autor(a)	Orientador(a)	Ano
1	Daniel de Queiroz Lopes	Léa da Cruz Fagundes	2008
2	Alzira Ferreira Da Silva	Luiz Marcos Garcia Goncalves	2009
3	Rafael Vidal Aroca	Luiz Marcos Garcia Goncalves	2012
4	Milton Thiago Schivani Alves	Mauricio Pietrocola Pinto De Oliveira	2014
5	Sarah Thomaz De Lima As	Luiz Marcos Garcia Goncalves	2016
6	Paulo Henrique Lopes Silva	Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui	2017
7	Carla Da Costa Fernandes Curvelo	Luiz Marcos Garcia Goncalves	2017
8	Amilton Rodrigo De Quadros Martins	Adriano Canabarro Teixeira	2017
9	Ana Paula Giacomassi Luciano	Polonia Altoe Fusinato	2017
10	Renata Pitta Barros	Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui	2017
11	José Roberto Tavares de Lima	Helaine Sivini Ferreira	2018
12	Maria Ines Castilho	Lea Da Cruz Fagundes	2018
13	Clodogil Fabiano Ribeiro Dos Santos	Nilceia Aparecida Maciel Pinheiro	2018
14	Luiz Alberto Da Silva Junior	Marcelo Brito Carneiro Leao	2019
15	Marcos Roberto Da Silva	Arlindo Jose De Souza Junior	2020

Fonte: Apêndice A.

Como é possível perceber no quadro acima, além dos 15 autores dessas teses, a produção bibliográfica nesse território envolveu dez (10) orientadores. Sendo assim, alguns orientadores orientaram mais de uma (01) tese, como é o caso do Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves que orientou quatro (04) teses, o Prof. Dr. Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui que participou como orientador em duas (02) teses e a Prof.^a Dr.^a. **Léa da Cruz Fagundes** que participou como orientador em duas (02) teses. A figura abaixo apresenta a evolução da produção de teses no período de 2008 a 2020.

Gráfico 1 - Evolução da produção respectiva às teses de doutorado.



Fonte: Apêndice A.

Considerando o período de 2008 a 2020, observa-se que, por um lado, nos anos 2010, 2011, 2013 e 2015 não foram identificadas teses nessa temática. Por outro lado, o ano de 2017 se destaca com um terço das teses produzidas.

Distribuição por Regiões, Universidades e Programas de Pós-Graduação

O passo seguinte no desenvolvimento deste panorama geral, é descrever onde estas teses foram produzidas. A tabela 1 sintetiza as informações obtidas no Apêndice A, sobre a distribuição das teses por regiões.

Tabela 1 – Distribuição de teses por Região

Região	Quantidade/%	
Região Nordeste	8	53,33%
Região Sul	5	33,33%
Região Sudeste	2	13,33%
Região Norte	0	0%
Região Centro Oeste	0	0%
Total	15	100%

Fonte: Apêndice A.

Podemos observar que oito (08) teses foram produzidas na região Nordeste sendo seis (06) no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e duas (02) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Já na região Sul, foram quatro (05) teses, sendo duas (02) no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, uma (01) no Programa de Pós-Graduação em

Estudos de Educação da Universidade de Passo Fundo, uma (01) no Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá e uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Na região Sudeste foram duas (02) teses, uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de São Paulo e uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia. Não identificamos nesse território produções nas regiões Norte e Centro Oeste.

A distribuição das teses por regiões/universidades aponta para uma concentração maior em uma instituição que se destaca como nicho de produção nesse território, no caso, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte. As demais teses estão distribuídas de maneira pulverizada entre sete (07) outras instituições com uma tese cada (UFRPE, USP, UFU, UPF, UEM, UFRGS e UTFPR). Analisando os programas de pós-graduação, temos que as teses produzidas na UFRN foram em um Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, enquanto as demais foram em programas das áreas de Educação e Ensino.

Se considerarmos que os programas de Educação ou Ensino em Ciências e/ou Matemática, assim como o programa de Informática na Educação, estão todos ligados ao campo da Educação, conseguimos identificar uma tendência dos programas que tem abordado esta temática em suas pesquisas. Em relação às pesquisas desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, conseguimos identificar uma busca pela compreensão da utilização desse recurso por profissionais específicos, em ciências aplicadas.

Território (2): Dissertações

A primeira dissertação que identificamos, foi defendida por Ivonete Terezinha Ortolan, sendo a mesma orientada pelo Prof. Dr. Rogério Cid Bastos, em 2003, no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), essa dissertação teve como título '**Robótica Educacional: Uma experiência construtiva**'.

Conseguimos identificar no presente estudo, um total de 93 dissertações, em cujos títulos apresentam a menção a Robótica Educacional, tais referências podem

ser encontradas no apêndice B, a seguir apresentaremos no quadro 2 as principais informações obtidas sobre estas dissertações.

Quadro 2 - Dissertações por autor, ano e orientador(a)

Nº	Autor(a)	Orientador(a)	Ano
1	Ivonete Terezinha Ortolan	Rogério Cid Bastos	2003
2	Silvana do Rocio Zilli	Ana Maria Benciveni Franzoni	2004
3	Leonardo Cunha De Miranda	Fábio Ferrentini Sampaio	2006
4	Viviane Gurgel de Castro	Luiz Marcos Garcia Gonçalves	2008
5	Christina Paula De Camargo Curcio	Gilson Paulillo	2008
6	Karina Disconsi Maliuk	Francisco Egger Moellwald	2009
7	Lilian Gonçalves Braz	Silvia Silva Da Costa Botelho	2010
8	Maritza Costa Moraes	Débora Pereira Laurino	2010
9	Cristiane Pelisoli Cabral	Rosane Aragón De Nevado	2011
10	Fernando Da Costa Barbosa	Arlindo José De Souza Junior	2011
11	Marcos De Castro Pinto	Marcos Da Fonseca Elia	2011
12	Rodrigo Barbosa E Silva	Luiz Ernesto Merkle	2012
13	Carla Da Costa Fernandes Curvelo	Luiz Marcos Garcia Goncalves	2013
14	Sarah Thomaz De Lima As	Luiz Marcos Garcia Goncalves	2013
15	Rafael Machado Alves	Fabio Ferrentini Sampaio	2013
16	Ronnie Petter Pereira Zanatta	Charlie Antoni Miquelin	2013
17	Rafael Henriques Nogueira Diniz	Miriam Stassun Dos Santos	2014
18	Flavio Miranda Dos Santos	Rigoberto Gregorio Sanabria Castro	2014
19	Marfalda Arraes Galvao	Paulo Benicio Melo De Sousa	2014
20	Carlos Antonio Pereira Junior	Márlon Herbert Flora Barbosa Soares	2014
21	Ana Paula Giacomassi Luciano	Polonia Altoe Fusinato	2014
22	Patricia Nadia Nascimento Gomes	Ronei Ximenes Martins	2014
23	Carlos Alberto Pedroso Araujo	Jose Ricardo E Souza Mafra	2015
24	Rosimeri Gonzaga Guarenti	Luis Otoni Meireles Ribeiro	2015
25	Willian Dos Santos Rodrigues	Jose Marcos Lopes	2015
26	Crijina Chagas Flores	Jorge Alberto Prado De Campos	2015
27	Marcio Lucio Dias Pereira	Carlos Fernando De Araujo Junior	2015
28	Rafael Macacchero Lago De Sa Rodrigues	Rodrigo Penteado Ribeiro De Toledo	2015
29	Josilda Dos Santos Nascimento Mesquita	Mirian Pacheco Silva Albrecht	2015
30	Mauricio Ribeiro Gomes	Marcos Da Fonseca Elia	2015
31	Mara Cristina De Moraes Garcia	Márlon Herbert Flora Barbosa	2015

		Soares	
32	Andre Rachman Dargains	Fabio Ferrentini Sampaio	2015
33	Edvanilson Santos De Oliveira	Abigail Fregni Lins	2015
34	Leonardo Rocha Moreira	Victor Hugo Costa De Albuquerque	2016
35	Ana Paula Stoppa Rabelo	Mauro Antonio Andreata	2016
36	Marden Eufrazio Dos Santos	Andrea Pereira Mendonca	2016
37	Roseli Fornaza	Carine Geltrudes Webber	2016
38	Alessio Inacio Cagliariari	Adriano Canabarro Teixeira	2016
39	Walex Fernandes Lima	Márlon Herbert Flora Barbosa Soares	2016
40	Joao Paulo Da Silva Santos	Alexandro Cardoso Tenorio	2016
41	Luciane Puglisi Marreto	Giovana Galvao Tavares	2016
42	Tarsio Ribeiro Cavalcante	Maria Olivia Mattos Oliveira	2016
43	Luso Soares Madureira	Ismar Frango Silveira	2016
44	Adriano Fonseca Silva	Jalles Franco Ribeiro Da Cunha	2016
45	Thiago Melo Alexandrino	Luciane Mulazani Dos Santos	2017
46	Elder Dos Santos Teixeira	Auzuir Ripardo De Alexandria	2017
47	Rubens Lacerda Queiroz	Fabio Ferrentini Sampaio	2017
48	Elisa Sa Britto Castro Alves	Marcos Andre Betemps Vaz Da Silva	2017
49	Marcelo Schiller De Azevedo	Marcos Andre Betemps Vaz Da Silva	2017
50	Dimitri Alli Mahmud	Simone De Almeida Delphim Leal	2017
51	Mariana Cardoso Balaton	Maria Da Graca Moreira Da Silva	2017
52	Wagner Titon	Alejandro Rafael Garcia Ramirez	2017
53	Candida Dolores Antunes Varela	Germano Bruno Afonso	2017
54	Rodrigo Sousa Da Cruz	Doriedson Alves De Almeida	2017
55	Marcel Leite Rios	Jose Francisco De Magalhaes Netto	2017
56	Mauricio Veiga Da Silva	Wolmir Jose Bockel	2017
57	Ramieri Da Cunha Passos	Cristina Maria Carvalho Delou	2017
58	Wesley Borges Costa	Mauro Antonio Andreata	2018
59	Rodrigo Biehl	Silvana Neumann Martins	2018
60	Luiz Roberto Cuch	Luciano Frontino De Medeiros	2018
61	Heitor Felipe Da Silva	Ana Beatriz G Pimenta de Carvalho	2018
62	Edjane Mikaelly Silva De Azevedo	Deise Juliana Francisco	2018
63	Ana Amabile Gabrielle Rodrigues Leite	Ludgleydson Fernandes De Araujo	2018
64	Murilo Lopes De Souza	Marcionilio Teles De Oliveira Silva	2018
65	Angel Pena Galvao	Jose Ricardo E Souza Mafra	2018
66	Juliana Wallor De Andrade	Rosane Rossato Binotto	2018
67	Caroline Maffi	Thaiza Jacintho Muller	2018

68	Wagner Faria De Souza	Iuri Andreas Reblin	2018
69	Jose Etiene Bezerra Junior	Rommel Wladimir De Lima	2018
70	Tiago Pereira Armao	Luciele Rodrigues Nunes	2018
71	Juliana Faoro Gomes	Carlos Otavio Zamberlan	2018
72	Ricardo Silverio Gomes Pinheiro	Márlon Herbert Flora Barbosa Soares	2018
73	Fernando Barros da Silva Filho	José Rogério Santana	2019
74	Naltilene Teixeira Costa SILVA	Michael Lee SUNDHEIMER	2019
75	Luiz Clementino Neto	Orivaldo Vieira de Santana Júnior	2019
76	Denilton Silveira de Oliveira	Luciane Terra dos Santos Garcia	2019
77	Gleyna Lemos Leonez de Araújo	Cintia Alves Salgado Azoni	2019
78	Carlos Henrique Jorge	Marcele Câmara de Souza	2019
79	Janaina de Oliveira Reis Toureiro	Gilson Junior Schiavon	2019
80	Vagner Lucio Paulino	Rodrigo Claudino Diogo	2019
81	Alessandro Siqueira Da Silva	Márcia Jussara Hepp Rehfeldt	2019
82	Anselmo Pestana Ribeiro Costa	Fabio Ferrentini Sampaio	2019
83	Carlos Alberto Schettini Pinto	Marco Antonio Barbosa Braga	2019
84	Giane Fernanda Schneider Gross	Marco Aurélio Kalinke	2020
85	Neumar Regiane Machado Albertoni	Marco Aurélio Kalinke	2020
86	Charlene Zilio	Marcia Finimundi Nobile	2020
87	Erica Oliveira dos Santos	Marco Aurélio Kalinke	2020
88	Rangel Zignago	Leonardo José da Silva	2020
89	James Batista Figueiredo	Debora Leite Silvano	2020
90	Marcelo Dos Santos Bezerra	Elda Silva Do Nascimento Melo	2020
91	Rodrigo Segatto	Adriano Canabarro Teixeira	2020
92	Amilson Araujo	Kleber Cavalcanti Serra	2020
93	Keli Cristina Luchese	Felipe Damasio	2021

Fonte: Apêndice B.

Analisando o quadro 2, verificamos a evolução do número de dissertações defendidas, as quais trazem alguma menção a Robótica Educacional em seus títulos. A figura abaixo apresenta a evolução da produção no período de 2003 a 2021.

Gráfico 2 - Evolução da produção respectiva às dissertações de mestrado.



Fonte: Apêndice B.

Como pode ser observado na figura 2, considerando o período de 2003 a 2021, observa-se que, por um lado, nos anos 2005 e 2007 não foram identificadas dissertações nessa temática. Por outro lado, o ano de 2018 se destaca, pois foram defendidas 15 dissertações, o que representa mais que o triplo da média de dissertações por ano, em que considerando o período de 2003 a 2021 obtemos uma média de quatro (04) a cinco (05) dissertações por ano.

Como é possível verificar no quadro 2, além dos 93 autores dessas dissertações, a produção bibliográfica nesse território envolveu 77 orientadores. Sendo assim, sete (07) destes orientaram mais de uma dissertação, destacando-se o Prof. Dr. Fábio Ferrentini Sampaio (UFRJ) que orientou cinco (05) dissertações, o Prof. Dr. Marlon Herbert Flora Barbosa Soares (UFG) que orientou quatro (04) dissertações, o Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke (UTFPR) que orientou três (03) dissertações, o Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves (UFRN) que orientou três (03) dissertações, o Prof. Dr. Mauro Antonio Andreato (UFG), o Prof. Dr. Adriano Canabarro Teixeira (URI), o Prof. Dr. Marcos Andre Betemps Vas da Silva (IFSul), o Prof. Dr. Marcos da Fonseca Elia (UFRJ) e o Prof. Dr. Jose Ricardo e Souza Mafra (UFRJ) que orientam cada um duas (02) dissertações.

Distribuição por Regiões, Universidades e Programas de Pós-Graduação

Assim como fizemos em relação às teses, buscamos analisar *onde* as dissertações foram produzidas, através das suas distribuições por região,

universidades e programa de pesquisa. A tabela 2 sintetiza as informações obtidas no Apêndice B, sobre a distribuição das dissertações por regiões.

Tabela 2 – Distribuição de dissertações por Região

Região	Quantidade/%	
Região Nordeste	23	25%
Região Sul	33	35,5%
Região Sudeste	19	20%
Região Norte	06	6,5%
Região Centro Oeste	12	13%
Total	93	100%

Fonte: Apêndice B.

Os dados da tabela 2 nos apontam que a região Sul se apresentou como o principal polo da produção de dissertações de mestrado das que inventariamos, concentrando 33 delas, em seguida apresenta a Nordeste com 23 dissertações, precedida da região Sudeste com 19 dissertações investigadas. Na região Centro-Oeste foram identificadas 12 dissertações, e por fim, na região Norte foram identificados apenas seis (06) dissertações.

Conseguimos observar que as 33 dissertações defendidas na região Sul, foram desenvolvidas em 23 Programas de Pós-Graduação, que fazem parte de 17 universidades. Nas universidades UFRGS, UFSC, UTFPR e FURG, as dissertações foram desenvolvidas em dois ou mais Programas de Pós-Graduações distintos. Dessas 33 dissertações produzidas na região Sul, quatro (04) foram desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, e uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, ambos da Universidade Tecnológica Federal Do Paraná (UTFPR). Quatro (04) instituições desenvolveram três (03) dissertações cada (UFRGS, UFSC, IFSul e FURG), outras três (03) instituições desenvolveram duas (02) dissertações cada (URI, UNINTER e FUVATES), as demais dissertações estão distribuídas de maneira pulverizadas entre nove (09) outras instituições com uma (01) dissertação cada (UNIVALI, LACTEC, UNIVATES, UEM, UCS, UDESC, UFFS, PUCRS e EST).

Caso desejemos desenvolver uma categorização como no caso das teses, conseguiremos identificar que os programas de pós-graduação ligado ao campo da

Educação totalizam 25 dissertações do total de 33 produzidas na região Sul, dessas 25 dissertações, identificamos que uma (01) dissertação é de Programa de Pós-Graduação em Educação (no geral) enquanto as outras 24 são de Programas de Pós-Graduação ligadas à Educação ou Ensino Específico (Ciências e Matemática, Física, Educação e Novas Tecnologias), também identificamos a existência de oito (08) Programas de Pós-Graduação de classificamos como voltados a Ciências Aplicadas.

As 23 dissertações inventariadas da região Nordeste, foram desenvolvidas em 19 Programas de Pós-Graduação, distribuídos em 15 universidades. Destas, a UFRN e a UFRPE foram as únicas que tiveram dissertações identificadas em mais de um Programa de Pós-Graduação. Dessas 23 dissertações produzidas, três (03) foram desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, duas (02) no Programa de Pós-Graduação em Educação, uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Psicologia, ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), duas (02) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, ambos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). As demais dissertações estão distribuídas entre 12 outras instituições com uma dissertação cada (UECE, UERN, UFC, UFPE, UFERSA, UNIFACS, UEPB, UNEB, IFCE, UFPI, UFal e UNIFOR).

Em relação aos programas de Pós-Graduação das 23 dissertações identificadas constatamos que 11 podem ser categorizados como ligadas ao campo da Educação, com destaque ao Programas de Ensino de Ciências e Matemática que totalizaram cinco (05) dissertações, um (01) em Educação de Jovens e Adultos (UNEB), destacamos a existência de Programas de Pós-Graduação ligados a Ciências Aplicadas e suas respectivas quantidades de produções: Engenharia Elétrica (03), Computação Aplicada (01), Ciência da Computação (01), Cognição, Tecnologias e Instituições (01), Sistemas e Computação (01), Engenharia de Telecomunicações (02), Psicologia (01) e Informática aplicada (01), dentre estes o

que obteve o maior quantitativo de produções foi o Mestrado em Engenharia Elétrica da UFRN.

Na região Sudeste, observamos a distribuição de 19 dissertações em 12 Programas de Pós-Graduação inseridos em 12 universidades do Sudeste, dessas 12 universidades nenhuma obteve dissertações em mais de um Programa de Pós-Graduação. Dessas 19 dissertações produzidas na região Sudeste, oito (08) foram desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que aponta para uma concentração maior dessa instituição a nível nacional. As demais dissertações estão distribuídas de maneira pulverizadas entre 11 outras instituições com uma dissertação cada (CEFET-MG, UENF, UFLA, UNESP, UFABC, PUC-SP, UFF, CEFET-RJ, UERJ, UFJF e UFU).

Em relação aos Programas de Pós-Graduação, além das oito (08) desenvolvidas pela UFRJ, no Programa de Pós-Graduação em Informática, ainda conseguimos constatar a existência de seis (06) dissertações que estão envolvidas no campo da Educação, seja de forma geral (03), ou de forma mais específica (03). As demais dissertações, assim como as oito (08) da UFRJ são categorizadas como Ciências Aplicadas.

Na região Centro-Oeste, conseguimos observar que as 12 dissertações inventariadas foram produzidas em sete (07) Programas de Pós-Graduação ligados a quatro (04) universidades. As instituições UFG e IFG tiveram dissertação desenvolvidas em dois ou mais Programas de Pós-Graduação, com destaque a UFG e teve trabalhos envolvidos em três programas distintos. Dessas 12 dissertações produzidas, duas (02) foram desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, quatro (04) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, duas (02) no Programa de Pós-Graduação em Química, todos programas da Universidade Federal de Goiás (UFG), uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Educação, Profissional e Tecnológica, ambas do Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia De Goiás (IFG), as demais dissertações estão distribuídas entre duas (02) outras instituições com uma dissertação cada (UniEvangélica e UEMS).

Os dados demonstram que, o desenvolvimento de dissertações que trazem a Robótica Educacional em seus títulos na região Centro-Oeste, estão bastante ligadas ao campo da Educação, visto que, das 12 dissertações investigadas, oito (08) são de Programas de Pós-Graduação ligados à Educação ou Ensino Específico, e ainda, quatro (04) dissertações voltadas a Ciências Aplicadas.

Na região Norte, as seis (06) dissertações foram desenvolvidas em quatro (04) Programas de Pós-Graduação ligados a quatro (04) universidades. Dessas seis (06) dissertações produzidas, três (03) foram desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal Do Oeste Do Pará (Ufopa), as demais dissertações estão distribuídas entre três (03) outras instituições com uma dissertação cada (IFAM, UNIFAP e UFAM).

Em relação aos Programas de Pós-Graduação, das seis (06) dissertações desenvolvidas na região Norte, constatamos que quatro (04) delas estão ligadas ao campo da Educação, sendo três (03) em programas em Educação (geral), e uma (01) ligada à Educação ou Ensino Específico, além de duas (02) dissertações em programas voltados a Ciências Aplicadas.

Os dados do Apêndice B, demonstram dois grupos de pós-graduação, os que estão ligados ao campo da Educação totalizando 54 dissertações, e os que estão ligados as Ciências Aplicadas que totalizam 39 dissertações. Em relação aos programas de pós-graduação ligados à educação ou ensino específico foram produzidas 44 dissertações, conseguimos identificar uma grande demanda da utilização da Rob-Ed voltada ao ensino de ciências e matemática, sendo assim, podemos dizer que os dados confirmam a vocação da Robótica Educacional como problemática fortemente ligada ao ensino de ciências e matemática. O segundo grupo, referente aos programas de pós-graduação ligados às Ciências Aplicadas, demonstra interesse em diversas áreas das ciências em utilizar a Rob-Ed como recurso para uma melhor investigação dos conceitos relativos a essas áreas.

Resultados e considerações

A partir dos resultados do presente estudo, conseguimos desenvolver o panorama da produção científica brasileira sobre a menção a robótica educacional no catálogo de teses e dissertações da CAPES e da Biblioteca Digital Brasileira de

Teses e Dissertações (BDTD), dessa forma, destacamos que a possibilidade de produção de novas pesquisas torna relevante a ampliação deste panorama, seja considerando outros territórios exploratórios como artigos publicados em periódicos, artigos publicados em eventos realizados no Brasil ou considerando a produção em anos posteriores a 2021.

Devido a Robótica Educacional ser uma metodologia de ensino e bastante recente, só conseguimos encontrar dados referentes às duas (02) últimas décadas, porém considerando as informações que levantamos nesse estudo acreditamos que tal metodologia irá se desenvolver e angariar cada vez mais pesquisadores, tendo em vista o número cada vez maior de produções (teses e dissertações) a partir de 2013. Analisando os Apêndices A e B, podemos verificar que dos 108 trabalhos inventariados, mais de 86% correspondem a dissertações de mestrado, e mais de 13% dos trabalhos são voltados a teses de doutorado. Ainda nesses apêndices, é demonstrado que do período de 2003 a 2012, tanto a quantidade de teses como a de dissertação resultam em um número bastante inexpressivo, não passando de três (03) trabalhos por ano, destacamos também que o número de trabalho desenvolvido durante esse período foi de 15 trabalhos, o que corresponde apenas a quantidade de dissertações realizadas no ano de 2018.

Conseguimos constatar que o número de trabalho desenvolvido no período de 2013 a 2021 aumentou de forma bastante significativa, o que ocorreu tanto em pesquisas em nível de doutorado como em nível de mestrado, a média de produção durante esse período foi de 10 a 11 trabalhos por ano, o que demonstra interesse sobre essa temática. Ressaltamos que, 2017 e 2018, foram os anos que obtiveram o maior número de produção tanto de teses, como dissertações, totalizando em cada ano 18 trabalhos. Cabe o destaque que as regiões Nordeste e Sul ostentam posições de vanguarda em nível nacional em pesquisa sobre esta temática, visto que, o quantitativo de produções dessas duas regiões equivale a mais de 63% da produção total.

O presente panorama nos permitiu responder o questionamento de *quantos*, *quem* e *onde* já fizeram algo a respeito? Como é previsto na sistematização desenvolvida por Cavalcanti (2015, p. 220), destacamos que, a partir desse mapeamento pretendemos realizar outros estudos mais analíticos da própria

bibliografia repertoriada, isto é, através do desenvolvimento de um cenário específico (mapeamento vertical) iremos para investigar tendências e perspectivas, dessa forma, o presente estudo se trata de uma produção inicial que será utilizada para designar referências para um *corpus* de análise em um mapeamento vertical.

Cabe ressaltar que o presente artigo faz parte de uma coletânea que, por sua vez, irá compor o corpo de uma dissertação no formato *multipaper*, a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática-PPGECM da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, com requisito para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Referências

Aroca, R. V. Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2012. Orientador: Luiz Marcos Garcia Goncalves.

Bastos, A. A.; Cavalcanti, J. D. B. *Um panorama da produção científica acerca da noção de relação ao saber (rapport au savoir) no período de 2015 a 2018*. International Journal Education And Teaching (PDVL) ISSN **2595-2498**, v. 1, n. 3, p. 127 - 152, 30 dez. 2018.

Biembengut, M. S. *Mapeamento na pesquisa educacional*. Ciência Moderna, 2008.

Campos, F. R. **Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica**. (Dissertação de Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011.

Cavalcanti, J. D. B. *A noção de relação ao saber: história e epistemologia; panorama do cenário francófono e mapeamento de sua utilização na literatura científica brasileira*. Tese. Doutorado em Ensino das Ciências. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2015.

Cavalcanti, J. D. B.; Lima, A. P. A. B. *A utilização da noção de relação ao saber (rapport au savoir) no contexto do Ensino de Matemática: mapeamento inicial de referências bibliográficas*. Ciência & Educação (Bauru) [online]. v. 24, n. 4. 2018, Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1516-731320180040016>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

Oliveira, E. S. *Robótica Educacional e Raciocínio Proporcional: Uma discussão à luz da Teoria da Relação com o Saber*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, 2015.

Papert, S. *A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática*. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

Santos, R.C., Silva, M. D. F. da. *A robótica educacional: entendendo conceitos*. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 345-366, set./dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/10965>. Acesso em: 03 Dez. 2021.

Silva, A. F. *ROBOEDUC: Uma metodologia de aprendizado com robótica educacional*. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte. Natal, 2009. Orientador: Luiz Marcos Garcia Goncalves.

5.2 Artigo II - cenário específico da produção científica brasileira sobre a robótica educacional no ensino de matemática

Resumo

O presente estudo apresenta o cenário específico da produção científica brasileira acerca da utilização da Robótica Educacional no contexto específico do ensino de matemática. A natureza desse estudo foi exploratória analítica, utilizando o mapeamento na pesquisa educacional através do direcionamento vertical como metodologia para estudo bibliográfico. Dos 108 trabalhos inventariados no mapeamento geral constatamos que apenas 26 utilizavam a Robótica Educacional no ensino de Matemática o que corresponde a aproximadamente 24%. Desta forma, no presente estudo abordamos esses 26 trabalhos com objetivo de compreender a forma com que a Robótica Educacional tem sido utilizada, para isso, construímos algumas categorias para nos auxiliar nesse processo analítico, nas quais investigamos a forma com que Robótica Educacional tem sido utilizada e a forma com que a Matemática é utilizada nesses trabalhos, quais são os kits de robótica que são utilizados, quais são os conteúdos matemáticos que são mais abordados, e ainda, se a Robótica Educacional tem sido utilizada de forma atrelada a outras metodologias de ensino. Por fim, acreditamos que tais informações podem contribuir de forma significativa para o cenário da Robótica Educacional no ensino de matemática, visto que possibilita uma melhor compreensão de tais pesquisas, e assim da metodologia.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Ensino de Matemática, Mapeamento, Teses e Dissertações.

Introdução

Os grandes avanços tecnológicos desenvolvidos nas últimas décadas e o contato imediato que os atuais estudantes possuem com tais avanços têm pressionado as escolas em integrarem essas tecnologias em seu processo de ensino e aprendizagem. Contudo, é importante ter em mente que não basta desenvolver essa integração, mas que ela seja feita de uma forma a privilegiar o interesse dos estudantes, assim como, contribuir com o desenvolvimento de sentido e significado para os conteúdos estudados. Dessa forma, acreditamos que a Robótica Educacional⁴ possui um grande potencial de produção de sentido aos conteúdos vistos em sala de aula, em especial aos de Física, Química e Matemática, pois a partir da utilização dos materiais atualmente de fácil acesso, como os kits de Robótica Educacional da Lego, Arduino, e da FisherTechnike, podemos investigar os

⁴ Que daqui pra frente mencionaremos como Rob-Ed.

conceitos científicos e utilizar dos conteúdos matemáticos com o objetivo de interagir com robôs.

Embora a Rob-Ed seja vista como uma temática de pesquisa relativamente recente no cenário brasileiro, a mesma tem sido investigada desde os anos 60, a partir das pesquisas desenvolvidas por Seymour Papert, no Laboratório de Inteligência Artificial do MIT (Massachusetts Institute of Technology), nos Estados Unidos, que sua gênese partiu da visão de Papert de crianças usarem computadores como instrumentos de aprendizagem. Durante o seu desenvolvimento da metodologia Lego, Papert desenvolveu a metodologia construcionista, a partir de uma antagonia, com o que ele nomeava de instrucionismo, que é inserir o computador no ensino tradicional. Nesta proposta, o autor desenvolve a ideia de que os estudantes devem aprender a partir de uma construção de mundo, agindo sobre os objetos do conhecimento, que eles mesmos desenvolvam, sendo essa construção intermediada por computadores.

A busca por um olhar mais heurístico acerca da produção científica sobre uma determinada temática, tem levado uma grande produção de pesquisas bibliográficas, entre as diversas metodologias de pesquisas bibliográficas existentes, utilizamos no presente estudo a proposta de Mapeamento na Pesquisa Educacional, a partir do direcionamento do mapeamento vertical proposto por Cavalcante (2015), como alternativa para nos localizarmos na produção científica brasileira acerca da utilização da Rob-Ed no ensino de Matemática, a partir desse estudo, conseguimos investigar como se dá a utilização da Rob-Ed e ainda identificar algumas lacunas e novas perspectivas de estudo sobre esta temática.

Para compreender a forma com que a Rob-Ed tem sido utilizada nas aulas de Matemática desenvolvemos a investigação a partir dos questionamentos:

Quantas teses e dissertações foram desenvolvidas em território nacional, que utilizaram a Rob-Ed no processo ensino-aprendizagem de Matemática? Quem foram os autores e os respectivos orientadores desses trabalhos? Em quais programas de pós-graduação esses trabalhos foram desenvolvidos? Qual a forma com que a Matemática é utilizada durante essas atividades? A Rob-Ed é utilizada de forma exclusiva ou atrelada a outras metodologias de ensino? Quais eram os kits utilizados? De que forma o estudante aprende matemática utilizando a Rob-Ed?

Esses questionamentos nos permitiram compreender o cenário mais específico acerca da utilização da Rob-Ed nos processos de ensino e aprendizagem, o que nos possibilitou um olhar mais direcionado acerca da forma com que a robótica é utilizada no ensino de Matemática.

O presente estudo faz parte de uma coletânea que, por sua vez, irá compor o corpo de uma dissertação no formato *multipaper*, a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática-PPGECM da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Inicialmente abordaremos a Robótica Educacional – Rob-Ed, a seguir apresentamos a proposta de estudo bibliográfico pautado no Mapeamento na Pesquisa Educacional a partir do cenário específico como é desenvolvido por Cavalcante (2015), com vista a compreender tal cenário específico construímos algumas categorias pertinentes a temática estudada, e após a apresentação dos dados encontrados durante a construção desse cenário específico, discutimos tais resultados e apontamos algumas considerações pertinentes para tal temática, como perspectivas futuras e elucidação de tendências.

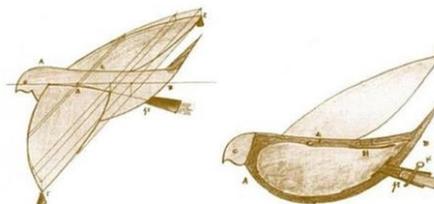
Aspectos sobre as origens dos Robôs e a Robótica Educacional – Rob-Ed

Entendendo o robô a partir da definição apresentada por Maliuk (2009):

Um **robô** (ou **Robot**, em inglês) é um dispositivo multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar materiais, peças, ferramentas ou equipamentos especializados através de movimentos variados e programados, para execução de uma imensa variedade de tarefas. Maliuk (2009, pag. 32).

Claramente, esta definição não abarca os primeiros robôs que foram desenvolvidos durante a história da robótica, haja vista, os primeiros modelos de robôs que foram desenvolvidos pela civilização grega, que se tratavam de modelos com aparência humana ou animal sem necessidade prática nem econômica, como menciona Maliuk (2009) sobre o robô de Arquitas de Tarente, um matemático e filósofo, construído por volta de 350 a. C., ele criou um pássaro mecânico de madeira que foi batizado de “o pombo” utilizando propulsão a vapor e jatos de ar comprimido.

Figura 1 - Esboço do pássaro mecânico “o pombo”



Fonte: Afonso (2021)

A Revolução Industrial teve um papel preponderante no avanço da robótica, pois considerando as três primeiras revoluções industriais iniciando pela criação das máquinas a vapor, passando pela segunda revolução que se deu através do uso do diesel e da eletricidade para alimentar as fábricas no final do século XIX e começo do século XX, até chegar na terceira revolução industrial quando os eletrônicos passaram a ser utilizados para permitir o impulsionamento e o avanço das tecnologias nas fábricas com o objetivo de aumentar a produtividade. A terceira revolução apresenta um salto imenso em relação a segunda devido a possibilidade de automação através de eletrônicos e da computação, como o uso de chips de circuitos integrados, sistemas digitais lógicos, microprocessadores e entre outros, neste sentido, os robôs começaram a ser implementados em indústrias como: automobilística, petrolífera, mineração e têxtil com o objetivo de substituir a mão de obra humana em atividades que poderiam ser implementadas por máquinas que por sua vez reduziria bastante o fator do erro humano, e devido o incentivo dessas indústrias extremamente lucrativas a robótica passou a ser desenvolvida cada vez mais rápida e amplamente.

Cabe salientar que o termo robô foi popularizado em 1921 através da peça teatral do dramaturgo tcheco Karel Capek, em sua peça “Os Robôs Universais de Roussum”, em que o personagem imitava uma máquina com semelhanças aos seres humanos. Entretanto, caso desejemos compreender a utilização da robótica de uma forma mais geral, e não apenas ligadas a modelos humanoides, conseguimos encontrar durante a história da humanidade vários deles sendo utilizados a partir de necessidades práticas e econômicas, como os dispositivos hidráulicos Gregos utilizados nas estatuas, os mecanismos que possibilitavam o

tocar dos sinos nas catedrais durante a Idade Média, em especial dispositivos ainda mais sofisticados como, o galo mecânico que pertencia originalmente à catedral de Estrasburgo: construído em 1354, que para anunciar as horas batia as asas e lançava o seu cocorocó, assim como os dispositivos mecânicos em braços de estátuas de faraós Egípcios.

Fotografia 1 - Estátua Egípcia com braço mecânico e autômato grego



Fonte: Afonso (2021)

Fotografia 2 - Galo mecânico acionado pelo relógio da catedral de Estrasburgo



Fonte: Afonso (2021)

A partir da grande capilaridade que a robótica possui na sociedade contemporânea surge a necessidade de entendermos como poderíamos utilizar a robótica com objetivos educacionais, visto que, a utilização de robôs como mediadores do conhecimento, já vem sendo desenvolvida desde 1960 através das atividades de Seymour Papert, desde então a Rob-Ed tem sido estudada como uma proposta de angariar sentido e significado ao processo de ensino e aprendizagem, em particular para o ensino de Matemática. Portanto, no presente trabalho desenvolvemos o recorte das teses e dissertações que foram desenvolvidas no Brasil sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de Matemática.

Mapeamento na Pesquisa Educacional – Cenário específico

Para o desenvolvimento deste estudo, buscamos construir um cenário específico sobre a utilização da Rob-Ed como metodologia de ensino de Matemática, para isso, construímos o mapeamento vertical⁵ pautado nos resultados encontrados no estudo anterior, objetivando compreender como a Rob-Ed tem sido trabalhada e quais são as suas possibilidades para implemento no ensino de Matemática. Sobre mapeamento vertical, Cavalcanti (2015):

Já os questionamentos ‘**que** avanços foram conseguidos e **quais** problemas estão em aberto para serem levados adiante’ indicaria um estudo vertical que poderia ter como orientação o que está sob (isto é, os trabalhos já desenvolvidos – indicariam tendências) e o que está sobre (isto é, os trabalhos que podem ser desenvolvidos – indicariam perspectivas) a superfície da literatura científica (CAVALCANTI, *ibid.* p. 219, **negritos** do autor).

Neste sentido, o presente estudo objetiva buscar orientação do que está “sob” e o que está “sobre” o território, ou seja, trabalhos desenvolvidos e trabalhos a serem desenvolvidos sobre essa temática, que por sua vez nos permitirá encontrar tendências e perspectivas, que podem em muito contribuir para uma melhor compreensão do mesmo. A visão ampla deste cenário, possibilitará que consigamos perceber possíveis repetições em pesquisas o que levou Biembengut (2008. p. 3), a formular a gênese de estudos bibliográficos pautados no Mapeamento de Pesquisas Educacionais. Considerando o mapeamento vertical como uma démarche de pesquisa, iremos utilizar a categorização na análise do conteúdo para proceder com o estudo.

Categorização

Uma vez desenvolvido o cenário específico do panorama da produção científica brasileira sobre a Rob-Ed em teses e dissertações, desenvolvemos um estudo exploratório analítico com o objetivo de compreender a forma com que a Rob-Ed tem sido utilizado no ensino de matemática, para isso criamos algumas categorias que melhor delimitam as diversas possibilidades de utilização. O

⁵ Destaco que iremos utilizar a nomenclatura de mapeamento vertical pois acreditamos que melhor representa a construção desenvolvida.

processo de categorização foi utilizado neste estudo objetivando melhor compreender a forma com que os trabalhos inventariados utilizam a Rob-Ed no ensino de matemática, pois segundo Lima (2010), na categorização, o reconhecimento das similaridades e diferenças leva à criação de um conhecimento novo, pelo agrupamento de entidades, de acordo com as similaridades e diferenças observadas.

Lima (2010) apresenta a categorização como: “categorizar é agrupar entidades (objetos, ideias, ações, etc) por semelhança” dessa forma o ato de categorizar seria algo bem natural do ser humano devido à necessidade de classificar as coisas e ideias com o objetivo de melhor compreendê-las. Em relação ao processo de criação das categorias, (GALIAZZI; MORAES, 2005), apresentam que tais categorias podem ser criadas **a priori** sendo criadas antes do processo de análise dos dados, e também podem ser criadas no decorrer da análise **emergente**, nesse sentido destacamos que no decorrer da leitura de alguns trabalhos conseguimos construir as categorias como resultado das informações presentes nos dados, visto que, a forma com que os trabalhos abordavam a Rob-Ed no processo de ensino e aprendizagem de matemática nos levou a essas categorias.

É interessante ressaltar a existência de dois modelos de categorização conforme Lima (2010), sendo eles o **clássico** e o de **protótipos**, o modelo clássico tem origem na teoria clássica de Aristóteles, neste modelo as categorias são criadas apenas através das propriedades comuns a todos os seus elementos, segundo Lima (2010) sobre a categorização clássica: “nenhum membro pode ser considerado o melhor exemplo da categoria que os demais”, ainda nesse modelo, conseguimos construir uma explicação direta para o fato de separarmos membros dos não membros de uma categoria, ou seja, existe uma determinância do que faz os membros pertencerem a essa determinada categoria.

Já no modelo de protótipos criados por Eleanor Rosch, os membros são representados através de um grupo de características que possuem em comum, para que um novo elemento receba o status de membro de uma categoria é necessário que ele possua um grupo de características suficientemente similares ao protótipo, segundo Lima (2010):

Em outras palavras, um exemplo representativo de uma classe seria aquele que compartilhasse com os outros membros da categoria do maior número de características e que, por outro lado, compartilhasse de poucas características (ou nenhuma) com elementos provenientes de fora da classe. Lima (2010, p. 116)

Dessa forma existe a possibilidade de haver elementos com ordem hierárquica superior aos demais, isso quer dizer que existe a possibilidade de algum membro ser considerado o melhor exemplo da categoria. Destacamos que no processo de categorização de uma pesquisa existe a possibilidade de se trabalhar com mais de um modelo de categorização sendo os modelos clássicos e de protótipos utilizados em situações mais específicas. Segundo Lima (2010):

Pode ser que existam categorias que se adequam melhor ao modelo clássico e outras, ao modelo de protótipo. Uma solução híbrida combinando o aspecto central com um processo de identificação do conceito pode ser ainda considerada a mais eficiente na categorização como um processo cognitivo. Lima (2010, p. 120)

Cabe ressaltar que durante o desenvolvimento deste estudo, foi utilizado o modelo clássico, e em outras situações foi utilizado o modelo de protótipo, pois de forma particular as características das categorias demandaram a utilização de cada modelo. A utilização da categorização neste trabalho tem o papel de possibilitar uma boa percepção da forma com que a Rob-Ed tem sido utilizada, o que permite prospectar ações futuras a partir da compreensão das tendências e problemas já estudados.

Com o objetivo de identificar tendências e perspectivas sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática, desenvolvemos algumas categorias que nos permitiram construir essa identificação, a partir de uma análise inicial dos trabalhos inventariados no estudo anterior conseguimos identificar que a Rob-Ed, assim como é trazida por Costa (2004) acerca da tecnologia, pode ser utilizada como **objeto**, nesta categoria a própria robótica é o objetivo da aprendizagem, através do estudo da utilização de sensores, componentes atuadores e entre outros elementos pertinentes a robótica, essa categoria esteve de forma bastante presente nos trabalhos desenvolvidos em Programas de Pós Graduação voltados a tecnologias, como Engenharia Elétrica, Computação, Informática, e entre outros. Na análise dos trabalhos inventariados no presente estudo, conseguimos construir mais duas

categorias voltadas a utilização da robótica como ferramenta de ensino, sendo elas: a que o estudante irá aprender matemática usando a robótica como ferramenta de **construção** do conteúdo, nesta categoria o estudante irá aprender os conteúdos matemáticos ensinando o robô através da programação, dessa forma ao passo que o participante é posto em uma situação que necessita resolver um determinado problema para que o robô efetue uma atividade, ele será instigado a construir este conteúdo matemático, e por fim, identificamos a categoria em que o estudante poderá utilizar a robótica como ferramenta de **revisão** de um conteúdo estudado, nesta categoria os seus conhecimentos matemáticos são reforçados ao passo que utiliza a Rob-Ed como ferramenta concreta para apoiar os processos de reflexão sobre o conteúdo em questão.

Outras categorias que decidimos construir foi se a matemática era utilizada de forma **explícita** ou de forma **implícita**, cabe salientar que em diversos trabalhos principalmente os que são voltados a programação dos robôs (software) se faz necessário que os conceitos matemáticos sejam utilizados de forma **explícita**, visto que os conteúdos matemáticos são a chave para conseguir desenvolver a programação dos robôs principalmente no tocante às variáveis que são utilizadas. Em contrapartida existe ainda a possibilidade de utilizar a matemática de forma **implícita**, normalmente atrelada aos conceitos geométricos ligados ao hardware (parte física), tal utilização esteve presente em relações alegóricas entre as peças do robô e elementos geométricos.

Conseguimos identificar trabalhos que utilizavam a Rob-Ed de forma **exclusiva** e outros utilizavam de forma **atrelada** a outras metodologias de ensino, isso nos permitiu indicar tendências acerca da utilização da Rob-Ed em relação a outras metodologias de ensino, dessa forma, esclarecemos nesse estudo o quantitativo de trabalhos que utilizam a Rob-Ed de forma exclusiva e também os que utilizam de forma atrelada.

Apresentaremos também quais foram os **kits** de Rob-Ed que foram utilizados durante esses trabalhos, o que nos permitiu concluir quais são os kits mais utilizados e ainda outras possibilidades de kits.

Cenário específico da produção científica brasileira sobre a robótica educacional no ensino de matemática

Território (1): teses

Dentre as 15 teses que foram inventariadas no estudo anterior (NUNES, CAVALCANTI, MEDEIROS, 2022, no prelo), após a leitura criteriosa do título e dos resumos identificamos que apenas duas (02) trazem a menção a utilização da Robótica Educacional no ensino de Matemática, desta forma, identificamos que a tese de Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos (2018), assim como, a tese de Marcos Roberto da Silva (2020).

A tese Santos (2018), foi orientada pela Prof.^a Dr^a. Nicéia Aparecida Maciel Pinheiro no ano de 2018 no programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), esta tese teve como título: “A robótica Educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas”, dessa forma a mesma foi desenvolvida na região Sul. Ainda conseguindo identificar em Santos (2018), que tal estudo utiliza a Rob-Ed como ferramenta de **construção** do conteúdo matemático, identificamos que a Rob-Ed foi utilizada de forma **atrelada** a engenharia didática e a resolução de problemas, também observamos que os conceitos matemáticos foram abordados de forma **explícita**, por meio da escrita algébrica e geometria plana, e cabe o destaque para o material que foi utilizado que se trata do kit **Arduino**.

A tese Silva (2020) foi orientada pelo Prof. Dr. Arlindo José de Souza Júnior em 2019 no programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), esta tese teve como título: “Experiência com robótica educacional no estágio docência: uma perspectiva inventiva para a formação inicial dos professores de matemática”, tal tese foi desenvolvida na região Sudeste. Em relação a forma com que a Rob-Ed é utilizada na tese Silva (2020), conseguimos identificar que a mesma é utilizada como ferramenta de **construção** do conteúdo, dessa forma, os conceitos matemáticos são construídos a partir do desenvolvimento destas atividades, também identificamos que a Rob-Ed foi utilizado de forma **atrelada** a aprendizagem inventiva e a situações problemas, a mesma abordou os conceitos matemáticos de forma **explícita**, por meio de funções, geometria espacial, geometria

plana, sequências numéricas e regra de três, utilizando o kit de robótica **Mindstorms da Lego**.

Território (2): dissertações

Considerando que no estudo anterior desenvolvemos a investigação de 93 dissertações (NUNES, CAVALCANTI, MEDEIROS, 2022, no prelo), após a leitura criteriosa do título e dos resumos identificamos que 24 dessas dissertações trazem menção a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática.

A primeira dissertação que identificamos dentre as 24 que foram filtradas, foi a defendida por Karina Disconsi Maliuk, sendo a mesma orientada pelo prof. Dr. Francisco Egger Moellwald, em 2009, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), intitulada: "Robótica Educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática"

As referências dessas 24 dissertações podem ser encontradas no apêndice B, a seguir apresentamos as principais informações obtidas sobre essas dissertações.

Quadro 1 - Dissertações por autor, orientador(a) e ano

Nº	Autor(a)	Orientador(a)	Ano
1	Karina Disconsi Maliuk	Francisco Egger Moellwald	2009
2	Maritza Costa Moraes	Débora Pereira Laurino	2010
3	Flavio Miranda Dos Santos	Rigoberto Gregorio Sanabria Castro	2014
4	Patrícia Nádia Nascimento Gomes	Ronei Ximenes Martins	2014
5	Carlos Alberto Pedroso Araújo	Jose Ricardo E Souza Mafra	2015
6	Willian Dos Santos Rodrigues	Jose Marcos Lopes	2015
7	Marcio Lucio Dias Pereira	Carlos Fernando De Araujo Junior	2015
8	Edvanilson Santos De Oliveira	Abigail Fregni Lins	2015
9	Luso Soares Madureira	Ismar Frango Silveira	2016
10	Marden Eufrazio Dos Santos	Andrea Pereira Mendonca	2016
11	Thiago Melo Alexandrino	Luciane Mulazani Dos Santos	2017
12	Dimitri Alli Mahmud	Simone De Almeida Delphim Leal	2017
13	Ramieri Da Cunha Passos	Cristina Maria Carvalho Delou	2017
14	Angel Pena Galvão	Jose Ricardo E Souza Mafra	2018
15	Juliana Wallor De Andrade	Rosane Rossato Binotto	2018

16	Caroline Maffi	Thaisa Jacintho Muller	2018
17	Tiago Pereira Armao	Luciele Rodrigues Nunes	2018
18	Vagner Lucio Paulino	Rodrigo Claudino Diogo	2019
19	Carlos Henrique Jorge	Marcele Câmara de Souza	2019
20	Giane Fernanda Schneider Gross	Marco Aurélio Kalinke	2020
21	Neumar Regiane Machado Albertoni	Marco Aurélio Kalinke	2020
22	Charlene Zilio	Marcia Finimundi Nobile	2020
23	Erica Oliveira dos Santos	Marco Aurélio Kalinke	2020
24	Rangel Zignago	Leonardo José da Silva	2020

Fonte: Apêndice B

Analisando o quadro 1, verificamos a evolução do número de dissertações defendidas, as quais trazem a menção a utilização da Robótica Educacional no ensino de matemática. O gráfico abaixo apresenta a evolução da produção no período de 2009 a 2020.

Gráfico 1 - Evolução da produção respectiva às dissertações de mestrado.



Fonte: Apêndice B.

Como podemos observar na figura 1 que considerou o período de 2009 a 2020, o período em que se obteve o maior número de dissertações defendidas foi de 2014 a 2020 que somam 22 dissertações o que equivale a mais de 91% das dissertações que foram defendidas, com destaque para o ano de 2015, 2018 e 2019 que cada um obter uma quantidade igual ou superior a quatro (04) dissertações defendidas. Ainda sobre o quadro 2, além dos 24 autores das dissertações, a produção bibliográfica neste território envolveu 21 orientadores, sendo assim, o Prof. Dr. José Ricardo e Souza Mafra orientou duas (02) dissertações e o Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke orientou três (03) dissertações.

Com objetivo de identificar onde as dissertações foram produzidas, a tabela 1 apresenta as informações obtidas no apêndice B sobre a distribuição das dissertações por regiões.

Tabela 1 – Distribuição de dissertações por regiões

Região	Quantidade/%	
Região Nordeste	03	12,5%
Região Sul	10	41,67%
Região Sudeste	06	25%
Região Norte	04	16,67%
Região Centro Oeste	01	4,16%
Total	24	100%

Fonte: Apêndice B

Podemos identificar que 10 dissertações foram desenvolvidas na região Sul, sendo três (03) no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Educação: Química da Vida e Saúde e uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, ambos da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), uma (01) dissertação no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática e uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

Já na região Sudeste foram identificadas seis (06) dissertações, sendo uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Lavras (UFLA), uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Diversidade e Inclusão da Universidade Federal Fluminense (UFF), uma (01) no Programa de Pós-Graduação em

Matemática em Rede Nacional da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

Na região Norte foram identificadas quatro (04) dissertações sendo duas (02) desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa), uma (01) no Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazônia (IFAM) e uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

Na região Nordeste foram identificadas três (03) dissertações sendo duas (02) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL) e uma (01) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). E na região Centro-Oeste foi identificada uma (01) dissertação desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Dessa forma, a distribuição das dissertações por região/universidades se apresenta de forma pulverizada entre as instituições citadas, visto que, o máximo de dissertações desenvolvidas por Universidade foi de três (03) dissertações, o que não nos permite considerar como sendo uma tendência.

Seguindo a categorização dos Programas de Pós-Graduação desenvolvido no estudo anterior (NUNES, CAVALCANTI, MEDEIROS, 2022, no prelo), conseguimos identificar que das 24 dissertações inventariadas nesse estudo, três (03) foram desenvolvidos em programas de Pós-Graduação em Educação de forma geral, 14 dissertações foram desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação ligadas à Educação e/ou Ensino de Ciências Específico e sete (07) dissertações foram desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação voltados a Ciências Aplicadas (Matemática em Rede Nacional e Diversidade e Inclusão).

Estudo Exploratório Analítico

Com objetivo de compreender tendências e perspectivas sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de Matemática desenvolvemos a leitura dos resumos e das metodologias dessas dissertações. Destacamos que as dissertações de Pereira

(2015), Araújo (2015) e Madureira (2016), não foram investigadas neste momento, pois não conseguimos ter acesso a essas dissertações, quer seja através da plataforma Sucupira, no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), visto que as mesmas não foram anexadas, e ainda, não conseguimos acessá-las no banco de dados da biblioteca das referidas instituições. Inicialmente iremos desenvolver a categorização dessas pesquisas em estudos **propositivos**, que são aqueles em que o autor pretendeu apresentar uma proposta de atividade e/ou avaliar uma proposta de atividade desenvolvida, e também em estudos **teóricos**, no qual os autores pretendiam desenvolver uma investigação mais teórica acerca da Rob-Ed sem haver a intenção de propor atividades. Identificamos que as dissertações de Alexandrino (2017), Passos (2017) e Mahmud (2017), são caracterizados como estudos **teóricos**, dessa forma não é possível encontrar as informações que investigamos neste momento.

Portanto, as dissertações que foram investigados com o objetivo de compreender tendências e perspectivas sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática estão presentes no quadro a seguir.

Quadro 2 - Dissertações propositivas por autor, orientador(a) e ano

Nº	Autor(a)	Orientador(a)	Ano
1	Karina Disconsi Maliuk	Francisco Egger Moellwald	2009
2	Maritza Costa Moraes	Débora Pereira Laurino	2010
3	Flavio Miranda Dos Santos	Rigoberto Gregorio Sanabria Castro	2014
4	Patrícia Nádia Nascimento Gomes	Ronei Ximenes Martins	2014
5	Willian Dos Santos Rodrigues	Jose Marcos Lopes	2015
6	Edvanilson Santos De Oliveira	Abigail Fregni Lins	2015
7	Marden Eufrazio Dos Santos	Andrea Pereira Mendonca	2016
8	Angel Pena Galvão	Jose Ricardo E Souza Mafra	2018
9	Juliana Wallor De Andrade	Rosane Rossato Binotto	2018
10	Caroline Maffi	Thaiza Jacintho Muller	2018
11	Tiago Pereira Armao	Luciele Rodrigues Nunes	2018
12	Vagner Lucio Paulino	Rodrigo Claudino Diogo	2019
13	Carlos Henrique Jorge	Marcele Câmara de Souza	2019
14	Giane Fernanda Schneider Gross	Marco Aurélio Kalinke	2020
15	Neumar Regiane Machado Albertoni	Marco Aurélio Kalinke	2020

16	Charlene Zilio	Marcia Finimundi Nobile	2020
17	Erica Oliveira dos Santos	Marco Aurélio Kalinke	2020
18	Rangel Zignago	Leonardo José da Silva	2020

Fonte: Apêndice B

Conseguimos identificar que dentre as 18 dissertações que foram investigadas nesse momento, os trabalhos de Maliuk (2009); Moraes (2010); Santos (2014); Oliveira (2015); Maffi (2018); Armão (2018); Galvão (2018); Paulino (2019) e Zignago (2020) utilizaram a Rob-Ed como ferramenta de **construção** do conteúdo matemático, tendo em vista que, segundo a proposta desses trabalhos o aluno aprende matemática do momento em que ele programa o robô, e ainda os trabalhos de Gomes (2014); Rodrigues (2015); Santos (2016); Andrade (2018); Jorge (2019); Gross (2020); Albertoni (2020); Zilio (2020) e Santos (2020) utilizaram a Rob-Ed como ferramenta de **revisão** de um conteúdo estudado, pois a mesma foi utilizada como ferramenta de apoio no processo de reflexão e de construção do conhecimento matemático, ou seja, a Rob-Ed foi utilizada para reforçar os conteúdos matemáticos já estudados. Dentre essas dissertações conseguimos identificar que as de Maliuk (2009); Gomes (2014); Santos (2014); Rodrigues (2015); Oliveira (2015); Santos (2016); Maffi (2018); Galvão (2018); Jorge (2019); Albertoni (2020); Zilio (2020); Santos (2020) e Zignago (2020) utilizaram a Rob-Ed de forma **atrelada** à outras metodologias de ensino, em que a metodologia de ensino que mais se apresentou foi a Resolução de Problema e Situações Problemas, que estão presentes em 11 dessas dissertações que usam Rob-Ed de forma atrelada, dessa forma as cinco (05) outras dissertações Moraes (2010); Andrade (2018); Armão (2018); Paulino (2019) e Gross (2020) usaram a metodologia da Rob-Ed de forma **exclusiva**.

Em relação a forma com que os conceitos matemáticos são abordados nessas dissertações conseguimos identificar que os trabalhos de Maliuk (2009); Gomes (2014); Santos (2014); Rodrigues (2015); Oliveira (2015); Santos (2016); Maffi (2018); Armão (2018); Galvão (2018); Andrade (2018); Jorge (2019); Paulino (2019); Albertoni (2020); Gross (2020); Zilio (2020); Santos (2020) e Zignago (2020) abordam os conceitos matemáticos de forma **explícita** quer seja utilizando a Rob-Ed com o objetivo de consolidar os conceitos matemáticos, ou ainda, em que o aluno necessita desenvolver esses conceitos para preparar a programação ou

compreender o funcionamento de tal robô, e apenas uma dissertação aborda os conceitos matemáticos de forma **implícita**, Moraes (2010), em que os mesmos são abordados através de associações com os elementos presentes no robô.

Conseguimos identificar que dentre os kits utilizados nessas dissertações estão os da Lego (Mindstorms, EV3 e entre outros), o kit da FisherTechnik, o kit Ludobut, o kit Micro:bit, assim como o Arduino, porém de forma alarmante o kit mais utilizado foi o da Lego sendo utilizado nos trabalhos de Maliuk (2009); Moraes (2010); Gomes (2014); Santos (2014); Rodrigues (2015); Santos (2016); Maffi (2018); Armão (2018); Andrade (2018); Jorge (2019); Paulino (2019) e Zignago (2020), os kit Arduino e os kits Micro:bit foram utilizados em duas (02) dissertações cada, sendo elas Galvão (2018) e Gross (2020); Albertoni (2020) e Zilio (2020) respectivamente, dessa forma os kits da FisherTechnik e os kits Ludobut estiveram presentes em apenas uma (01) dissertação cada, respectivamente Oliveira (2015) e Santos (2020).

Considerando que o presente estudo pertence a um conjunto de artigos que fazem parte do corpo de uma dissertação no formato *multipaper*, cada um desses estudos possui o papel de contribuir de forma significativa para tal dissertação: que tem questionado “Como propor um *framework* teórico-metodológico sobre a utilização da Robótica Educacional aliada a Resolução de problemas para ensino de Matemática, tendo em vista a literatura científica brasileira existente?” dessa forma percebemos que o presente estudo tende em muito a colaborar com a construção desse *framework*, visto que, para desenvolvermos um trabalho significativo sobre uma determinada temática necessitamos compreender a teia em que os demais trabalhos estão inseridos, portanto a partir dessa visão categorizada sobre a forma com que a Rob-Ed tem sido utilizada no ensino de matemática, podemos partir para o próximo passo de propor esse *framework* pensando nas mais diversas possibilidades de aplicação e de objetivos almejados.

Resultados e considerações

Dessa forma conseguimos identificar uma tendência tanto em utilizar a Rob-Ed no ensino de Matemática com objetivo construir o conteúdo matemático, como com o objetivo de reforçar o conteúdo, também identificamos uma tendência em

utilizar a Rob-Ed de forma atrelada a outras metodologias de ensino, com destaque à resolução de problemas.

Cabe ainda o destaque que percebemos um cuidado em grande parte dos trabalhos em abordar os conceitos matemáticos de forma explícita, em que os conteúdos matemáticos mais abordados estão voltados à Geometria plana em 14 (trabalhos) e Proporção em nove (09) trabalhos e, por fim, destacamos que o kit de Robótica que possui uma maior adesão nesses trabalhos é o da Lego.

É salutar a importância dos trabalhos de Maliuk (2009), Santos (2014), Oliveira (2015), Rodrigues (2015), Santos (2016), Passos (2017), Andrade (2018), Armão (2018), Galvão (2018), Jorge (2019), Albertoni (2020), Zilio (2020) e Zignago (2020) que apresentam alguns planos de aulas que podem ser utilizados e adaptados (quando necessário) para aplicação no contexto da sala de aula, o que tende a contribuir com a teia de pesquisa sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de Matemática.

Alguns trabalhos apresentam propostas de avaliação como: Santos (2016) e Passos (2017), o que tende a contribuir com a consolidação de tal metodologia, haja vista que não basta desenvolver todo um conjunto de atividades que fuja do modelo tradicional de aula, porém, no momento de avaliar desenvolver essa avaliação de forma tradicional.

Outra perspectiva é que sejam desenvolvidos mais estudos teóricos visto que dentre todo esse quantitativo de trabalhos apenas (03) três, Alexandrino (2017), Passos (2017) e Mahmud (2017) são categorizados dessa forma, esses estudos teóricos podem em muito contribuir para uma análise mais criteriosa acerca da indigência aos conteúdos que são abordados. Em relação a perspectivas, acreditamos que a metodologia de Rob-Ed ainda necessita de uma vasta pesquisa relacionada aos seus efeitos no processo de ensino-aprendizagem. Destacamos que tais pesquisas podem ser desenvolvidas de forma atrelada a teorias educacionais, como: As zonas de desenvolvimento proximal de Vygotsky, buscando entender se a Rob-Ed contribui para a migração entre as zonas de desenvolvimento; A relação ao saber do professor e do aluno com as atividades que utilizam a Rob-Ed, pautados nos estudos desenvolvidos pelo NUPERES; Os registros de representação semiótica de Raymond Duval, para compreender se a Rob-Ed favorece de algumas

forma a utilização de diversos tipos de registros, e dentre outras teorias educacionais.

Referências

AFONSO, M. **Robótica e inteligência artificial**. Timetoast, 2021. Disponível em: <<https://www.timetoast.com/timelines/robotics-b6db9919-7897-4a72-8c65-a43f01d9d6c9>>. Acesso em: 19 de outubro de 2022.

BIEMBENGUT, M. S. **Mapeamento na pesquisa educacional**. Ciência Moderna, 2008.

CAVALCANTI, J. D. B. **A noção de relação ao saber: história e epistemologia; panorama do cenário francófono e mapeamento de sua utilização na literatura científica brasileira**. Tese. Doutorado em Ensino das Ciências. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2015.

COSTA, F. A. **O que justifica o fraco uso dos computadores na escola?** Polifonia, Lisboa, Edições Colibri, n.º 7, 2004.

LIMA, G. A. B. O. **Modelos de categorização: apresentando o modelo clássico e o modelo de protótipos**. Perspectivas em Ciência da Informação, v.15, n.2, p.108-122, 2010

MALIUK, K. D. **Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

MORAES, R; GALIAZZI, M do C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2005.

NUNES, I. L. L. **Robótica Educacional no ensino de matemática: Mapeamento da produção científica e proposição de *framework* teórico-metodológico**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Pernambuco/Campus Agreste, Caruaru, 2022. Orientador: Prof. Dr. José Dilson Beserra Cavalcanti. Coorientador: Prof^a. Dr^a. Katia Maria de Medeiros. (Em andamento).

5.3 Artigo III - proposta de *framework* teórico metodológico sobre a utilização da robótica educacional no ensino de matemática

Resumo:

Pautados nos resultados advindos da construção de um panorama geral, que após um recorte resultou em um cenário específico sobre como a Robótica Educacional tem sido utilizada no ensino de matemática, nos trabalhos de mestrado e doutorado a nível nacional, no presente estudo sugerimos a utilização da resolução de problemas como ambiente que potencialize a metodologia de robótica educacional, tal sugestão se dá através de um *framework* teórico-metodológico pautado no roteiro de Onuchic e Allevato (2011), as quatro fases de Pólya e na metodologia Lego. Neste *framework* a aplicação da atividade utilizando a Rob-Ed vai desde a proposição do problema, passando pela construção do esquema elétrico no Tinkercad, montagem e programação do robô, até o momento de plenária, formalização do conteúdo e proposição de novos problemas. Ainda nesse estudo apontamos os principais kits de robótica utilizados no ensino de matemática, além de apresentar considerações que nos levaram a optar pelo kit Arduino, por fatores de custo benefício, facilidade na programação, facilidade na obtenção dos materiais, e dentre outros pontos, assim como, apontamos alternativas para a utilização da robótica educacional no ensino de matemática mesmo sem a utilização de kits físicos, sendo essa alternativa bastante importante para situações em que tais kits não existam, ou que os estudantes não estejam familiarizados com tais materiais, reduzindo assim o risco de desenvolver avarias em tais materiais.

Palavras-chave: *Framework*; Robótica Educacional; Educação Matemática.

Introdução

Papert (1985, p. 64), apresenta uma analogia na qual uma criança deveria aprender a dançar a partir da construção de desenhos de passos de dança em um papel quadriculado, o autor defende que esse contato inicial com a dança via "dança teórica" desenvolveria nos estudantes o que ele chama de "dançofobos", da mesma forma podemos compreender que a matemática abordada com uma rigorosidade excessiva na sua representação algébrica em detrimento de vivências do mundo físico dos alunos, é natural que tenhamos a produção de matemafobos, visto que a abordagem da matemática desprendida da realidade do alunado se apresenta como uma barreira para o processo de ensino e aprendizagem, como é mencionado sobre a aula tradicional de Matemática por Medeiros (2021):

Tradicionalmente, a aula de Matemática tem um professor que, ao iniciar a aula apresenta os conteúdos matemáticos aos "alunos" a partir de uma definição, depois alguns exemplos e uma lista de exercícios. A aprendizagem, nesse modelo, acontecerá se os estudantes memorizarem e repetirem esses exercícios nas avaliações seguintes. Medeiros (2021, p. 172, aspas da autora).

Essa barreira tem se evidenciado pois, ao passar dos anos a aversão a matemática tem se tornado cada vez mais presente nos estudantes o que contraria o desenvolvimento tecnológico apoiado na utilização da matemática, apresentamos nessa pesquisa a proposta de utilização da Robótica Educacional⁶ com o objetivo de transformar essa matematófobia⁷ em uma matematófilia⁸ como são tratados por Albino, Santos e Medeiros (2019) e Medeiros (2021), visto que a produção de significado presente em atividades que envolvem a Rob-Ed permite ao estudante romper com a matematófobia.

O grande problema enfrentado pelos professores de matemática diz respeito a não compreensão amplas dos estudantes em relação ao conteúdo matemático estudado, isso é evidenciado em situações nas quais o estudante apresentam como resultado para um problema, valores que não fazem sentido em relação ao comando do problema, o trabalho com a Rob-Ed nos permite inserir o estudante em situações problemas que exijam o pensar e repensar sobre quais são as suas estratégias de resolução utilizadas, dessa forma eliminando a possibilidade de simples aplicações de algoritmos que os levem a valores que não condizem com a solicitação dos problemas resolvidos, isso pode ser constatado no trabalho de Papert (1985, p. 82), quando apresenta a proposta de que o aluno "brinque de tartaruga" para que ele se coloque na situação problema em que deseja resolver.

Acerca de relevância da utilização da linguagem de programação no contexto de ensino de matemática:

“(EM13MAT406) Utilizar os conceitos básicos de uma linguagem de programação na implementação de algoritmos escritos em linguagem corrente e/ou matemática” (BRASIL, 1998, p.531)

Entretanto, destacamos que a simples utilização da Rob-Ed no contexto escolar não significa certeza do aprendizado dos alunos, visto que, tal metodologia deve ser utilizada com o objetivo de desenvolver nas crianças o pensamento sobre modos de pensar. Neste sentido a Rob-Ed deve ser utilizada como elo que possibilite a criança em pensar sobre o pensar ao passo que a mesma desenvolve a programação de um determinado robô.

⁶ Que daqui pra frente mencionaremos como Rob-Ed.

⁷ Medo disseminado da Matemática (fobia real).

⁸ Afeição, gosto ou preferência pela Matemática.

O presente estudo é fruto de uma coletânea de artigos que compõem o corpo de uma dissertação, em que já foram investigadas a topologia do território sobre o uso da robótica educacional em pesquisas de mestrado e doutorado nas regiões brasileira, e posteriormente desenvolvemos um recorte de tais trabalhos objetivando investigar o que está sob e o que está sobre tal cenário de pesquisa, através da busca de trabalhos que utilizam a Rob-Ed no ensino de matemática especificamente, para compreender bem tal recorte, construímos algumas categorias que emergiram dos dados encontrados em tais trabalhos.

Neste sentido que propomos no atual estudo um *framework* teórico-metodológico para a utilização da Robótica Educacional no ensino de matemática a partir de algumas categorias que foram investigadas na produção científica brasileira sobre a Robótica Educacional no ensino de matemática, antes de apresentar tais categorias, vamos discorrer um pouco sobre a primeira metodologia voltada a utilização da robótica em si.

História da Rob-Ed

Oliveira (2015), define Robótica Educacional como uma metodologia voltada aos processos de ensino e aprendizagem por meio da montagem e programação de sistemas constituídos por microcomputadores, sendo os objetos Matemáticos puramente abstratos, no sentido de uma não existência no mundo real, acrescentamos que o uso da tecnologia da robótica no ensino de matemática pode contribuir bastante para a construção/compreensão das representações desses objetos.

Sobre a origem da Rob-Ed, autores como Silva (2009, pag. 31), Aroca (2012, p. 23), Campos (2011) e Santos e Silva (2020, p. 2) apontam que ela está diretamente ligada à criação da linguagem de programação *Logo* em 1967, a partir das contribuições de Seymour Papert no laboratório de inteligência artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), o que levou Papert a ser considerado o pai da Rob-Ed, Aroca (2012, p. 23). Essa linguagem de programação foi idealizada para a aprendizagem de crianças e adultos, a partir da construção de dispositivos controláveis por softwares e computadores programados a partir de modelos multidisciplinares, Silva (2009, pag. 31). Papert desenvolveu a filosofia de aprendizagem Construcionista, cujo objetivo é utilizar “objetos-de-pensar” e criar

“ambientes verdadeiramente interessantes” (PAPERT, 1994, p. 125), inspirado principalmente na Teoria Construtivista de Jean Piaget (1896-1980).

A linguagem logo desenvolvida por Seymour Papert no laboratório de Inteligência Artificial do MIT, deu origem ao sistema Lego-Logo, dessa forma a empresa Lego desenvolveu um conjunto específico de materiais voltados a robótica educacional, sendo esses materiais destinados a crianças a partir de 2 anos de idade, para a utilização desse material, a Logo desenvolveu uma metodologia específica que contempla quatro fases, segundo Moraes (2010, p. 29, apud LEGO 2008):

Na fase **contextualizar**, estabelece-se uma conexão dos conhecimentos prévios, que o aluno possui, com os novos e insere-se uma atividade prática, podendo ser uma situação-problema relacionada com o mundo real.

Na fase **construir**, os alunos farão montagens relacionadas com a situação problema proposta pela contextualização, ocorrendo nesse momento uma constante interação mente/mãos. O processo de construção física de modelos proporcionará um ambiente de aprendizagem fértil para o processo de mediação a ser realizado pelo professor, que negociará conflitos, ouvirá diferentes ideias e opiniões dos grupos para os mesmos problemas propostos e orientará quanto ao uso racional e efetivo da tecnologia.

Na fase **continuar**, os alunos exercem o desejo natural que todo ser humano tem de aprender e conhecer coisas. É proposto um novo desafio, estreitamente relacionado com o tema, estimulando os alunos a entrar em uma espiral de aprendizagem, na qual – a cada nível superior – valorizam-se os conhecimentos prévios, equilibrando assim a relação habilidades/desafios.

Na fase **analisar**, os alunos pensam sobre como as coisas funcionam, experimentando, observando, analisando, corrigindo possíveis erros e validando, assim, o projeto.

Para a aplicação de tal metodologia, o projeto aplicado pela LOGO propõe as seguintes funções dos integrantes do grupo, além de salientar que essas funções devem ser modificadas no decorrer de diversas atividades segundo Moraes (2010, p. 29, apud LEGO 2008):

ORGANIZADOR é o responsável pela maleta de tecnologia. Ele coordena a contagem das peças no início e fim do trabalho e registra o trabalho em relatórios, com informações do projeto.

CONSTRUTOR é o responsável pela coordenação das montagens e pela organização de seus companheiros, para que eles participem.

PROGRAMADOR é o responsável pela elaboração do programa que controlará e automatizará a montagem usando o PC e o bloco programável RCX da LEGO.

APRESENTADOR/LÍDER DE EQUIPE é o responsável por apresentar para a classe a montagem pronta, como funciona, para que serve, bem como a

opinião da equipe. Leva as dúvidas da equipe ao professor e coordena a execução do projeto.

Dessa forma como é esclarecido por Armão (2018), a proposta da metodologia Lego possui um enfoque no processo de avaliação do aluno pelo que aprendeu na interação com o meio e com os objetos a sua disposição, ou seja, se o aluno aprendeu com o processo de construção.

Sobre a importância de usar a Rob-Ed como recurso tecnológico/educativo, Perrenoud:

A robótica Educacional é uma ferramenta educativa que auxilia a prática de muitos conceitos teóricos estudados em sala de aula. Nas aulas de Robótica Educacional, facilita-se o processo ensino-aprendizagem por meio da integração de novas tecnologias no contexto escolar. Perrenoud (2001, p.108)

Uma forma de evidenciarmos a potencialidade da utilização da Rob-Ed no ensino de matemática, pode ser feita através de uma proposta de estudo da representação de números racionais em sua forma de porcentagem, utilizando um robô que detecta o nível de umidade do solo para controlar o sistema de irrigação, esse tipo de atividade pode alcançar uma relação ao saber do aluno do campo de uma forma que pode mudar sua relação com o saber escolar, e ainda, além da relação das crianças como também dos pais.

No presente trabalho, utilizamos a robótica educacional como mecanismo que possibilite o link entre a prática cotidiana do atual alunado inserido em constantes revoluções tecnológicas com os conteúdos matemáticos que pretendemos construir com os alunos.

Categorias de trabalhos que utilizam a Rob-Ed no ensino de matemática

(NUNES, CAVALCANTI, MEDEIROS, 2022, no prelo), em sua construção do cenário específico da utilização da Rob-Ed no ensino de matemática, desenvolveu as seguintes categorias, das quais iremos nos pautar para propor as atividades a seguir:

Quadro 1 - categorias da utilização da Rob-Ed no ensino de Matemática

Qualidade das categorias	Categorias	Significado
A Rob-Ed foi utilizada como:	Objeto	Nesta categoria a própria robótica constitui o objeto de aprendizagem, como a utilização dos sensores, utilização dos componentes atuadores e entre outros elementos pertinentes à robótica.
	Ferramenta de construção do conteúdo	Nesta categoria o aluno irá aprender os conteúdos matemáticos ensinando o protótipo através da programação.
	Ferramenta de revisão de um conteúdo estudado	Nesta categoria o aluno irá reforçar os seus conhecimentos matemáticos ao passo que utiliza a Rob-Ed como ferramenta concreta para apoiar os processos de reflexão sobre o conteúdo em questão.
Forma com que os conteúdos matemáticos foram utilizados:	Explícita	Os conteúdos matemáticos foram a chave para conseguir desenvolver a programação dos robôs principalmente no tocante as variáveis que são utilizadas.
	Implícita	Normalmente atrelada aos conceitos geométricos ligados ao hardware (parte física), tal utilização se apresenta através de relações alegóricas entre as peças do robô e elementos geométricos.
Relação da utilização da Rob-Ed com outras metodologias de ensino de Matemática:	Atrelada	Nesta categoria, a Rob-Ed é utilizada de forma conjunta com outras metodologias de ensino de matemática.
	Exclusiva	Quando apenas a Rob-Ed é utilizada, tal categoria se mostrou mais presentes em trabalhos que usam a metodologia LOGO.
Materiais utilizados	Kits	Nestas categorias foram apresentados quais foram os principais kits utilizados, com o objetivo de melhor compreender as suas particularidades.

Fonte: Nunes, Cavalcanti e Medeiros (2022, no prelo)

Utilizaremos tais categorias no intuito de direcionarmos nossa construção de *framework* teórico metodológico, haja vista que tais categorias permitem um direcionamento da utilização da Rob-Ed a depender dos objetivos da atividade, em que a Rob-Ed pode ser utilizada para construir o conhecimento matemático, como para reforçá-lo, assim como, utilizar dos conteúdos matemáticos através de

associações com peças dos robôs, ou de forma explícita, e ainda nos permite compreender quais os kits mais indicados a depender das condições da escola, e da realidade do alunado, e por fim, nos permite tensionar sobre a utilização ou não da Rob-Ed de forma conjunta com outras metodologias de ensino de matemática.

Robotica sem kit

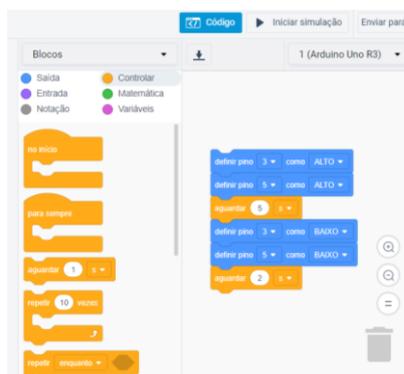
Uma das dificuldades apresentadas por professores e futuros professores de matemática em relação à utilização da Robótica Educacional, reside na falta de familiaridade com os kits de robótica, o que causa receios de danificar algumas peças, não compreender bem o seu processo de montagem resultando no mal funcionamento dos robôs. Diante disso algumas plataformas online tem surgido como possibilidade para começar a utilização da Robótica Educacional, tendo em vista que nessas plataformas é possível desenvolver todo o esquema elétrico do robô, desenvolver a sua programação, e ainda, executar uma simulação do funcionamento, isso possibilita que danos aos componentes eletrônicos sejam evitados, assim como possíveis erros que venham a levar a mal funcionamento, algumas dessas plataformas se assemelham bastante com as atividades desenvolvidas por Papert, Macedo e Faria (2021) apresenta com mais detalhes em ser produto educacional de mestrado várias dessas plataformas, como: a plataforma Open-Roberta, sBotics e Tinkercad, dessa forma não me estenderei no presente trabalho sobre todas as plataformas, mas focarei na plataforma que optamos por indicar⁹.

Uma outra dificuldade frequentemente levantada, diz respeito a linguagem de programação dos kits de robótica, isso surge pois a linguagem de programação comumente utilizada é a linguagem em códigos, que devido a sua “complexidade” é vista como uma barreira para os iniciantes, com vistas a sanar tal dificuldade aconselhamos a utilização da plataforma Tinkercad, pois ela utiliza tanto da linguagem de programação em códigos, como também da linguagem de programação em blocos de arrastar, dessa forma a programação dos robôs passa a ser mais intuitiva e menos relacionada a demasiada carga teórica que a

⁹ Não é objetivo deste estudo fazer algum tipo de propaganda de qualquer plataforma, pretendemos apenas sugerir uma possibilidade de utilização.

programação em códigos solicita, a seguir apresento um exemplo de programa em blocos e detalho seu funcionamento.

Figura 1 - Programa em blocos na plataforma Tinkercad



Fonte: Autor

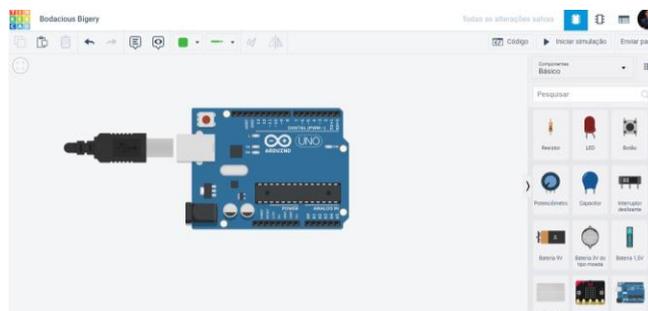
Na construção acima, temos duas portas (conectores) do Arduino sendo acionadas (liberando impulso elétrico) durante 5 segundos, posteriormente as mesmas portas são desligadas (é cessado o impulso elétrico) durante um intervalo de 2 segundos, cabe salientar que essa programação ficaria se repetindo em loop, esse exemplo de programação em bloco poderia ser utilizada para investigar a representação geométrica das quatro operações no conjunto dos números inteiros, para isso bastaria desenvolver um robô no formato de carro, construir uma reta numérica e desenvolver a associação da localização do robô na reta numérica com o número inteiro em questão.

Tinkercad

A empresa fundada em 2010 na União Europeia pelo ex engenheiro do Google Kai Backman, e seu cofundador Mikko Mononen, a Tinkercad tornou-se uma plataforma popular tanto na criação de modelos de impressão 3D, como na criação de componentes eletrônicos e blocos de código, tal plataforma permite a construção virtual utilizando os componentes do kit Arduino além de permitir a sua programação através da linguagem de códigos e também simular o funcionamento dos projetos, além disso a plataforma é gratuita e de fácil utilização, outro diferencial da plataforma Tinkercad, é a possibilidade de acessar projetos de outros usuários e desenvolver modificações desses projetos, isso permite uma dinamicidade muito grande da comunidade facilitando a aprendizagem desse recurso, a seguir

apresentamos a página inicial da plataforma, que nos permite ter uma ideia de como se dá o processo de simulação dos projetos.

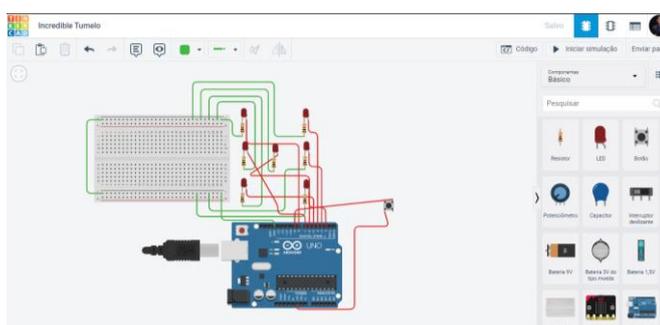
Figura 2 - Plataforma Tinkercad



Fonte: autor

Nesta plataforma, podemos arrastar os componentes eletrônicos até a área de trabalho, em seguida desenvolver as conexões elétricas através de alguns cliques, e posteriormente desenvolver a programação por meio de blocos de arrastar, permitindo o teste preliminar do projeto, sem pôr em risco os componentes reais que serão utilizados no robô definitivo. A seguir, apresentamos o esquema elétrico do robô que propomos para o estudo de evento probabilístico, que se trata de um dado eletrônico, em que a programação desenvolver o sorteio de um número de 1 a 6 e de acordo com esse sorteio, é acendido o número de leds, permitindo estudar a relação entre os eventos favoráveis e os eventos totais.

Figura 3 - Esquema elétrico do robô para o estudo de evento probabilístico



Fonte: autor

Tal construção¹⁰ nos possibilitou verificar a funcionalidade do robô antes mesmo de desenvolver sua montagem física, o que diminui a possibilidade de imprecisões na montagem e na programação, e ainda, contribui para que o erro não seja um potencial desmotivador dessa atividade, ainda nessa atividade, podemos propor que os alunos sorteiem apenas números pares, ou número ímpares, ou múltiplos de 3, o que nos permitia o cálculo da probabilidade de cada uma dessas situações, favorecendo a construção do conhecimento objetivado na habilidade **(EF06MA30)**:

Calcular a probabilidade de um evento aleatório, expressando-a por número racional (forma fracionária, decimal e percentual) e comparar esse número com a probabilidade obtida por meio de experimentos sucessivos **(EF06MA30)**. Bncc (2018, p. 305)

Dessa forma, a plataforma Tinkercad nos possibilita desenvolver atividades com Rob-Ed mesmo sem que a escola possua tais kits, entretanto cabe salientar que a construção física de tais robô possibilitariam uma construção bem mais ampla e prazerosa do conteúdo matemático.

Principais kits de robótica

Considerando uma demanda muito grande do mercado Educacional em relação a utilização da robótica, diversos kits de robótica foram desenvolvidos para educação básica, Macedo e Faria (2021, p.23) apresentam diversos kits como: Robot Roamer, Modelix, Engino, RoPE, Atto Educacional, Vex, Tetrix e entre outros, entretanto os kits mais utilizados no ensino de Matemática, segundo Nunes, Cavalcanti, Medeiros (2022, no prelo), foram o: Lego, Arduino, Micro:Bit, Fishertechnik e Ludobot, a seguir apresentarei um pouco sobre esses kits e apresentarei algumas condições¹¹ que nos levaram a optar por desenvolver os planos de aula utilizando o Arduino.

FISHERTECHNIK

¹⁰ Cabe o destaque que durante a montagem desse projeto no tinkercad, foi utilizado uma placa protoborda apenas para facilitar a união de jumps, entretanto na construção do modelo físico esse equipamento pode ser suprimido.

¹¹ Novamente cabe salientar que não estamos fazendo propaganda de nenhum kit específico, apenas acreditamos que conforme o nosso objetivo o kit em questão se mostrou mais atrativo.

Os materiais da empresa Fishertechnik podem ser utilizados nos mais diversos níveis de educação, devido à existência de alguns kits que abordam apenas a parte mecânica, até kits que abordam sistemas pneumáticos e operados por microcontroladores, a empresa alemã Fishertechnik foi fundada em 1965 pelo professor Arthur Fischer, com ideia inicial de presentear seus filhos e parceiros de negócio, entretanto os 1000 primeiros conjuntos que foram doados para a caridade chamaram bastante atenção e já na primavera seguinte os kits já estavam presentes nas lojas de brinquedos.

Oliveira (2015), apresenta os principais modelos, suas aplicações e tópicos de montagem da linha “**PROFI**”, que não utilizam microcontroladores, além de apresentar os principais modelos da linha “**Computing**”, que por sua vez faz uso de microcontroladores para coordenar sistemas eletromecânicos e também sistemas pneumáticos, as figuras¹² 5 e 6 abaixo mostram tais modelos.

Figura 4 - Principais kits da linha PROFÍ



Fonte: site da empresa Fishertechnik

Figura 5 - Principais kits da linha Computing



Fonte: site da empresa Fishertechnik

Cabe salientar que alguns estados do Brasil, com destaque para os estados de Pernambuco e Paraíba adquiriram diversos kits da Fishertechnik e disponibilizaram para escolas públicas da rede estadual de ensino, em 2013 o Governo do Estado da Paraíba disponibilizou 150 Laboratórios de Robótica com kits

¹² Site da empresa Fishertechnik: <https://www.fischertechnik.de/en/>

Tecnológicos Temáticos e de Apoio, em que o critério de seleção das escolas segundo Oliveira (2015) eram:

Os critérios de seleção das escolas estaduais contempladas com os Laboratórios foram os baixos índices alcançados no IDEB, o número de matrículas e a participação no Programa Ensino Médio Inovador – ProEMI. Oliveira (2015, p.32)

Neste sentido, percebemos que tais materiais foram disponibilizados no intuito de favorecer o processo de ensino e aprendizagem, objetivando a possibilidade do aumento no IDEB.

LEGO

Os kits de robótica da linha LEGO Education são divididos em quatro segmentos, possuindo público alvo específico, partindo alguns kits que envolvem apenas a montagem de algumas peças até os kits mais avançados que abordam a programação dos robôs.

O segmento **Early Learning**, possui como faixa etária crianças de 2 até 5 anos de idade, nesses kits as crianças são introduzidas a habilidades iniciais de matemática, ciência e linguagem. O segmento **Machines and Mechanisms**, possui como público alvo crianças a partir de 5 anos de idade, esses kits são compostos por engrenagens, polias, alavancas, rodas, eixos e dentre outras peças para que os alunos possam explorar de forma bastante ampla projetos ligados à engenharia e a mecanismos, estruturas forças, dessa forma esse segmento é mais indicado para alunos do ensino fundamental I.

O segmento **WeDo 2.0**, possui como público alvo crianças a partir de 7 anos de idade, esses kits abordam curiosidades e habilidades científicas para os alunos, dessa forma o objeto construído com esse material permite o estudo de aplicação nas áreas de engenharia, física, ciências da terra da vida e espaciais segundo Armão (2018, p. 61). Por último, o segmento **Mindstorms EV3** é considerado o mais avançado dos quatro segmentos e possui público alvo crianças a partir de 10 anos de idade, nesse kit o bloco principal chamado EV3 se trata de um computador compacto programável que possibilita o controle de sensores e motores que acompanham o kit, possibilitando o desenvolvimento de projetos bem mais

avançados no tocante à programação, a figura 7, apresenta¹³ o kit principal do segmento Mindstorms EV3:

Figura 6 - Kit de robótica Mindstorms EV3 da LEGO



Fonte: site da empresa LEGO Education

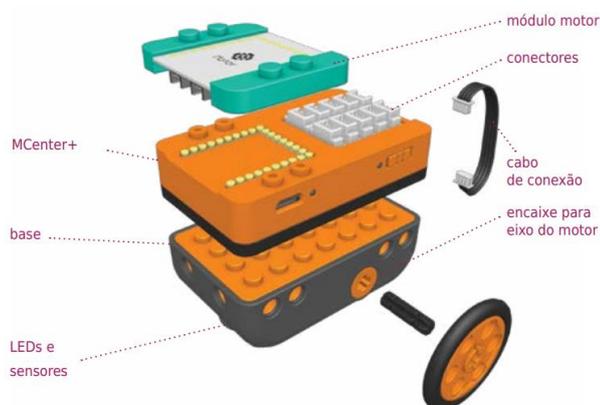
É importante salientar que no mapeamento vertical desenvolvido por (NUNES, CAVALCANTI, MEDEIROS, 2022, no prelo), os kits Mindstorms EV3 da LEGO foram os mais utilizados nos trabalhos inventariados que utilizavam a Rob-Ed no ensino de Matemática com um total de 13 trabalhos dos 20 categorizados.

LudoBot

O LudoBot, ou Itty Bitty Buggy (IBB) como foi inicialmente chamado, é um robô formado por duas partes: o MCenter+ e a base, ele é compatível com os kits Lego, e possui o objetivo de reduzir as barreiras à educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). O microcontrolador MCenter+ recebe a programação realizada no computador por meio de conexão via cabo de entrada USB, que também pode ser realizada em smartphones através do aplicativo Itty Bitty Buggy ou utilizando o Ludobot by Microduino, quando controlado via smartphones, tal conexão é feita através do bluetooth com o MCenter+, direciona os comandos para os demais componentes eletrônicos, como é destacado por Santos (2020).

¹³ Site da empresa LEGO Education: <https://education.lego.com/pt-br>

Figura 7 - Kit LudoBut e suas principais partes



Fonte: Santos (2020)

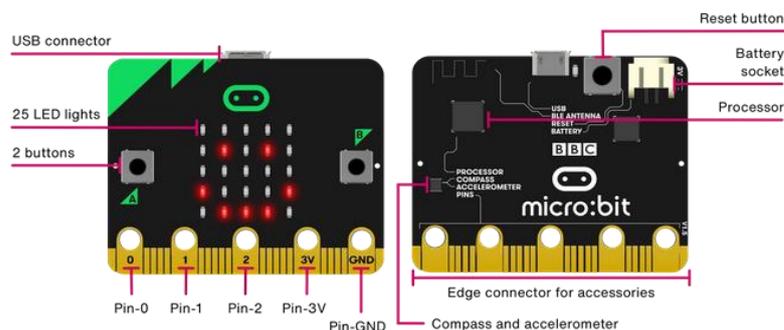
Na figura 8 acima, está presente o módulo motor, que serve para acoplar mais motores, a base, onde se encontra os LEDs e sensores, além do MCenter+ que pode ser programado pelo computador utilizando o software mDesigner, que utiliza a programação em blocos. Para mais informações sobre o kit da LudoBut e sua programação e utilização, aconselhamos acessar o produto educacional de Santos (2020).

Micro:Bit

A placa Micro:Bit foi desenvolvida pela organização Micro:Bit Educational Foundation com sede no Reino Unido, que possui como um dos seus sócios fundadores a BBC, tal placa se trata de um computador de bolso desenvolvido em código aberto, destinada a crianças e jovens, e pode ser utilizada para iniciar o estudo na programação. Segundo Albertoni (2020), no ano de 2016, essas placas foram distribuídas gratuitamente a cada aluno do 7º ano das escolas na Inglaterra e em Gales. A figura 9, apresenta¹⁴ a placa, e seus principais componentes.

¹⁴ Site da empresa Micro:Bit: <https://microbit.org/pt-pt/get-started/user-guide/overview/>

Figura 8 - Placa Micro:Bit e seus componentes.



Fonte: site da empresa Micro:Bit

Além dos componentes acima destacados, a placa Micro:Bit possui uma antena de rádio, um sensor de temperatura, uma bússola, um acelerômetro e entre outros componentes. A programação da placa Micro:Bit, pode ser escrita em MakeCode (em blocos), JavaScript, Python e C++, esse material é destinado para alunos do Ensino Fundamental II ou crianças a partir de 10 anos. Para mais informações, acessar o produto educacional de Albertoni (2020).

Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica criada na Itália em 2005 com o objetivo de oferecer uma tecnologia de baixo custo e fácil utilização permitindo o desenvolvimento de projetos, essa característica de baixo custo do Arduino se deve ao seu projeto de hardware aberto (open source) o que permite que qualquer pessoa possa pegar o projeto e criar suas próprias placas, dessa forma barateando sua comercialização, sobre o Arduino, Monk (2014) afirma que:

O Arduino é uma pequena placa de microcontrolador que contenham conector USB que permite ligá-la a um computador, além de diversos pines que permitem a conexão em circuitos eletrônicos externos, como motores, relés, sensores Luminosos, diodo laser, alto-falantes, microfones, etc. Monk (2014, p. 1)

Ainda devido ao seu projeto de hardware aberto, é possível encontrar diversos modelos de placa de Arduino com as mais distintas finalidades cabe salientar a existência de uma ampla comunidade envolvida na construção de projetos, programação e eletrônica o que utilizam o Arduino que facilmente podem

ser acessadas com o objetivo de compartilhar experiências e habilidades, a figura 8 as principais placas¹⁵ presentes no mercado:

Figura 9 - principais placas de Arduino.



Fonte: Blog Tudo sobre Circuitos.

Os motivos que nos levaram a optar por desenvolver os planos de aulas voltados ao kit Arduino dizem respeito ao custo dos kits, a linguagem de programação utilizada e a adaptação do material. Em relação ao custo, embora no atual mercado educacional exista diversos kits voltados a utilização da robótica educacional, vários kits possuem valores que fogem da realidade do alunado nas redes públicas de ensino , e como já mencionamos o fato do Arduino ser desenvolvido em código aberto facilitou bastante para o barateamento do material, além disso, os materiais que compõem o Arduino podem também ser facilmente encontrados nos mais diversos sites de compra online, dessa forma, facilitando sua aquisição e devido a placa Arduino possui uma grande facilidade de adaptação com diversos componentes eletrônicos externos aos materiais do Arduino, percebemos a possibilidade de utilizar sucata nos projetos desenvolvidos, barateando ainda mais a sua utilização e permitindo uma relação de interdisciplinaridade com essas atividades.

Em relação à linguagem de programação da placa Arduino funciona com linguagem C, essa linguagem de programação é bastante adequada para projetos educacionais, tendo em vista que a mesma foi inventada em uma época que os computadores tinham bem menos recursos que os atuais permitindo uma facilitação maior na linguagem de programação utilizada, e ainda, o Arduino oculta parte da

¹⁵ Link do blog Tudo sobre Circuitos: <https://www.circuitos-electricos.com/tipos-de-arduino-que-arduino-elegir/>

complexidade da linguagem C, dessa forma simplificando a mesma, como é mencionado por Monk (2014, p 26). Na figura abaixo apresentamos um exemplo da linguagem de programação C que permite que um LED fique piscando de forma constante.

Figura 10 - Programação de led em linguagem C

```
dados_de_led$
int pinoLED = 9;
void setup() {
  // configura o pino como saída
  pinMode(pinoLED, OUTPUT);
}
void loop() {
  // envia nível alto para o pino
  digitalWrite(pinoLED, HIGH);
  // aguarda 1 segundo
  delay(1000);
  // envia nível baixo para o pino
  digitalWrite(pinoLED, LOW);
  // aguarda 1 segundo
  delay(1000);
}
```

Fonte: Autor

Destacamos que para o aluno recém-introduzido ao mundo da robótica a utilização da linguagem de programação em códigos como é a linguagem C, pode se apresentar como barreira na aprendizagem, portanto propomos a utilização da plataforma Tinkercad que como já mencionamos possibilita que a programação do robô seja feita através de blocos e nesta mesma plataforma essa linguagem em blocos é transformada em linguagem em códigos, sendo assim o aluno precisa apenas copiar os códigos que foram desenvolvidos e levá-los até o software que irá transferir a programação para a placa do Arduino. Na figura 12, apresentamos um exemplo da linguagem de programação em blocos desenvolvida no intuito de fazer um LED piscar assim como na programação anterior.

Figura 11 - Programação de led em linguagem em blocos



Fonte: Autor

Ainda sobre os motivos que nos levaram a optar pelo kit Arduino, a flexibilidade da utilização desse material é fator importante, pois tal material pode ser utilizado para projetos mais básicos como piscar leds ou acionar alguns motores, como também para projetos mais sofisticados como automação residencial. Salientamos que a apresentação de alguns desses projetos para os alunos de uma forma preliminar ao desenvolvimento das atividades, pode contribuir bastante para a construção do interesse dos mesmos em utilizar conceitos científicos e conteúdos matemáticos na programação e montagem dos robôs.

Outros pontos a serem considerados dizem respeito a ampla comunidade sobre o Arduino que disponibilizam tanto projetos que podem ser utilizados em trabalhos educacionais, como também diversos materiais que estão disponíveis de forma gratuita e detalham a utilização do Arduino e também ensinam como podemos utilizar cabendo ao professor o olhar mais criterioso acerca da realidade de seu alunado e a necessidade em utilizar esses projetos.

Como mencionamos anteriormente, existe uma grande comunidade em volta da utilização das placas Arduino que facilmente compartilham todos os detalhes de projetos simples e até mesmo projetos mais sofisticados, como automação residencial. Essa comunidade pode ser encontrada nas mais diversas mídias e plataformas, alguns livros que podem auxiliar tanto na compreensão do funcionamento das placas de Arduino, como na construção de diversos projetos são: 30 projetos com Arduino do autor Simon Monk; Manual de Projetos do Arduino: 25 Projetos Práticos Para Começar do autor Mark Geddes; Arduino Para Leigos do autor John Nussey, e entre outros.

FRAMEWORK

Entendendo *framework* como uma estrutura de sequência de etapas em que existe a necessidade de uma contribuição específica em relação ao trabalho desenvolvido. No presente estudo propomos a utilização da resolução de problemas na robótica educacional através de um *framework* teórico-metodológico pautado no roteiro de Onuchic e Allevato (2011), as quatro fases de Pólya e na metodologia Lego. Em que a resolução de problemas será utilizada como um ambiente que conduza a atividade com a robótica educacional, dessa forma, considerando pontos

pertinentes às três metodologias anteriormente citadas objetivando a construção de tal *framework*.

Para melhor compreensão desta proposta, fragmentamos a mesma em 11 fases articuladas entre si: (1) proposição do problema, (2) leitura individual e em conjunto, (3) construção do plano de ação, (4) resolução teórica do problema, (5) mediação e incentivo, (6) construção do esquema elétrico no Tinkercad, (7) verificação preliminar dos resultados, (8) montagem e programação do robô, (9) plenária sobre os resultados, (10) formalização do conteúdo, (11) proposição e resolução de novos problemas.

- *Proposição do problema* - Uma vez construído ou selecionado um problema que atenda às necessidades da atividade, cujo o objetivo pode ser que o aluno aprenda através dessa atividade ou que reforce conceitos anteriormente estudados, a turma deve ser dividida em grupos de 4 ou 5 alunos, e cada grupo deve receber uma cópia do problema a ser explorado.

- *Leitura individual e em conjunto* - Após ser feita a entrega das cópias dos problemas, propomos que cada integrante do grupo faça leitura individual precedida de leitura em conjunto, objetivando retirar possíveis dúvidas acerca do problema em questão, e permitindo um primeiro contato mais dialógico com o problema.

- *Construção do plano de ação* - Nesta fase os grupos devem elaborar suas estratégias de resolução do problema a partir de seus conhecimentos prévios, experiência em problemas semelhantes e utilizando sua criatividade, destacamos que devido à natureza do problema ser é aberto existem diversas possibilidades de resolver este mesmo problema, o que justifica a necessidade desta fase.

- *Resolução teórica do problema* - Uma vez que o plano de ação tenha sido construído de forma consensual com os integrantes do grupo os mesmos devem pôr em prática através da resolução teórica desse problema, que por sua vez utilizará a matemática com o objetivo de possibilitar o funcionamento do robô em questão, nesta é desenvolvida apenas a resolução teórica do problema, ou seja, será construído os dados que serão necessários na programação.

- *Mediação e incentivo* - Após essa resolução teórica, o professor deverá investigar as estratégias de resolução desenvolvidas em cada grupo com o objetivo de sanar

eventuais dúvidas que possam servir como barreira para o passo anterior, assim como incentivar os grupos a resolver o problema.

- *Construção do esquema elétrico no Tinkercad* - Tendo em vista as contribuições que a plataforma Tinkercad possibilita no trabalho com a robótica educacional, nesta fase os alunos devem construir ou modificar um esquema elétrico do robô a ser trabalhado, com vistas a melhor compreender o seu funcionamento e sanar eventuais imprecisões de construções evitando a danificação de peças e imprecisões em sua programação que dificultaria o funcionamento do robô.

- *Verificação preliminar dos resultados* - Após a construção do esquema elétrico iremos propor que os alunos apliquem a simulação fornecida pelo Tinkercad com o objetivo de corrigir eventuais erros, assim como, facilitar o desenvolvimento da fase seguinte.

- *Montagem e programação do robô* - Nesta fase o participante do grupo responsável pela construção do robô deve efetuar sua montagem física (hardware), e o participante responsável pela programação deve fazer o upload do sketch¹⁶ construído no Tinkercad para o Arduino através do ambiente de desenvolvimento Arduino IDE, cabe salientar que assim como a fase de construção do plano de ação, essa é uma fase de bastante intuição e criatividade por parte dos alunos.

- *Plenária sobre os resultados* - neste momento os grupos serão solicitados a apresentar o seu robô com o objetivo de verificarmos os resultados encontrados, e ainda através de discussões articuladas investigaremos algumas possibilidades de otimizar cada um dos robôs desenvolvidos e corrigir eventuais imprecisões.

- *Formalização do conteúdo* - nesta etapa apresentaremos o conteúdo matemático almejado como uma estratégia que facilite a resolução de problemas como o utilizado durante esta atividade, e estabeleceremos algumas relações sobre as estratégias de resolução dos grupos com o conteúdo através da sua formalização.

- *Proposição e resolução de novos problemas* - nesta fase ressaltamos a importância de reutilizar o robô em questão com o objetivo de aprofundar o conteúdo matemático anteriormente formalizado a partir a resolução e proposição de novos

¹⁶ Como são denominados os programas no mundo do Arduino. Monk (2014, p. 10)

problemas, essa fase é bastante importante pois permite que uma atividade que foi desenvolvida para construir um conteúdo matemático possa se transformar em uma atividade que reforce/consolide tal conteúdo como uma ferramenta para utilizar no cotidiano.

Cabe destaque que diferente da metodologia Lego todos os participantes dos grupos devem estar inseridos no momento de resolução teórica do problema, tendo em vista e esse passo é de suma importância para a construção/consolidação do conteúdo matemático objetivado, porém posteriormente assim como a metodologia Lego, alguns dos participantes dos grupos devem ficar responsáveis por construir, programar e apresentar os resultados obtidos após o desenvolvimento da atividade.

Considerações

Ao longo do presente estudo objetivamos apresentar como a Rob-Ed tem-se tornado cada dia mais relevante para os estudantes da educação básica, devido a sua constante vivência com novas tecnologias, além das possibilidades de incentivo e de produção de sentido para o conhecimento escolar que os estudantes podem desenvolver a partir da Rob-Ed como promotora dos conceitos teóricos estudados em sala de aula, conceitos esses que são facilitados no processo de ensino e aprendizagem.

Posteriormente apresentamos as categorias que emergiram dos mapeamentos desenvolvidos em estudos anteriores (Nunes, Cavalcante & Medeiros, 2022, no prelo) que nos auxiliaram na construção do nosso *framework* teórico-metodológico sobre a utilização da Robótica Educacional no ensino de matemática, a partir dessas investigações constatamos quais os kits de robótica normalmente são utilizados no ensino de matemática, apresentamos tais kits e fizemos algumas considerações sobre o mesmo, sendo optado o kit de robótica Arduino devido a considerações que foram anteriormente elencadas, cabe o destaque acerca da possibilidade de desenvolver projetos com Rob-Ed sem a utilização desses kits, no qual propomos como uma etapa de validação dos resultados primários da resolução dos problemas como a utilização da plataforma Tinkercad.

Apresentamos nossa proposta de *framework* compreendido como uma estrutura de sequências e etapas no qual nos baseamos nas quatro fases de Pólya (1945) para resolução do problema, assim como no roteiro de Onuchic e Allevato (2011), o que nos possibilitou desenvolver tal *framework* passando desde a etapa da proposição do problema, pela etapa de formalização do conteúdo, culminando na proposição e resolução de novos problemas. Acreditamos que a construção de tal *framework*, assim como, as categorias que foram investigadas que possibilitaram a construção do mesmo, podem contribuir bastante com a rede no qual essa pesquisa está inserida, visto que, a partir dela existe a possibilidade de compreender melhor como a Rob-Ed pode ser utilizada visando cada objetivo em específico além de auxiliar os professores acerca dos materiais que pretendem ser utilizados, e quais resultados espera de tais atividades.

Referências

ALBERTONI, N. R. M. **Robótica educacional no ensino de matemática: como os conteúdos se fazem presentes**. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

ALBINO, H. E. V.; SANTOS, Y. A.; MEDEIROS, K. M. Os jogos matemáticos para minimizar a matemafobia dos alunos: um encontro no laboratório de matemática. In: Eliel Constantino da Silva. (Org.). **Ensino aprendizagem de Matemática**. Ponta Grossa-PR: Atena Editora, 2019, v.1, p. 81-89.

ARMAO, T. P. **Uma aplicação da Robótica Educacional no estudo do número irracional π utilizando LEGO MINDSTORM EV3**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Rio Grande. Rio de Janeiro, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

CASTILHO, M. I. **Robótica na Educação: Com que objetivos?** 2002 PUCRS. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/eventos/desafio/mariaines.php>>. Acessado em: 06 de julho de 2022.

MACEDO, M. A.; FARIA, E. C. **Manual pedagógico de Robótica Educacional**. Produto educacional. **eduCAPES**. 2021. Disponível em: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/602525>>. Acessado em: 14 de julho de 2022.

MALIUK, K. D. **Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

MEDEIROS, K. M. A aula de matemática durante a pandemia de Covid-19 no Brasil: aumentar a matemafobia ou contribuir para a matemafilia? *In*: Marco Aurélio Kistemann Jr. e Fernanda Sevarolli Creston Faria. (org.). **Cabeças Pensantes na Pandemia**. Taubaté-Sp: Akademy, 2021, v. 2, p. 171- 191.

MONK, S. 30 **Projetos com Arduino**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2014.

MORAES, M. C. **Robótica Educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

NUNES, I. L. L. **Robótica Educacional no ensino de matemática: Mapeamento da produção científica e proposição de *framework* teórico-metodológico**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Pernambuco/Campus Agreste, Caruaru, 2022. Orientador: Prof. Dr. José Dilson Beserra Cavalcanti. Coorientador: Prof^a. Dr^a. Katia Maria de Medeiros. (Em andamento).

OLIVEIRA, E. S. de. **Robótica Educacional e Raciocínio Proporcional: Uma discussão à luz da teoria da relação com o saber**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2015.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. **Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas**. **BOLEMA**. Boletim de Educação Matemática. UNESP. Rio Claro, v.25, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/2912/291223514005.pdf> . Acesso em: 10 de agosto de 2022

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Tradução: Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, S. **Logo**: Computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PERRENOUD, P. **Ensinar**: agir na urgência, decidir na incerteza. Porto Alegre: Editora Artmed, 2001.

SANTOS, E. O. dos. **Robótica educacional nas escolas de Curitiba: possibilidades pedagógicas para o ensino de matemática com o Ludobot**. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

6 ANÁLISE TRANSVERSAL DOS ARTIGOS

Durante todo o desenvolvimento da presente pesquisa, objetivamos desenvolver estudos que pudessem colaborar para a rede de pesquisa sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática no cenário brasileiro, desta forma, surgiu a necessidade de compreender de forma mais abrangente o cenário em que estão inseridas as pesquisas desenvolvidas nesta temática, pois devido aos impactos dos avanços das tecnologias da informação, como já mencionados anteriormente, o número de produções, de difusão e do acesso a essas produções científicas têm tornado cada vez mais complexo o ato do desenvolvimento de uma compreensão heurística acerca das produções científicas sobre uma determinada temática.

Para isso, construímos um panorama da produção científica sobre a Rob-Ed, utilizando como território exploratório o catálogo de tese de dissertações da Capes e a Biblioteca digital de teses e dissertações (BDTD) pesquisando pela menção a Robótica Educacional em seus títulos. Durante essa investigação tomando como referência de estudo bibliográfico o mapeamento na pesquisa educacional, neste estudo identificamos trabalhos desenvolvidos nas duas (02) últimas décadas, sendo o primeiro trabalho uma dissertação, que teve como autora Ivonete Terezinha Ortolan, e como orientador o Prof. Dr. Rogério Cid Bastos, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

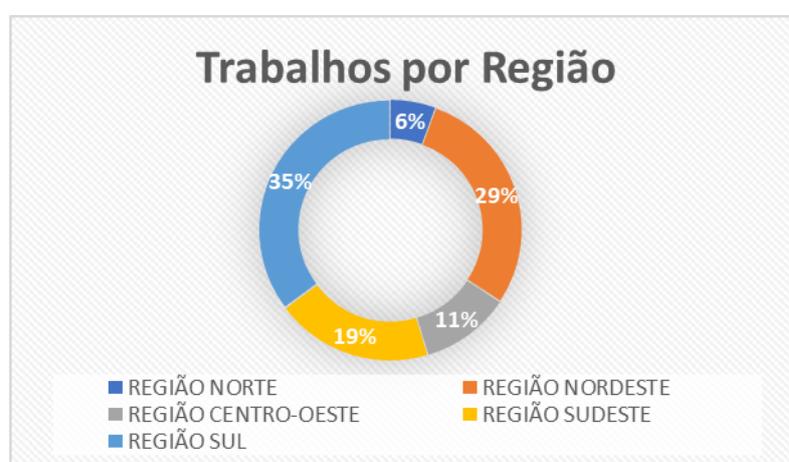
Nesse estudo, foram inventariados 108 trabalhos, em que mais de 86% correspondem a dissertação de mestrado, e mais de 13% correspondem a teses de doutorado, cabendo o destaque para o período de 2015 a 2020 no qual identificamos um salto no número de produções desenvolvidas tanto no âmbito de dissertações como de teses, com um total de 81 trabalhos o que corresponde a 75% do total. Durante o desenvolvimento deste panorama conseguimos identificar dois (02) grupos de Programas de Pós-Graduação sendo ligados à Educação com mais de 58 % das dissertações, e ligados às Ciências aplicadas com mais de 41% das dissertações, em que estão presentes cursos como: Engenharia elétrica, Computação, Informática, Tecnologia e entre outros. Entre as 15 teses que foram inventariadas identificamos que mais de 66% estão ligadas ao campo de Educação,

e mais 33% estão ligadas ao campo de Ciências aplicadas, com destaque para o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Ainda nesse estudo, identificamos quais os pesquisadores que orientaram mais trabalhos sobre esta temática, em que identificamos com grande destaque para o Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves que orientou quatro (04) teses e três (03) dissertações, o que lhe permite um destaque a nível nacional em relação à pesquisas que abordam Rob-Ed, cabe também mencionar que o Prof. Dr. Fábio Ferrentini Sampaio orientou cinco (05) dissertações, e o Prof. Dr. Marlon Herbert Flora Barbosa Soares orientou quatro (04) dissertações.

Nos pusemos a investigar além de quais Programas de Pós-Graduação, quais as regiões esses programas estão inseridos, o gráfico 1 a seguir apresenta a porcentagem de trabalhos (teses e dissertações) por região.

Gráfico 1 – Distribuição dos trabalhos por regiões



Fonte: Apêndice A e B

Com base no gráfico anterior, identificamos que as duas (02) regiões que podem ser consideradas como maiores promotoras de pesquisas que abordam a Rob-Ed no contexto brasileiro, se trata da região Sul com 35% dos trabalhos, sucedida da região Nordeste com 29%, o que corresponde a 38 trabalhos desenvolvidos na região Sul sendo cinco (05) teses e 33 dissertações, além de 31 trabalhos na região Nordeste sendo oito (08) teses e 23 dissertações.

A partir das considerações desenvolvidas nesse primeiro estudo conseguimos compreender a topologia da produção científica sobre o uso da Robótica

Educacional no contexto brasileiro, assim como, compreender a sua evolução e nichos de pesquisa.

A partir dessas compreensões inerentes aos resultados encontrados no primeiro estudo, nos foi possibilitado o desenvolvimento de um recorte sob os trabalhos inventariados com o objetivo de compreender de que forma que a Rob-Ed vem sendo utilizada, se tratando assim de estudo exploratório analítico. Após o desenvolvimento desse recorte conseguimos identificar que de forma distinta aos resultados encontrados no estudo anterior em que do ano de 2018 a 2021 houveram constantes quedas nos números de produção que abordam Rob-Ed, essa realidade não se repete no cenário específico do ensino de matemática, pois verificamos que o número de trabalhos tem sido ampliado de 2014 a 2020.

Nesse segundo estudo, identificamos 26 trabalhos que abordam a Rob-Ed no ensino de matemática, sendo 24 dissertações e duas (02) teses. Com o objetivo de compreender tendências e perspectivas sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática, após a leitura dos resumos e das metodologias dos trabalhos que tivemos acesso, emergiram algumas categorias que possibilitaram uma compreensão mais profunda sobre a adoção de tal metodologia no ensino de matemática. Tais categorias dizem respeito principalmente sobre a forma com que a Rob-Ed tem sido utilizada, quer seja como **objeto**, em que a própria robótica constitui objeto de aprendizagem, que seja como **ferramenta** de construção ou revisão de um conteúdo estudado. Uma outra categoria que identificamos, diz respeito à forma com que os conteúdos matemáticos foram utilizados durante o desenvolvimento das pesquisas, quer seja de forma **implícita** ou de forma **explícita**. Outra categoria identificada diz respeito a existência ou não da utilização de outras metodologias de ensino de matemática junto com a Rob-Ed. A última categoria trata de quais kits foram utilizados durante as pesquisas.

Desta forma, durante o desenvolvimento do estudo exploratório analítico, conseguimos identificar que a Rob-Ed tanto é utilizada no contexto de matemática apenas com o objetivo de reforçar um conteúdo anteriormente estudado, assim como, com o objetivo de construir um conhecimento novo, o que comunica muito bem com a metodologia de Resolução de Problema, que visa construir o conhecimento matemático através da utilização de tal metodologia, sendo

posteriormente consolidado por meio da mesma. Cabe lembrar que 18 dos trabalhos investigados (teses e dissertações) utilizam a Rob-Ed de forma atrelada a outras metodologias de ensino, com destaque para a Resolução de Problemas, e ainda, como já destacamos anteriormente o kit de robótica mais utilizado durante essas pesquisas foi o Mindstorms da Lego.

Durante o desenvolvimento do segundo estudo identificamos que o Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke orientou três (03) dissertações, e o Prof. Dr. José Ricardo e Souza Mafra orientou duas (02) dissertações, que nos permite compreender que as orientações se encontram bastante pulverizadas, não possuindo um número expressivo que leve um determinado orientador a ser considerado como grande promotor de tal metodologia no ensino de matemática. O segundo estudo permitiu que nos localizássemos na rede de pesquisa sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática o que nos possibilitou a compreensão das diversas formas de adoção de tal metodologia, que podem ser utilizadas a depender da realidade enfrentada pelo professor, permitindo assim um uso mais efetivo.

Pautado nas categorias anteriormente mencionadas, foi objetivo do terceiro estudo presente nessa dissertação sugerir a utilização da resolução de problemas como um ambiente que potencialize a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática, tal sugestão se deu através da criação de 11 fases pautadas na proposta de resolução de problema de Pólya (1945), no roteiro de Onuchic e Allevato (2011) e na metodologia Lego. Esta proposição se deu por meio da criação de um *framework* teórico-metodológico que visa perpassar todas as etapas inerentes às metodologias de resolução de problemas, e da metodologia Lego.

Objetivando elucidar às 11 fases propostas durante o nosso *framework*, apresentaremos a seguir uma proposta de atividade que possui como público alvo estudantes do 6º do ensino fundamental II, visando construir os conteúdos programáticos de probabilidade de um evento e princípio multiplicativo, em resposta a habilidade (EF06MA30) da BNCC:

(EF06MA30) Calcular a probabilidade de um evento aleatório, expressando-a por número racional (forma fracionária, decimal e percentual) e comparar esse número com a probabilidade obtida por meio de experimentos sucessivos. BNCC (2018)

Por meio do problema “dado digital” abordaremos cada uma das fases trazendo algumas considerações e possíveis questionamentos que venham a potencializar os resultados de cada uma dessas fases assim como é desenvolvido por Pólya (1945). Como objetivos específicos desta atividade pretendemos desenvolver a construção do cálculo de probabilidade como a razão entre o número de resultados favoráveis e o total de resultados possíveis em um espaço amostral equiprovável, além da construção de conceitos ligados a probabilidade: experimento aleatório, espaço amostral, probabilidade, evento certo e evento impossível e ainda, o cálculo de probabilidade por meio repetições de um experimento (frequências de ocorrências e probabilidade frequentista).

Na primeira fase *proposição do problema*, o professor deve se questionar se o problema escolhido ou criado faz parte do domínio conceitual dos estudantes, e ainda, se tal atividade se caracteriza como um problema para esse público alvo, posterior a essas indagações acreditamos que é de suma importância que o professor divida a turma em grupos, assim permitindo um diálogo mais produtivo no desenvolvimento das atividades pois assim como é mencionado por Medeiros (2001).

Um problema aberto também possui uma ou mais soluções. Além disso, ele pode ser trabalhado em grupo, evitando eventuais desencorajamentos, diminuindo o medo de não conseguir resolver, aumentando a chance de produção de conjectura no intervalo de tempo razoável e possibilitando o surgimento de ricos conflitos sócio cognitivos Medeiros (2001, p. 34)

Para elucidar as demais etapas optamos por apresentar o problema “dado digital”, pois acreditamos que no mesmo conseguiremos vivenciar todas as etapas propostas no *framework* e levantar algumas considerações pertinentes.

Problema: Dado digital

“Anne, Pedro, Carlos, Sofia e Lucas marcaram de no final de semana jogar uma partida de RPG, entretanto ao verificar as peças que compõem o jogo, Lucas percebeu que havia perdido um dos dados de seis faces, com o objetivo de não prejudicar o andamento da partida o mesmo decidiu utilizar o seu kit de robótica para construir um dado a partir de uma pequena tela de LED e de uma placa de Arduino. Durante a construção desse robô Lucas percebeu que o seu dado apresentava um certo vício, isso acontecia, pois as chances do número 2 ser sorteado era o dobro

das chances dos demais números, ajude Lucas a construir esse robô e sem esse vício, e posteriormente apresente qual a porcentagem que indica as chances do número 1 ser sorteado. Considerando que durante o andamento do jogo Pedro precisasse que um número par fosse sorteado e Anne precisasse que o número múltiplo de 3 fosse sorteado, qual dos dois possui a maior chance de receber a pontuação almejada durante esta rodada? Eles podem confiar nos resultados desse dado?”

A segunda fase diz respeito à *leitura individual e em conjunto*, é de suma importância que os estudantes compreendam qual a indagação central do problema, dessa forma compreendendo o que o problema está solicitando. Alguns questionamentos que podem auxiliar nesta fase podem ser encontrados em Pólya (1945), como: “*Qual é a incógnita do problema? Quais são os dados? A condicionantes do problema é suficiente para determinar a incógnita?*” Acreditamos que tais questionamentos podem contribuir bastante para que os alunos enfrentem o problema de uma forma mais produtiva visando compreendê-lo como um todo.

Neste momento, mesmo que de forma preliminar os alunos estarão inseridos em um contexto em que precisarão investigar alguns conceitos ligados à probabilidade, como experimento aleatório, espaço amostral, evento certo e evento impossível, visto que, de acordo com o problema eles precisam investigar quais são as possibilidades sortear números múltiplos de 2 e de sortear números múltiplos de 3 e qual dos dois eventos possui mais chance de acontecer. Os dados do problema se referem ao número de faces iniciais que um dado no formato de um hexaedro regular possui, e quais são os múltiplos de 2 e de 3 que podem ser encontrados nesses dados, se existe uma relação entre esses números e o total de possibilidades.

Na fase de *construção do plano de ação*, os estudantes deverão ter em mente mesmo que de forma geral quais são os procedimentos algébrico e/ou geométricos para resolver tal problema, para auxiliar nesta etapa o professor pode indagar: “*Percebem a relação entre os dados do problema e a questão central do problema? já resolveram problemas semelhantes? Em caso positivo, é possível utilizar tal problema?*” Tais questionamentos também são mencionados por Pólya (1945) como alternativas para auxiliar na criação do plano de ação. Em relação ao

problema do dado digital, os grupos devem se indagar quais as relações que o número de possibilidades de cair o número múltiplo 2 e múltiplo de 3 tem com o número total de possibilidades desse evento acontecer, desta forma, considerando quais são os números de casos favoráveis e como eles se relacionam com o número de casos totais.

Na fase de *resolução teórica do problema*, os estudantes devem executar o plano desenvolvido na fase anterior, para isso os mesmos deverão pôr em prática o plano de acordo com os seus conhecimentos prévios e os procedimentos que devem ser desenvolvidos para encontrar a questão central de pesquisa pautados nos dados encontrados na fase 2. Considerando que o estudo de números racionais antecede o estudo de probabilidade, os grupos terão conhecimentos prévios suficientes para desenvolver a transformação desses resultados nas mais diversas formas de representar números racionais, como fração, número decimal e porcentagem.

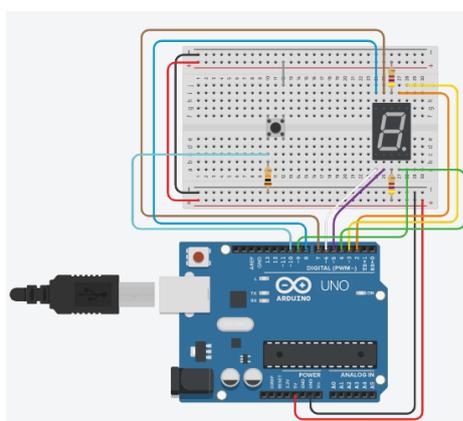
Na fase subsequente de *mediação e incentivo*, o professor deve analisar quais foram as estratégias de resolução adotadas por cada grupo com o objetivo de incentivá-los a corrigir eventuais impressões, e motivá-los a continuar as fases precedentes. É possível que alguns grupos não tenham conseguido desenvolver algumas das transformações necessárias entre números racionais, portanto é de extrema importância que o professor faça esse diálogo particular com cada grupo com o objetivo de trazer algumas indagações específicas para que os mesmos possam desenvolver tal resolução teórica, e caso seja necessário, retornar à construção de plano para corrigir possíveis erros. Uma vez que o problema já foi resolvido em um campo teórico, destacamos que até o presente momento as fases contemplam de forma bastante semelhante a proposta de Pólya em seu livro “A arte de resolver problema”, entretanto as fases posteriores por envolverem a utilização da Rob-Ed possuem um grande potencial em promover o engajamento dos estudantes.

Uma vez que os grupos possuam em mãos os resultados do problema, cabe a indagação sobre como é possível construir um dado digital utilizando a plataforma Tinkercad, o que os levará para a fase *Construção do esquema elétrico no Tinkercad*, o professor poderá indagar os grupos: Vocês já trabalharam com essa

plataforma? É possível encontrar algum projeto que auxilie no desenvolvimento de tal robô? Quais são os materiais necessários para construir tal robô? Os estudantes serão levados a pesquisar nas comunidades de Arduino alguns projetos que possam auxiliá-los na construção do esquema elétrico do robô a ser construído, além de existir a possibilidade dos mesmos, uma vez que já estejam imersos e familiarizados com atividades com Rob-Ed desenvolvam seus próprios esquemas elétricos do zero.

Os estudantes verificarão que na própria plataforma Tinkercad existem alguns projetos que utilizam tais conceitos, tanto projetos que utilizam leds, resistores e a placa Arduino, assim como, alguns projetos que utilizam display de 7 segmentos, resistores e placa Arduino, os grupos poderão utilizar esses projetos e fazer as devidas modificações com o objetivo de construir o robô para tal atividade, na figura a seguir consta um projeto que pode ser utilizada como base, que está presente no Tinkercad¹⁷:

Figura 2: esquema elétrico de dado digital



Fonte: plataforma Tinkercad

Uma vez construído tal esquema elétrico e sua programação quer seja iniciando através de um projeto do zero, ou utilizando um projeto modificado da comunidade Arduino, os grupos deverão desenvolver a *Verificação preliminar dos resultados* por meio da simulação com o objetivo de verificar eventuais erros, e torná-los aptos ao desenvolvimento das fases posteriores, nesta etapa os grupos poderão verificar o sorteio dos números pertinentes ao problema sendo acontecidos,

¹⁷ Site da plataforma Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/things/klxmmHdFwWp-copy-of-d10/editel?tenant=circuits>

com o auxílio de uma tabela, os grupos poderão anotar tais resultados e vivenciar na prática os conceitos ligados ao estudo de probabilidade.

Na fase de *montagem e programação do robô*, os grupos deverão se basear no esquema elétrico desenvolvido na plataforma Tinkercad para construir o hardware do robô em questão, precedido pelo upload do programa para a placa Arduino que executará tal programa. Uma vez montado os robôs, os grupos deverão escolher os seus representantes e apresentar os resultados desenvolvidos para a turma concretizando a fase de *plenária sobre os resultados*, neste momento conseguiremos observar que mesmo que os projetos sejam desenvolvidos de forma paralelas, ou seja, utilizando materiais distintos, o funcionamento geral do robô deve ser bastante semelhante em todos os grupos.

Uma vez considerada os resultados encontrados pelos estudantes assim como suas apresentações o professor deverá desenvolver a *Formalização do conteúdo* objetivado como alternativa que possibilite a facilitação da resolução de eventuais problemas futuros, para que tais conceitos possam ser utilizados futuramente pelos estudantes tanto em problemas voltados a probabilidade, como em problemas que possam utilizar o conceito de probabilidade como um conhecimento complementar.

Sobre a fase de *proposição e resolução de novos problemas*, salientamos que esta etapa poderá ser desenvolvida de uma forma bem mais ágil que as etapas anteriores, visto que o conhecimento que auxilia na resolução de tais problemas já foi formalizado, desta forma os estudantes irão utilizar a Rob-Ed como ferramenta de revisão de um conteúdo estudado, reforçando os seus conhecimentos matemáticos ao passo que utilizam a Rob-Ed como ferramenta concreta para apoiar os processos de reflexão sobre o conteúdo em questão.

Os questionamentos que propomos com o objetivo de serem investigados nessa etapa, sobre o problema do dado digital, dizem respeito a caso esse dado construído possuísse 10 Faces ao invés de 6, qual dos dois amigos teria mais chances de receber a pontuação desta rodada? Um questionamento que pode tornar tal atividade mais rica no sentido de estudos probabilísticos utilizando computadores, é “*após a montagem desse robô você acredita que o os números realmente são sempre sorteados?*”. Após a execução repetitiva da programação

desenvolvida os estudantes perceberam que os números sorteados sempre obedecem a uma sequência o que comprova a impossibilidade de computadores sortearem números.

Alguns resultados esperados após aplicação de atividades pautadas neste *framework*, é que os estudantes venham a compreender a matemática no sentido mais investigativo, permitindo assim que os mesmos construam o seu próprio conhecimento a partir da necessidade de resolver problemas, sendo esses problemas ligados a robótica educacional ou não. Outros resultados almejados dizem respeito a quebra do contrato didático tradicionalmente desenvolvido em aulas de matemática como é mencionado por Medeiros (2021), em um tipo de contrato didático em que os estudantes apenas memorizam e repetem procedimentos de cálculo ou exercícios nas avaliações subsequentes. Esse contato investigativo sobre a construção do conhecimento matemático e essa quebra do contrato didático tradicional em aulas de matemática pode contribuir para a conversão da matematófobia para uma matematófilia.

7 CONSIDERAÇÕES

Esta pesquisa teve como objetivo a sistematização de uma proposta metodológica para a utilização da Robótica Educacional no ensino de matemática, a partir do panorama e cenário desta temática na literatura científica Brasileira. Para alcançar esse objetivo geral utilizamos o formato *multipaper*, em que cada um dos artigos possuía o papel de contemplar objetivos específicos.

No primeiro artigo, foi desenvolvido um panorama da produção científica sobre a robótica educacional presentes no catálogo de tese dissertações da Capes e na Biblioteca Digital de Tese de Dissertações (BDTD), nesse estudo identificamos que no período de 2015 a 2020, houve o maior número de produções que trazem a menção a robótica educacional em seus títulos, que seja de teses ou dissertações. Ainda nesse panorama conseguimos identificar que os programas de pós-graduação ligados à Educação tanto nas teses como nas dissertações possuem a maior porcentagem de trabalhos, o que corresponde a mais de 58% das dissertações desenvolvidas e mais de 66% das teses. As regiões Nordeste e Sul se apresentaram como maiores produtoras das pesquisas que abordam a Rob-Ed.

Desta forma tal Panorama nos permitiu compreender o cenário geral dos trabalhos que abordam a Rob-Ed como pilar central, através da resposta a questionamentos que são levantados por Cavalcante (2015) em sua sistematização do Mapeamento na Pesquisa Educacional pelo direcionamento do Mapeamento Horizontal. Neste momento cabe o destaque em relação a importância de plataformas indexadoras como o catálogo de tese dissertações da Capes e da Biblioteca digital de teses dissertações, que por sua vez permitem uma grande facilidade no acesso dos trabalhos desenvolvidos, contribuindo para pesquisas bibliográficas.

O segundo artigo da dissertação, buscou atingir os objetivos específicos de analisar o cenário da utilização da Rob-Ed no ensino de matemática através de um estudo exploratório analítico, buscando identificar tendências e perspectivas sobre a utilização dessa metodologia, assim como, identificar principais problemas e apontamentos sobre tal temática. No desenvolvimento deste artigo, elaboramos algumas categorias a partir dos resultados encontrados após a leitura dos resumos e

metodologias dos trabalhos que tivemos acesso, desta forma foi possível constatar que a Rob-Ed por vezes é utilizada como objeto; e por vezes como ferramenta, quer seja para a construção do conteúdo ou para revisão de um conteúdo já estudado, além disso desenvolvemos as categorias já mencionadas anteriormente, este mesmo artigo nos possibilitou a compreensão de tendências e de perspectivas futuras sobre como a Rob-Ed tem sido, e pode ser utilizada em futuros trabalhos, permitindo que os professores que desejam utilizar tal metodologia de ensino possam fazê-la de forma ciente de todas as possibilidades.

O terceiro artigo, refere-se a apresentação de uma proposta metodológica para a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática através da construção de um *framework* teórico-metodológico, desta forma construímos tal *framework* pautado nos resultados encontrados nos dois artigos anteriores, com isso elaboramos 11 fases que comunicam a metodologia Lego com a metodologia de resolução de problemas, objetivando utilizar a resolução de problemas como ambiente que potencialize a utilização da Rob-Ed no ensino de matemática, por fim apresentamos um capítulo de diálogo transversal entre esses três artigos que permitiu uma boa comunicação entre os mesmos e ainda apresentar de uma forma mais detalhada essa proposta de *framework*. A construção desse *framework* possibilita que os professores possam utilizar a Rob-Ed e desenvolver pesquisas que venham a colaborar cada vez mais com a rede de pesquisas que abordam esta temática no ensino de matemática, rompendo com a grande problemática de pesquisas repetitivas e desconexas que facilmente podem ser encontradas ao desenvolver leituras sobre a implantação de tal metodologia, essas dificuldades foram destacadas durante o XXVI EBRAPEM, em que o trabalho que submetemos (Apêndice C), mesmo se tratando de um recorte da presente pesquisa, se mostrou bastante relevante para as discussões, e despertou o interesse dos pesquisadores presentes sobre os resultados na íntegra.

Em futuros trabalhos, pretendemos pôr em prática tal *framework* com o objetivo de compreendê-lo em sua totalidade, e ainda desenvolver eventuais modificações caso seja necessário, investigaremos outras metodologias de ensino que podem ser abordadas de forma conjunta a Rob-Ed como a modelagem matemática, e ainda, pretendemos investigar qual a relação que o professor possui

com o Saber em atividades que utilizam a Rob-Ed, além de investigar a relação do aluno ao saber nesse mesmo tipo de atividade, pretendendo colaborar cada vez mais com a promoção do sentido ao saber e a escola, pois como é mencionado por Charlot (2000) "é este sentido que é atribuído ao saber e a escola que pode ou não criar nos estudantes a necessidade de aprender".

REFERÊNCIAS

A BÍBLIA: novo testamento. Brasília, DF: Sociedade Bíblica do Brasil, 2010.

ALBINO, H.E.V; SANTOS, Y. A; MEDEIROS, K. M. **Os jogos matemáticos para minimizar a matemafobia dos alunos: um encontro no laboratório de matemática.** Paraná: Atena, 2019. 81-89 p. ISBN 978-85 7247-545-7. DOI 10.22533/at.ed.457192008. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/E-bookEnsino-Aprendizagem-de-Matematica.pdf>> Acesso em: 22 dez de 2020.

ALVES, V. R; CAVALCANTI, J. D. B. **Mapeamento das pesquisas sobre a relação ao saber de professores de química.** In: XIV Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade” Anais Educon 2020, São Cristóvão/SE, v. 14, n. 9, p. 1-19, set. 2020.

AMADO, J. **A Investigação em Educação e seus Paradigmas.** In: AMADO, J. A. Manual de investigação qualitativa em educação. Imprensa da Universidade de Coimbra. 2ª edição, p. 19 - 72, 2014.

BARBOSA, J. C. **Formatos insubordinados de dissertações e teses na Educação Matemática.** Vertentes da subversão na produção científica em educação matemática. Campinas: Mercado de Letras, v. 1, p. 347-367, 2015.

BASTOS, A. A.; CAVALCANTI, J. D. B. **Um panorama da produção científica acerca da noção de relação ao saber (rapport au savoir) no período de 2015 a 2018.** International Journal Education And Teaching (PDVL) ISSN 2595-2498, v. 1, n. 3, p. 127 - 152, 30 dez. 2018.

BIEMBENGUT, M. S. **Mapeamento na pesquisa educacional.** Ciência Moderna, 2008.

CAMPOS, F. R. **Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica.** (Tese de Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011.

CASTILHO, M. I. **Robótica na Educação: Com que objetivos?** 2002 PUCRS. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/eventos/desafio/mariaines.php>>. Acessado em: 06 de julho de 2022.

CAVALCANTI, J. D. B. **A noção de relação ao saber: história e epistemologia; panorama do cenário francófono e mapeamento de sua utilização na literatura científica brasileira.** Tese. Doutorado em Ensino das Ciências. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2015.

CAVALCANTI, J. D. B.; BRITO LIMA, A. P. A. B. **A utilização da noção de relação ao saber (rapport au savoir) no contexto do Ensino de Matemática: mapeamento inicial de referências bibliográficas.** Ciência & Educação (Bauru) [online]. v. 24, n. 4. 2018, Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1516-731320180040016>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

COSTA, F. A. **O que justifica o fraco uso dos computadores na escola?** Polifonia, Lisboa, Edições Colibri, n.º 7, 2004.

DO VALE, M. L.; CAVALACNTI, J. D. B.; SILVA, M. F. **Relação ao saber do professor: mapeamento das pesquisas publicadas em revistas científicas no Brasil.** Educon, v. 12, n. 1, p. 1-16, 2018.

FREUND, G. E. **Impactos da tecnologia da informação.** Ibicti, 1982

HALSTEAD, B. **The thesis that won't go away.** Nature, 331, 497-498, 1988.

ILHARCO, F. A questão tecnológica. **Ensaio sobre a sociedade tecnológica contemporânea.** Cascais: Principia, Publicações Universitárias e Científicas, 2004.

KLÜBER, T. E; MUTTI, G. S. **Formato *multipaper* nos programas de pós-graduação stricto sensu brasileiros das áreas de educação e ensino: um panorama.** Anais V SIPEQ... Foz do Iguaçu: 2018. Disponível em: <<https://sepq.org.br/eventos/vsipeq/documentos/02858929912/11>>. Acesso em: 18/09/2021

KOSYVAS, G. **Problèmes ouverts: notion, catégories et difficultés.** In: anais de didactique et de sciences cognitives, IREM de Strasbourg. Volume 15, p. 45 – 73. 2010.

LAUNAY, M. **A fascinante história da matemática.** Tradução de Clóvis MARTQUES. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil LTDA. 2019.

LILJEDAHN, P. TRIGO, M., MALASPINA, U., & BRUDER, R. **Problem solving in mathematics education**. In: anais de ICME 13 Hamburg, Springer Nature. volume 13, p. 2—32. 2016.

LINS, A. F; et al. **Discutindo sobre o uso da robótica educacional na matemática com alunos em uma aula de pós-graduação**. Anais do II CONEDU, 2015.

MALIUK, K. D. **Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

MEDEIROS, K. M. de. **O contrato didático e a resolução de problemas matemáticos em sala de aula**. Educação Matemática em Revista, SBEM, nº9/10, 2001.

OLIVEIRA, E. S. **Robótica Educacional e Raciocínio Proporcional: Uma discussão à luz da Teoria da Relação com o Saber**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, 2015.

OLIVEIRA, E. S. **Um breve prognóstico do uso da robótica educativa na prática educacional de professores discentes do mestrado mecm-uepb**. Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática, SBEM, 2013.

OLIVEIRA, E. S; LINS, A. F; PEREIRA, P. S. **Robótica educacional e o desenvolvimento do raciocínio proporcional por meio de situações problemas: limites e possibilidades**. Anais do IV CONAPESC, 2019.

ONUCHIC, L. R. **A resolução de problemas na educação matemática: onde estamos e para onde iremos?** IV Jornada Nacional de Educação Matemática, 2012.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. **Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas**. **BOLEMA**. Boletim de Educação Matemática. UNESP. Rio Claro, v.25, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/2912/291223514005.pdf> . Acesso em: 10 de agosto de 2022.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução: Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PÓLYA, G. **How to solve It**. Princeton NJ: Princeton University. 1945.

POLYA, G. **A Arte de Resolver Problemas**. Rio de Janeiro, RJ: Inter ciência, 2006.

PURIFICAÇÃO, I. C; NEVES, T. G; BRITO, G. S. **Professores de matemática e as tecnologias: medo e sedução. Educação matemática, tecnologia e formação de professores: algumas reflexões**, Paraná, p. 31 a 57, Editora da FECILCAM, 2010.

SANTANA, K. C. L. **Relação professor-materiais curriculares em Educação Matemática: uma análise a partir de elementos dos recursos do currículo e dos recursos dos professores**. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017.

SCHOENFELD, A. H. **Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics**. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). New York, NY: Simon and Schuster. 1992.

SCHOENFELD, A. H. **Mathematical problem solving**. Orlando, Florida: Academic Press Inc. 1985.

SILVA, M. F.; CAVALCANTI, J. D. B.; DO VALE, M. L. **Relação ao saber do professor: mapeamento em pesquisas científicas teses e dissertações (2001-2017)**. *Educon*, v. 12, n. 1, p. 1-16, 2018.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **A pesquisa científica**. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs.). *Métodos de pesquisa*. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, p. 31-43.

SILVEIRA, J. 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* V.12, No.5, 2017.

APÊNDICE A - LISTA DE REFERÊNCIAS DE TESES DE DOUTORADO.

ANO	REFERÊNCIA
2008	LOPES, Daniel de Queiroz. <i>A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional</i> . Tese (Doutorado em Informática na Educação - universidade federal do rio grande do sul. Porto Alegre, 2008. Orientador: Léa da Cruz Fagundes.
2009	SILVA, Alzira Ferreira da. <i>ROBOEDUC: Uma metodologia de aprendizado com robótica educacional</i> . Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte. Natal, 2009. Orientador: Luiz Marcos Garcia Goncalves.
2012	AROCA, Rafael Vidal. <i>Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional</i> . Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2012. Orientador: Luiz Marcos Garcia Goncalves.
2014	ALVES, Milton Thiago Schivani. <i>Contextualização no ensino de Física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional</i> . Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014. Orientador: Mauricio Pietrocola Pinto De Oliveira.
2016	SA, Sarah Thomaz de Lima. <i>W-Educ: Um Ambiente Web, Completo e Dinâmico para Robótica Educacional</i> . Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2016. Orientador: Luiz Marcos Garcia Goncalves.
2017	SILVA, Paulo Henrique Lopes. <i>Uma Arquitetura de Sistema para Criação, Programação e Disponibilização de Times de Robôs para Robótica Educacional</i> . Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017. Orientador: Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui.
2017	CURVELO, Carla da Costa Fernandes. <i>Uma Metodologia de Avaliação Automática para Aulas de Robótica Educacional</i> . Tese (Doutorado em ENGENHARIA ELÉTRICA) - Universidade Federal do Rio Grande Do Norte. Natal, 2017. Orientador: Luiz Marcos Garcia Goncalves.
2017	MARTINS, Amilton Rodrigo de Quadros. <i>Uma experiência de utilização da robótica educacional como provocadora do estado de flow visando potencializar a capacidade de resolução de problemas e a criatividade</i> . Tese (Doutorado em Educação) - Fundação Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2017. Orientador: Adriano Canabarro Teixeira.
2017	LUCIANO, Ana Paula Giacomassi. <i>A robótica educacional e a plataforma arduino: estratégias construcionistas para a prática docente</i> . Tese (Doutorado em Educação para a

	Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2017. Orientadora: Polonia Altoe Fusinato.
2017	BARROS, Renata Pitta. CardBot: Tecnologia Educacional Assistiva Para Inclusão de Deficientes Visuais na Robótica Educacional: Experimentos e Resultados. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017. Orientador: Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui.
2018	LIMA, José Roberto Tavares de. <i>Robótica educacional no ensino de física: contribuições da engenharia didática para a estruturação de sequências de ensino e aprendizagem</i> . Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2018. orientadora: Helaine Sivini Ferreira.
2018	CASTILHO, Maria Ines. <i>Hiperobjetos da robótica educacional como ferramentas para o desenvolvimento da abstração reflexionante e do pensamento computacional</i> . Tese (Doutorado em Informática na Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018. orientadora: Lea Da Cruz Fagundes.
2018	SANTOS, Clodogil Fabiano Ribeiro dos. A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018. Orientadora: Nilceia Aparecida Maciel Pinheiro.
2019	JUNIOR, Luiz Alberto da Silva. O discurso de professores de ciências relativo ao uso da robótica educacional na cidade do Recife. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2019. Orientador: Marcelo Brito Carneiro Leão.
2020	SILVA, Marcos Roberto da. Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia. Patos de Minas, 2020. Orientador: Arlindo Jose De Souza Junior.

APÊNDICE B - LISTA DE REFERÊNCIAS DE DISSERTAÇÕES DE MESTRADO.

ANO	REFERÊNCIA
2003	ORTOLAN, Ivonete Terezinha. Robótica Educacional: Uma Experiência Construtiva. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Orientador: Rogerio Cid Bastos.
2004	ZILLI, Silvana do Rocio. <i>A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática</i> . Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Santa Catarina. Florianópolis, 2004. Orientadora: Ana Maria Benciveni Franzoni.
2006	MIRANDA, Leonardo Cunha de. RoboFácil: Especificação e Implementação de Artefatos de Hardware e Software de Baixo Custo para um Kit de Robótica Educacional. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006. Orientador: Fábio Ferrentini Sampaio.
2008	CASTRO, Viviane Gurgel de. <i>RoboEduc: especificação de um software educacional para ensino da robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital</i> . Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Orientador: Luiz Marcos Garcia Gonçalves.
2008	CURCIO, Christina Paula de Camargo. Proposta de Método de Robótica Educacional de Baixo Custo. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Desenvolvimento de Tecnologia) - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba, 2008. Orientador: Gilson Paulillo.
2009	MALIUK, Karina Disconsi. Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009. Orientador: Francisco Egger Moellwald.
2010	BRAZ, Lilian Gonçalves. Potencializando a criatividade e a socialização: um arcabouço para o uso da robótica educacional em diferentes realidades educacionais. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. Orientadora: Silvia Silva Da Costa Botelho.
2010	MORAES, Maritza Costa. Robótica Educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. Orientadora: Débora Pereira Laurino.
2011	CABRAL, Cristiane Pelisoli. Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. Dissertação (Mestrado em

	Educação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011. Orientadora: Rosane Aragón De Nevado.
2011	BARBOSA, Fernando da Costa. Educação e Robótica Educacional na Escola Pública: As artes do fazer. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2011. Orientador: Arlindo José De Souza Junior.
2011	PINTO, Marcos de Castro. Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011. Orientador: Marcos da Fonseca Elia.
2012	SILVA, Rodrigo Barbosa e. Abordagem crítica de robótica educacional: Álvaro Vieira Pinto e Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012. Orientador: Luiz Ernesto Merkle.
2013	FERNANDES, Carla da Costa. S-Educ: Um Simulador de Ambiente de Robótica Educacional em Plataforma Virtual. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013. Orientador: Luiz Marcos Garcia Goncalves.
2013	SA, Sarah Thomaz de Lima. Ambiente de Desenvolvimento Web Multiplataforma Configurável para Robótica Educacional. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013. Orientador: Luiz Marcos Garcia Goncalves.
2013	ALVES, Rafael Machado. Duinoblocks: desenho e implementação de um ambiente de programação visual para robótica educacional. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013. Orientador: Fabio Ferrentini Sampaio.
2013	ZANATTA, Ronnie Petter Pereira. A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem: uma experiência com a segunda lei de Newton na série final do ensino fundamental. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Curitiba, 2013. Orientador: Charlie Antoni Miquelin
2014	DINIZ, Rafael Henrique Nogueira. A utilização da robótica educacional LEGO® e suas contribuições para o ensino de Física. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológico de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014. Orientador: Miriam Stassun dos Santos.
2014	SANTOS, Flavio Miranda dos. Robótica educacional - potencializando o ensino da matemática. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Rio de Janeiro, 2014.

	Orientador: Rigoberto Gregorio Sanabria Castro.
2014	GALVAO, Marfalda Arraes. Simulego: um ambiente de simulação para robótica educacional. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação Aplicada) - Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2014. Orientador: Paulo Benicio Melo De Sousa.
2014	JUNIOR, Carlos Antonio Pereira. Robótica educacional aplicada ao ensino de química: colaboração e aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2014. Orientador: Márlon Herbert Flora Barbosa Soares.
2014	LUCIANO, Ana Paula Giacomassi. A utilização da robótica educacional com a plataforma arduino: uma contribuição para o ensino de física. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2014. Orientadora: Polonia Altoe Fusinato
2014	GOMES, Patricia Nadia Nascimento. <i>A robótica educacional como meio para a aprendizagem da matemática no ensino fundamental</i> . Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2014. Orientador: Ronei Ximenes Martins.
2015	ARAUJO, Carlos Alberto Pedroso. As potencialidades da robótica educacional na matemática básica sob a perspectiva da teoria da atividade. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, 2015. Orientador: Jose Ricardo e Souza Mafra
2015	GUARENTI, Rosimeri Gonzaga. ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: desafios e possibilidades, um estudo de caso, superando desafios de aprendizagem. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia) - Instituto Federal de Educ., Ciênc. e Tecn. Sul-Rio-Grandense. Pelotas, 2015. Orientador: Luis Otoni Meireles Ribeiro
2015	RODRIGUES, Willian dos Santos. Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6. ao 9. ano do ensino fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom Education. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Est.Paulista Júlio de Mesquita Filho/Ilha Solt. Rio de Janeiro, 2015. Orientador: Jose Marcos Lopes
2015	FLORES, Crijina Chagas. LERO: Um Laboratório Remoto de Robótica Educacional Extensível e Adaptável. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Computação) - Universidade Salvador. Salvador, 2015. Orientador: Jorge Alberto Prado de Campos
2015	PEREIRA, Marcio Lucio Dias. Projeto de Robótica Educacional para criar Cenários Multidisciplinares como Apoio ao Ensino e Aprendizagem de Matemática e Física. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade

	Cruzeiro do Sul. São Paulo, 2015. Orientador: Carlos Fernando de Araujo Junior
2015	RODRIGUES, Rafael Macacchero Lago de Sa. DUINOBLOCKS: Desenho e implementação de um ambiente de programação visual para robótica educacional. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Orientador: Rodrigo Penteado Ribeiro De Toledo
2015	MESQUITA, Josilda dos Santos Nascimento. A Prática Docente e a Robótica Educacional: Caminhos para uma estreita relação entre tecnologia e o ensino de ciências. Dissertação (Mestrado em Ensino e História das Ciências e da Matemática) - Universidade Federal do Abc, Santo André, 2015. Orientadora: Mirian Pacheco Silva Albrecht
2015	GOMES, Mauricio Ribeiro. Uma proposta pedagógica para oficinas de robótica educacional orientada a alunos com Altas Habilidades/Superdotação. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Orientador: Marcos Da Fonseca Elia
2015	GARCIA, Mara Cristina de Moraes. Robótica Educacional e Aprendizagem Colaborativa no Ensino de Biologia: Discutindo conceitos relacionados ao sistema nervoso humano. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2015. Orientador: Márlon Herbert Flora Barbosa Soares
2015	DARGAINS, Andre Rachman. Estudo Exploratório Sobre o Uso da Robótica Educacional no Ensino de Programação Introdutória. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Orientador: Fabio Ferrentini Sampaio
2015	OLIVEIRA, Edvanilson Santos de. Robótica Educacional e Raciocínio Proporcional: Uma discussão à luz da teoria da relação com o saber. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2015. Orientadora: Abigail Fregni Lins
2016	MOREIRA, Leonardo Rocha. Robótica Educacional: Uma perspectiva de ensino e aprendizagem baseada no modelo construcionista. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) - Universidade de Fortaleza. Fortaleza, 2016. Orientador: Victor Hugo Costa de Albuquerque
2016	RABELO, Ana Paula Stoppa. Robótica educacional no ensino de física. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Goiás. São Paulo, 2016. Orientador: Mauro Antonio Andreata
2016	SANTOS, Marden Eufrazio dos. Ensino das Relações Métricas do Triângulo Retângulo com Robótica Educacional. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) - Instituto Federal de Educ., Ciência e Tecnologia do Amazonas. Manaus, 2016. Orientadora: Andrea Pereira Mendonca

2016	FORNAZA, Roseli. Robótica educacional aplicada ao ensino de física. Dissertação (Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2016. Orientadora: Carine Geltrudes Webber
2016	CAGLIARI, Alessio Inacio. Ambiente Colaborativo Gear: Compartilhando Projetos, Materiais e Conhecimento sobre Robótica Educacional Livre. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Científico e Tecnológico) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim, 2016. Orientador: Adriano Canabarro Teixeira
2016	LIMA, Walex Fernandes. Aprendizagem colaborativa para o ensino de química por meio da robótica educacional. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2016. Orientador: Márlon Herbert Flora Barbosa Soares
2016	SANTOS, Joao Paulo da Silva. Utilizando o ciclo da experiência de kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016. Orientador: Alexandro Cardoso Tenorio
2016	MARRETO, Luciane Puglisi. Robótica educacional e meio ambiente: estudo de caso na escola municipal deputado José de Assis. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) - Centro Universitário de Anápolis. Anápolis, 2016. Orientadora: Giovana Galvao Tavares
2016	CAVALCANTE, Tarsio Ribeiro. Robótica Educacional e o processo de (Re) construção da autonomia dos sujeitos educativos: uma experiência na Educação de Jovens e Adultos. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação de Jovens e Adultos) - Universidade do Estado da Bahia. Salvador, 2016. Orientadora: Maria Olivia Mattos Oliveira
2016	MADUREIRA, Luso Soares. O uso da robótica educacional para a aprendizagem de grandezas e medidas. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo, 2016. Orientador: Ismar Frango Silveira
2016	SILVA, ADRIANO FONSECA. Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino da Cinemática Através da Robótica Educacional. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - PROFIS Instituição de Ensino: Universidade Federal de Goiás, São Paulo, 2016. Orientador: Jalles Franco Ribeiro Da Cunha
2017	ALEXANDRINO, Thiago Melo. Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo tpack para professores que ensinam matemática. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville, 2017. Orientadora: Luciane Mulazani Dos Santos
2017	TEIXEIRA, Elder dos Santos. Robótica educacional como ferramenta para motivação e inclusão tecnológica. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Telecomunicações) -

	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Fortaleza, 2017. Orientador: Auzuir Ripardo de Alexandria
2017	QUEIROZ, Rubens Lacerda. DUINOBLOCKS4KIDS: utilizando tecnologia livre e materiais de baixo custo para o exercício do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental I por meio do aprendizado de programação aliado à Robótica Educacional. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016. Orientador: Fabio Ferrentini Sampaio
2017	ALVES, Elisa Sa Britto Castro. Robótica educacional livre no ensino de física: experimentação em termodinâmica. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação) - Instituto Federal de Educ., Ciênc. e Tecn. Sul-Rio-Grandense. Pelotas, 2017. Orientador: Marcos Andre Betemps Vaz Da Silva
2017	AZEVEDO, Marcelo Schiller de. Robótica Educacional dos Anos Finais do Ensino Fundamental: Um Estudo de Caso. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação) - Instituto Federal de Educ., Ciênc. e Tecn. Sul-Rio-Grandense. Pelotas, 2017. Orientador: Marcos Andre Betemps Vaz Da Silva
2017	MAHMUD, Dimitri Alli. O uso de robótica educacional como motivação a aprendizagem de matemática. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Amapá. Rio de Janeiro, 2017. Orientadora: Simone De Almeida Delphim Leal
2017	BALATON, Mariana Cardoso. Robótica Educacional Livre: um relato de prática no Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2017. Orientadora: Maria da Graça Moreira da Silva
2017	TITON, Wagner. Ensino de conceitos de programação utilizando a robótica educacional, apoiada na plataforma arduino: uma aplicação no curso de aprendizagem industrial em informática. Dissertação (Mestrado em Computação) - Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, 2017. Orientador: Alejandro Rafael Garcia Ramirez
2017	VARELA, Candida Dolores Antunes. A robótica educacional na escola indígena: inovações na formação de professores. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) - Centro Universitário Internacional. Curitiba, 2017. Orientador: Germano Bruno Afonso
2017	CRUZ, Rodrigo Sousa da. Utilização da robótica educacional livre por meio da aprendizagem por projetos: um estudo no curso técnico em informática do ifpa/campus santarém. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, 2017. Orientador: Doriedson Alves De Almeida
2017	RIOS, Marcel Leite. Visão Computacional Aplicada ao Monitoramento de Robôs Móveis em Cenários de Robótica Educacional. Dissertação (Mestrado em Informática -

	Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2017. Orientador: Jose Francisco De Magalhaes Netto
2017	SILVA, Mauricio Veiga sa. Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor no ensino médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) - Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social – FUVATES. Lajeado, 2017. Orientador: Wolmir Jose Bockel
2017	PASSOS, Ramieri da Cunha. Curso semipresencial de formação docente em robótica educacional para suplementação curricular de matemática para alunos com altas habilidades ou superdotação do ensino fundamental II. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão) - Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2017. Orientadora: Cristina Maria Carvalho Delou
2018	COSTA, Wesley. Borges. <i>Robótica educacional nas aulas de física</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Física em Rede) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018. Orientador: Mauro Antonio Andreata
2018	BIEHL, Rodrigo. <i>Robótica educacional: um recurso para introduzir o estudo da física no ensino fundamental</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018. Orientadora: Silvana Neumann Martins
2018	CUCH, Luiz Roberto. <i>Estudo sobre a atenção concentrada em um projeto de robótica educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União – SC</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) - Centro Universitário Internacional, Curitiba, 2018. Orientador: Luciano Frontino de Medeiros.
2018	SILVA, Heitor Felipe da. <i>Robótica educacional como recurso pedagógico fomentador do letramento científico de alunos da rede pública de ensino na cidade do Recife</i> . Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Orientadora: Ana Beatriz Gomes Pimenta de Carvalho
2018	AZEVEDO, Edjane Mikaelly Silva de. A fluência digital e a utilização da robótica educacional mediante a abordagem do aprender fazendo e do brincar com crianças. Dissertação (Mestrado em Cognição, Tecnologias e Instituições) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2018. Orientadora: Deise Juliana Francisco
2018	LEITE, Ana Amabile Gabrielle Rodrigues. Representações Sociais da Robótica Educacional: estudo comparativo entre professores de escolas da rede de ensino privada. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Fundação Universidade Federal do Piauí. Parnaíba, 2018. Orientador: Ludgleydson Fernandes De Araujo
2018	SOUZA, Murilo Lopes de. O uso da robótica educacional no estudo de conceitos de eletricidade. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Goiás. São Paulo, 2018. Orientador: Marcionilio Teles De Oliveira Silva

2018	GALVAO, Angel Pena. Robótica educacional e o ensino de matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no ensino fundamental. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, 2018. Orientador: Jose Ricardo E Souza Mafra
2018	ANDRADE, Juliana Wallor de. Robótica educacional: uma proposta para a educação básica. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal da Fronteira Sul. Rio de Janeiro, 2018. Orientadora: Rosane Rossato Binotto
2018	MAFFI, Caroline. Inserção da robótica educacional nas aulas de matemática: desafios e possibilidades. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018. Orientadora: Thaisa Jacintho Muller
2018	SOUZA, Wagner Faria de. Aprender brincando em pleno século xxi: o uso da robótica educacional no processo ensino aprendizagem em um diálogo com pensamento teológico-educacional de rubem alves. Dissertação (Mestrado Profissional em Teologia) - Escola Superior de Teologia. São Leopoldo, 2018. Orientador: Iuri Andreas Reblin
2018	JUNIOR, Jose Etiene Bezerra. Investigando o Uso do Extreme Programming como uma Metodologia de Ensino para Aplicações Práticas da Robótica Educacional. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Mossoró, 2018. Orientador: Rommel Wladimir De Lima
2018	ARMAO, Tiago Pereira. Uma aplicação da Robótica Educacional no estudo do número irracional π utilizando LEGO MINDSTORM EV3. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Rio Grande. Rio de Janeiro, 2018. Orientadora: Luciele Rodrigues Nunes
2018	GOMES, Juliana Faoro. Robótica Educacional Em Ponta Porã MS: Perspectivas Ao Desenvolvimento Tecnológico Local. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Ponta Porã, 2018. Orientador: Carlos Otavio Zamberlan
2018	PINHEIRO, Ricardo Silverio Gomes. Robótica educacional e ensino de química no curso de engenharia civil: uma perspectiva para aprendizagens colaborativa e cooperativa. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2018. Orientador: Márlon Herbert Flora Barbosa Soares
2019	SILVA FILHO, Fernando Barros da. <i>Fundamentos da robótica educacional, desenvolvimento, concepções teóricas e perspectivas</i> . Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Orientador: José Rogério Santana.

2019	SILVA, Naltlene Teixeira Costa. <i>O ensino de tópicos de cinemática através de robótica educacional</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019. Orientador: Michael Lee Sundheimer.
2019	CLEMENTINO NETO, Luiz. <i>Ensino de movimento circular através de roteiro de experimentos utilizando robótica educacional</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Orientador: Orivaldo Vieira de Santana Júnior.
2019	OLIVEIRA, Denilton Silveira de. <i>Formação continuada de professores para inovação pedagógica por meio da robótica educacional na Escola Estadual Presidente Kennedy</i> . Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Orientadora: Luciane Terra dos Santos Garcia.
2019	ARAÚJO, Gleyne Lemos Leonez de. <i>Desempenho das funções executivas em adolescentes: estudo de intervenção com robótica educacional</i> . Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Orientadora: Cintia Alves Salgado Azoni.
2019	JORGE, Carlos Henrique. <i>Uma experiência da Robótica Educacional: a solução do desafio Rescue Line para os alunos do Ensino Fundamental</i> . Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2019. Orientadora: Marcele Câmara de Souza.
2019	TOUREIRO, Janaina de Oliveira Reis. <i>Utilização da robótica educacional para o estudo de resistores não lineares no 9º ano do ensino fundamental</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019. Orientador: Gilson Junior Schiavon.
2019	PAULINO, Vagner Lucio. <i>O sentido que alunos do ensino médio atribuem a atividades de ensino mediadas por robótica educacional</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática) - Instit Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Jataí, 2019. Orientador: Rodrigo Claudino Diogo.
2019	SILVA, Alessandro Siqueira da. <i>A Robótica Educacional Como Possibilidade Para O Ensino De Conceitos De Lógica De Programação</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) - Fundacao Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social – FUVATES. Lajeado, 2019. Orientadora: Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.
2019	COSTA, Anselmo Pestana Ribeiro. <i>Estudo exploratório sobre o uso da robótica educacional e laboratórios remotos no ensino de programação i em curso superior rio de janeiro 2019</i> . Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019. Orientador: Fabio Ferrentini Sampaio.
2019	PINTO, Carlos Alberto Schettini. <i>A gestão do conhecimento e a inteligência colaborativa em ambientes de aprendizagem. um estudo a partir da oficina de robótica educacional no</i>

	colégio militar do rio de janeiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Centro Federal de Educação Tecn. Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro, 2019. Orientadora: Marco Antonio Barbosa Braga.
2020	GROSS, Giane Fernanda Schneider. <i>Cultura digital frente às demandas das escolas do campo: a robótica educacional como possibilidade para o ensino de matemática</i> . Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Orientador: Marco Aurélio Kalinke.
2020	ALBERTONI, Neumar Regiane Machado. <i>Robótica educacional no ensino de matemática: como os conteúdos se fazem presentes</i> . Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Orientador: Marco Aurélio Kalinke.
2020	ZILIO, Charlene. <i>ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I: Perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da Matemática</i> . Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Orientadora: Marcia Finimundi Nobile.
2020	SANTOS, Erica Oliveira dos. <i>Robótica educacional nas escolas de Curitiba: possibilidades pedagógicas para o ensino de matemática com o Ludobot</i> . Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Orientador: Marco Aurélio Kalinke.
2020	ZIGNAGO, Rangel . <i>Robótica educacional nas aulas de matemática: trabalhos colaborativos com alunos do 8º ano do ensino fundamental</i> . Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019. Orientador: Leonardo José da Silva.
2020	FIGUEIREDO, James Batista. <i>Formação de professores em tecnologias digitais na EPT: a robótica educacional no processo de ensinar e aprender</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia De Brasília. Vitória, 2020. Orientadora: Debora Leite Silvano
2020	BEZERRA, Marcelo dos Santos. <i>As representações sociais da robótica educacional para professores do ensino fundamental da rede pública de ensino da cidade do Natal-RN</i> . Dissertação (Mestrado em Educação) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, Natal, 2020. Orientadora: Elda Silva Do Nascimento Melo
2020	SEGATTO, Rodrigo. <i>Utilização do robô cubetto em um processo de formação docente para professores da educação básica na área da robótica educacional</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Científico e Tecnológico) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim, 2020. Orientador: Adriano Canabarro

	Teixeira
2020	ARAUJO, Amilson. Cultura maker e robótica educacional no ensino de física: desenvolvendo de um semáforo automatizado no ensino médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2020. Orientador: Kleber Cavalcanti Serra
2021	LUCHESE, Keli Cristina. A cinemática em uma abordagem histórico-filosófica por meio da robótica educacional. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Catarina – Araranguá. São Paulo, 2021. Orientador: Felipe Damasio

APÊNDICE C – TRABALHO SUBMETIDO XXVI ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - EBRAPEM.



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA: MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E PROPOSIÇÃO DE FRAMEWORK TEÓRICO-METODOLÓGICO

Italo Luan Lopes Nunes¹

GD n°06 – Educação Matemática, Tecnologias e Educação à Distância

Resumo: O objetivo deste estudo é sistematizar uma proposta metodológica para a utilização da Robótica Educacional (Rob-Ed) no ensino de Matemática a partir do panorama e cenário desta temática na literatura científica brasileira, através do catálogo de teses e dissertações da Capes e da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações BDTD, para isso, desenvolvemos um panorama da topologia da produção sobre a Robótica Educacional, que nos deu subsídios para investigar o cenário específico da utilização da Rob-Ed no ensino de Matemática, através de um estudo exploratório analítico. Partindo da dificuldade que sofri em fundamentar teoricamente minha pesquisa de trabalho de conclusão de curso, em que grande parte dessas dificuldades surgiram devido a não comunicação entre os trabalhos que abordam a Rob-Ed como metodologia de ensino, a partir das reflexões de Cavalcanti (2015) sobre esse tipo de situação, podemos inferir certa lacuna no que diz respeito aos nexos entre essas produções e ausência de comunicação das pesquisas entre si, devido essa ausência, existe uma dificuldade de compreensão da amplitude desta metodologia, como suas potencialidades e suas fragilidades. A partir da produção de um mapeamento horizontal precedido de um vertical, pretendendo compreender a utilização da Rob-Ed como metodologia de ensino de Matemática de uma forma mais heurística, permitindo o desenvolvimento de pesquisas que venham a complementar, e avançar o estudo sobre tal metodologia, é o que objetivamos com a nossa proposta de estudo final que se trata da apresentação de um framework teórico-metodológico sobre a utilização da robótica Rob-Ed no ensino de matemática.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Mapeamento na Pesquisa Educacional. Framework. Educação Matemática.

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa, faz parte dos estudos e investigações realizadas pelo Núcleo de Pesquisa e Estudos da Relação ao Saber (NUPERES), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste. O NUPERES é um grupo de pesquisa multidisciplinar que reúne pesquisadores e estudantes de diversas áreas do conhecimento e conta atualmente com (05) cinco linhas de pesquisa – *Abordagem Didático-Antropológica da Relação ao Saber; História e*

¹ Universidade Federal de Pernambuco Centro Acadêmico do Agreste – UFPE CAA; Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática; italo.illn@ufpe.br; orientador: Prof. Dr. José Dilson Beserra Cavalcanti; co-orientadora: Prof. Dr.ª. Kátia Maria de Medeiros.



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Epistemologia da noção de Relação ao Saber (Rapport au Savoir); Mapeamento da Produção Científica; Relação ao Saber de pessoas que conseguiram êxito escolar e ascensão social pelos estudos e Relação ao saber do professor. Uma das premissas enfatizadas no grupo é a importância da visão heurística sobre o tema a que o pesquisador se propõe a investigar, pois uma vez dotado desta visão o mesmo poderá contribuir bastante para o avanço do tema em questão.

A Robótica Educacional, que daqui pra frente mencionaremos como Rob-Ed, se trata de uma metodologia voltada aos processos de ensino e aprendizagem por meio da montagem e programação de sistemas constituídos por microcomputadores. Partindo do pressuposto que a Rob-Ed quando comparada com outras metodologias de ensino, se apresenta como um ramo de pesquisa bastante recente em que seus primeiros trabalhos na literatura científica brasileira foram desenvolvidos no início da década de 2000 (NUNES; CAVALCANTI; MEDEIROS, 2022, no prelo), a mesma tem sido ampliada de uma forma bastante diversa em várias áreas como: Física, Computação, Matemática, e entre outras. Esse crescimento, muitas vezes, se apresenta como uma grande possibilidade de criação de novas pesquisas, embora na prática consigamos enxergar que muitas dessas pesquisas são bastante similares, assim como Biembengut, percebeu ao investigar a utilização da modelagem matemática, a autora ainda destaca, que embora essas pesquisas similares não perca a sua validade, a metodologia poderia ter avançado bem mais se cada um desses pesquisadores tivessem uma compreensão mais heurística da metodologia antes de desenvolver suas pesquisas.

Nesta ótica, podemos posicionar a nossa questão geral de pesquisa: *De que forma podemos propor um framework teórico metodológico sobre a utilização da Robótica Educacional no ensino de Matemática, tendo em vista a literatura científica brasileira existente?*

Para responder essa questão de pesquisa, pretendemos investigar: Qual a dimensão da Rob-Ed no ensino brasileiro? Como e há quanto tempo a Rob-Ed vem sendo adotada como metodologia de ensino? E de que forma os educadores brasileiros utilizam a Rob-Ed na prática?

Para isso, propomos a produção de um mapeamento horizontal, precedido de um mapeamento vertical, nos quais objetivamos compreender como (e a quanto tempo) a Rob-Ed tem sido utilizada como metodologia de ensino de matemática, esta perspectiva de mapeamento foi proposta por Cavalcanti (2015). Conforme esse autor, essa perspectiva foi adaptada a partir do mapeamento em pesquisa educacional desenvolvido por Biembengut (2008) que, em seu livro,



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

chamou a atenção para o fato de que muitos dos trabalhos não têm partido das últimas pesquisas nem “apresenta o que já existe sobre o tema, *quantos*, *quem* e *onde* já fizeram algo a respeito, que *avanços* foram conseguidos e *quais* problemas estão em aberto para serem levados adiante” (BIEMBENGUT, 2008., p. 73, itálicos da autora). Outro questionamento bastante importante que pretendemos investigar após o desenvolvimento do mapeamento é quais outras metodologias de ensino são utilizadas de forma atrelada com a Rob-Ed no processo de ensino-aprendizagem de matemática? e assim entender quais seriam as metodologias que melhor se relaciona com a robótica educacional.

Desta forma caracterizamos nossa pesquisa pautados em Silveira e Córdova (2009), quanto a natureza como: *pesquisa aplicada*, visto que, ao término desta dissertação será possível que qualquer pesquisador possa se localizar dentro deste cenário com vistas a melhor compreender tal metodologia de ensino.

Quanto a abordagem de *qualiquanti*, pois em algumas etapas serão desenvolvidos estudos quantitativos, para posteriormente desenvolver um estudo qualitativo, com o objetivo de compreender tanto o panorama como o cenário da produção sobre a Rob-Ed como metodologia de ensino de Matemática.

Quanto aos objetivos caracterizamos como *exploratória*, pois a mesma proporciona maior familiaridade com o problema objetivando torná-lo mais explícito.

E quanto aos procedimentos caracterizamos como pesquisa *bibliográfica* e *proposição* de framework teórico metodológico, pois a depender do artigo em questão, iremos utilizar procedimentos distintos, sendo o objeto referencial a Robótica Educacional enquanto que o território a explorar tem natureza bibliográfica.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Robótica Educacional

Os atuais avanços tecnológicos impõem desafios para a sociedade como um todo, devido o ritmo da comunicação ter se tornado cada vez mais acelerado, assim como, o ritmo da vida social e individual, o que necessariamente afeta a forma com que a escola e seus professores trabalham com a educação, em consequência direta dessa grande gama de informações. Evidenciando a



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

necessidade de reflexão acerca da utilização das novas tecnologias no ambiente escolar, (PURIFICAÇÃO; NEVES; BRITO, 2010) destacam que os mais influenciados dessas inovações tecnológicas são exatamente os jovens que são público alvo das instituições de ensino.

Como é destacado por Campos (2011), a origem da Robótica Educacional está diretamente ligada a criação da linguagem de programação Logo, em 1967, pelo professor Seymour Papert no laboratório de inteligência artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), essa linguagem de programação foi idealizada para a aprendizagem de crianças e adultos a partir da construção de dispositivos controláveis por softwares e computadores, programados a partir de modelos multidisciplinares.

Destacamos o potencial atrativo das atividades que utilizam a Rob-Ed, potencial esse que pode em muito contribuir para a construção de *sentido* ao saber e a escola, o mesmo possui a possibilidade de desenvolver o *desejo*, e assim posteriormente desenvolver a *mobilização* para a aprendizagem, pois como é defendido por Charlot (2000), “é este *sentido* que é atribuído ao saber e a escola que pode ou não criar nos estudantes a necessidade aprender”.

No decorrer dessas investigações iniciais sobre a Rob-Ed conseguimos perceber que a forma com que a mesma é utilizada impacta diretamente os resultados que podem ser obtidos, e nessa perspectiva que surge a necessidade de desenvolver um panorama da produção científica brasileira sobre a Rob-Ed como metodologia de ensino de Matemática, para que, posteriormente possamos compreender onde a nossa proposta pode se localizar, e como podemos contribuir para o avanço desta metodologia.

Mapeamento na pesquisa Educacional

A internet tem contribuído para o aumento expressivo da produção e difusão da produção científica, essas contribuições têm possibilitado também o aumento no acesso a essas produções. Entretanto nem sempre as pesquisas têm levado em conta o que já foi produzido, resultando em pesquisas similares e muitas vezes desconexas.

Uma alternativa para essa problemática de pesquisas similares e até desconexas, parece ser a produção de pesquisas bibliográficas que venham a desenvolver uma compreensão do todo que



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

se objetiva investigar, neste sentido, em sua sistematização do Mapeamento na Pesquisa Educacional, Cavalcanti (2015) propõe o direcionamento horizontal e vertical associado à metáfora da topologia dos territórios, nos quais foram pautados de acordo com os termos e os respectivos questionamentos destacados por Biembengut (2008).

Os questionamentos **quantos**, **quem** e **onde** já fizeram algo a respeito? ‘Apontaria para um estudo exploratório horizontal se concentrando mais no relevo observável das produções científicas, isto é, na topologia do território. Já os questionamentos **que** avanços foram conseguidos e **quais** problemas estão em aberto para serem levados adiante ‘indicaria um estudo vertical que poderia ter como orientação o que está sob (isto é, os trabalhos já desenvolvidos – indicariam tendências) e o que está sobre (isto é, os trabalhos que podem ser desenvolvidos – indicariam perspectivas) a superfície da literatura científica. (CAVALCANTI, *ibid.* p. 219, negritos do autor).

Para permitir que tenhamos essa visão heurística de como as pesquisas que utilizam a Rob-Ed no ensino de Matemática têm sido desenvolvidas, iremos utilizar como território exploratório o catálogo de teses e dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), pesquisando pela menção à Robótica Educacional nesse tipo de literatura brasileira, para que, desta forma, consigamos desenvolver o mapeamento horizontal, para posteriormente, fazemos o recorte de um cenário em específico, sobre a utilização da Robótica Educacional no ensino de Matemática.

A partir desses mapeamentos desenvolvidos, conseguiremos localizar nossa proposta de framework teórico metodológico sobre a utilização da Rob-Ed no ensino de Matemática, dentro dessa rede, auxiliando em futuras pesquisas sobre a utilização da Rob-Ed, pois como cita Cavalcanti (2015, pag. 218) apud (BIEMBENGUT 2008, pag. 71), cada pesquisa que se desencadeia insere-se em uma rede preexistente e seu valor é relativo à contribuição a essa rede.

CAMINHO METODOLÓGICO

Optamos pela utilização do formato multipaper para organização da produção escrita desta pesquisa, “O formato multipaper, refere-se à apresentação de uma dissertação ou tese como uma coletânea de artigos publicáveis, acompanhados, ou não, de um capítulo introdutório e de considerações finais” (KLÜBER; MUTTI, 2018, pag. 3).



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP
09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

O motivo que nos levou a essa opção foi que concordamos com Halstead (1988, p. 497) quando apresenta que uma pesquisa não é reconhecida como concluída até que ela seja comunicada, e o formato multipaper possui um potencial enorme de facilitar essa comunicação, pois a dissertação/tese que é escrita neste formato, é pensada de forma a compor artigos que ainda que conectados entre si, possuem o papel de comunicar aspectos que o autor julgou importantes sobre o objeto de pesquisa em cada uma das camadas abordadas, desta forma, facilitando a publicação de artigos.

Considerando a adoção da organização do trabalho em formato Multipaper, cada estudo foi desenvolvido pensando em artigo com investigações próprias, entretanto, interconectados, a seguir, apresentamos os desenhos de tais artigos:

Artigo 1: Panorama da produção científica brasileira sobre a robótica educacional

No primeiro artigo, objetivamos compreender o território topológico acerca da produção científica brasileira sobre a utilização da Rob-Ed, para isso utilizamos o direcionamento de mapeamento horizontal de Cavalcante (2015), investigamos: Quantas teses de dissertações foram desenvolvidas sobre a Robótica Educacional? Quem foram os autores e orientadores? Onde foram desenvolvidas, isto é, em quais programas de pós-graduação, quais universidades e em quais regiões do país? Além de quando esses trabalhos foram produzidos?

Para a construção desse mapa foram consideradas as produções disponibilizadas no: Catálogo de tese dissertações da CAPES e na Biblioteca digital de teses de dissertações BDTD. Destacamos que as buscas foram realizadas no mês de outubro de 2021 no catálogo da CAPES e, posteriormente, como sugestão da banca de qualificação, desenvolvemos uma nova investigação no mês de março de 2022, na Biblioteca digital BDTD. A busca foi realizada nesses bancos de dados através da utilização das palavras-chaves "Robótica" e "Educação", através da restrição dos resultados aos títulos, isto é, consideramos para a produção deste mapeamento horizontal apenas as referências nas quais as palavras-chaves definidas estavam contidas nos títulos.

Posterior a essa coleta de dados desenvolvemos uma análise dos mesmos através do direcionamento de mapeamento horizontal proposto por Cavalcante (2015). Inicialmente, através de um tratamento quantitativo dos dados com o objetivo de sanar os questionamentos acima



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

elencados, que nos permitiu uma compreensão heurística acerca da literatura científica brasileira sobre a utilização da Robótica Educacional, tais resultados serão apresentados posteriormente.

Artigo 2: Cenário específico da produção científica brasileira sobre a robótica educacional no ensino de matemática

O segundo artigo, que partiu de um recorte do mapeamento anteriormente mencionado, buscou orientação do que está “sob” e o que está “sobre” o território, ou seja, trabalhos desenvolvidos e trabalhos a serem desenvolvidos sobre essa temática que, por sua vez, nos permitiu encontrar tendências e perspectivas, que contribuiu para a melhor compreensão deste cenário específico. A visão ampla deste cenário, possibilitou a percepção de pesquisas repetitivas Biembengut (ibid. p. 3). Ainda neste cenário específico conseguimos investigar de que forma a Rob-Ed tem sido utilizada no ensino de Matemática.

Para o desenvolvimento deste estudo, buscamos construir um cenário específico sobre a utilização da Rob-Ed como metodologia de ensino de Matemática. Para isso, desenvolvemos o mapeamento vertical pautado nos resultados encontrados no estudo anterior, objetivando compreender como a Rob-Ed tem sido trabalhada e quais são as suas possibilidades para implemento no ensino de Matemática.

Através dessas análises conseguimos verificar se a Rob-Ed está sendo utilizada como ferramenta ou como objeto de pesquisas que, por sua vez, nos permitiu um aprofundamento sobre a forma com que esta metodologia tem sido utilizada.

Uma outra questão que abordamos nesse estudo, se trata da forma que os conteúdos matemáticos tem sido abordados, pois como esclarece Lins et al (2015), as atividades que utilizam da Robótica podem abordar conceitos matemáticos de forma explícita ou implícita, sendo as abordagens implícitas normalmente atrelados a conceitos geométricos ligados ao hardware (parte física), e as abordagens explícitas voltadas ao software (programação).

Ainda nesse estudo, buscamos investigar em profundidade as metodologias de ensino que são utilizadas de forma atrelada com a Rob-Ed, buscando compreender que “avanços” e “quais problemas” são inerentes a esta relação, sendo assim, após o desenvolvimento do mapeamento, foi possível descrever quais metodologias melhor se relacionam com a Rob-Ed.



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



O presente estudo, por sua vez, tem natureza exploratório-analítico e pode ser compreendido na perspectiva das revisões sistemáticas, dos estudos de revisão da literatura, posteriormente, apresentamos os resultados desse estudo.

Artigo 3: Proposta de framework teórico metodológico sobre a utilização da robótica educacional no ensino de matemática

Após o desenvolvimento do panorama geral, precedido pelo cenário específico conseguimos localizar a nossa proposta metodológica dentro desse mapa de forma a melhor contribuir com o uso desta metodologia no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Dessa forma, no terceiro artigos apresentaremos a nossa proposta de framework teórico metodológico sobre a utilização Rob-Ed no ensino de matemática.

Nossa proposta é de utilizar metodologias que se distingam do modelo tradicional, utilizando a Rob-Ed como um ambiente que desperte o interesse na Resolução de Problemas, pois como aponta Onuchic (2012), os problemas a serem trabalhados em sala de aula necessitam ser do interesse dos estudantes. Optamos em desenvolver atividades que unissem as duas metodologias, pautado em (OLIVEIRA; LINS; PEREIRA, 2019), que concluem a necessidade da Rob-Ed ser desenvolvida através de uma situação-problema adequadamente formulada, pois dessa forma, é possível desenvolver em sua programação, características capazes de mobilizar o potencial de aprendizagem dos sujeitos (OLIVEIRA; LINS; PEREIRA, 2019), nesta perspectiva, os estudantes irão abordar os conceitos matemáticos de forma explícita, pois tais conceitos serão necessários para a construção dos comandos dos robôs.

Neste artigo pretendemos sugerir a utilização da resolução de problemas na Rob-Ed através de um Framework teórico-metodológico pautado no roteiro de Onuchic e Allevalo (2011), as quatro fases de Pólya, nos problemas abertos (ARSAC ET AL, 1991; ARSAC & MANTE, 2007; ALDON, 2021; CHARNAY, 1993; MEDEIROS, 2001) e na metodologia Lego (GERVAIS & PATROSIO, 2022; GESSI ET AL, 2021), neste framework a aplicação da atividade utilizando a Rob-Ed vai desde a proposição do problema, passando pela construção do esquema elétrico no Tinkercad, montagem e programação do robô, até o momento de plenária, formalização do conteúdo e proposição de novos problemas. Ainda nesse terceiro artigo apontaremos os principais kits de Robótica utilizados no ensino de Matemática, além de apresentar considerações que nos



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

levaram a optar pelo kit Arduino, por fatores de custo benefício, facilidade na programação, facilidade na obtenção dos materiais, e dentre outros pontos.

É primordial pontuar que, não é objetivo deste trabalho a aplicação desta proposta, devido à limitação de tempo referente ao mestrado.

RESULTADOS PARCIAIS

Destacamos que o primeiro e segundo artigo que compõem essa dissertação já se encontram concluídos e em fase de revisão para serem submetidos, dessa forma, nesta sessão iremos apresentar alguns resultados parciais desses estudos.

Devido a Rob-Ed ser uma metodologia de ensino e bastante recente, só conseguimos encontrar dados referentes às duas (02) últimas décadas, porém considerando as informações que levantamos nesse estudo acreditamos que tal metodologia irá se desenvolver e angariar cada vez mais pesquisadores, tendo em vista o número cada vez maior de produções (teses e dissertações) a partir de 2013. Os resultados encontrados no primeiro estudo apontam que dos 108 trabalhos inventariados, mais de 86% correspondem a dissertações de mestrado, e mais de 13% dos trabalhos são voltados a teses de doutorado.

Ainda nesse estudo, é demonstrado que, do período de 2003 a 2012, tanto a quantidade de teses como a de dissertação, resultam em um número bastante inexpressivo, não passando de três (03) trabalhos por ano, destacamos também que o número de trabalhos desenvolvidos durante esse período foi de 15 trabalhos, o que corresponde apenas a quantidade de dissertações realizadas no ano de 2018.

O gráfico abaixo apresenta a evolução da produção no período de 2003 a 2021.

Gráfico 01: Evolução da produção respectiva às teses e dissertações por ano.



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



Fonte: Autor.

Conseguimos constatar que o número de trabalho desenvolvido no período de 2013 a 2021 aumentou de forma bastante significativa, o que ocorreu tanto em pesquisas em nível de doutorado como em nível de mestrado, a média de produção durante esse período foi de 10 a 11 trabalhos por ano, o que demonstra interesse sobre essa temática. Ressaltamos que, 2017 e 2018, foram os anos que obtiveram o maior número de produção tanto de teses, como dissertações, totalizando em cada ano 18 trabalhos.

Cabe o destaque que as regiões Nordeste e Sul ostentam posições de vanguarda em nível nacional em pesquisa sobre esta temática, visto que, o quantitativo de produções dessas duas regiões equivale a mais de 63% da produção total.

Após a investigação desenvolvida para o segundo artigo, dentre as 108 trabalhos que foram inventariadas no estudo anterior (NUNES, CAVALCANTI, MEDEIROS, 2022, no prelo), após a leitura criteriosa do título e dos resumos identificamos que apenas 26 trazem a menção a utilização da Robótica Educacional no ensino de Matemática, desta forma apenas esses trabalhos sendo (02) duas teses e 24 dissertações foram inventariadas durante este estudo, cabe salientar que após o desenvolvimento das categorias utilizadas para a compreensão desse cenário específico, e ainda, pela impossibilidade de ter acesso a algumas dissertações, foram investigadas a fundo 18 dissertações.



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Conseguimos identificar uma tendência tanto em utilizar a Rob-Ed no ensino de Matemática com objetivo construir o conteúdo matemático, como com o objetivo de reforçar o conteúdo, também identificamos uma tendência em utilizar a Rob-Ed de forma atrelada a outras metodologias de ensino, com destaque a resolução de problema. Cabe ainda o destaque que percebemos um cuidado em grande parte dos trabalhos em abordar os conceitos matemáticos de forma explícita, em que os conteúdos matemáticos mais abordados estão voltados a Geometria plana em 14 (trabalhos) e Proporção em nove (09) trabalhos, e por fim destacamos que o kit de Robótica que possui uma maior adesão nesses trabalhos são os da Lego.

REFERÊNCIAS

ALDON, G. **Les problèmes ouverts du Rallye Mathématique de l'Académie de Lyon**. IREM de Lyon, 2021. Disponível em: < <http://math.univ-lyon1.fr/irem/spip.php?article1085>>. Acesso em: 28 setembro 2022.

ARSAC, G., GERMAIN, G., MANTE, M, **Problème ouvert et situation- problème**, IREM de Lyon. 1991

ARSAC, G., MANTE, M, **Les pratiques du problème ouvert**, IREM de Lyon, CRDP, Villeurbanne.2007.

BIEMBENGUT, M. S. **Mapeamento na pesquisa educacional**. Ciência Moderna, 2008.

CAMPOS, F. R. **Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica**. (Dissertação de Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011.

CAVALCANTI, J. D. B. **A noção de relação ao saber: história e epistemologia**; panorama do cenário francófono e mapeamento de sua utilização na literatura científica brasileira. Tese. Doutorado em Ensino das Ciências. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2015.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

CHARNAY, R. **Problème ouvert problème pour chercher**, Grand N, 51,77–83. 1993.

GERVAIS, O., PATROSIO, T.: **Developing an introduction to ROS and Gazebo through the LEGO SPIKE Prime**. In: Merdan, M., Lepuschitz, W., Koppensteiner, G., Balogh, R., Obdržálek, D. (eds.) RiE 2021. AISC, vol. 1359, pp. 201–209. Springer, Disponível em:< https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-82544-7_19>. Acesso em: 28 setembro 2022.



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP
09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online



XXVI EBRAPEM

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

GESSE, N. L.; COLPO, J. .; DIEHL, B. T.; CHAVES, D. F. .; KOVATLI, M. de F.; TERNES, A. R. L. . **The Lego® Serious Play® methodology as a strategy to promote autonomy and improve results in the learning process in higher education. Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 8, p. e13810817164, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17164. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17164>. Acesso em: 27 setembro 2022.

HALSTEAD, B. **The thesis that won't go away**. *Nature*, 331, 497-498, 1988.

KLÜBER, T. E; MUTTI, G. S. **Formato multipaper nos programas de pós-graduação stricto sensu brasileiros das áreas de educação e ensino: um panorama**. Anais V SIPEQ... Foz do Iguaçu: 2018. Disponível em: <<https://sepq.org.br/eventos/vsipeq/documentos/02858929912/11>>. Acesso em: 18/09/2021

LINS, A. F; et al. **Discutindo sobre o uso da robótica educacional na matemática com alunos em uma aula de pós-graduação**. Anais do II CONEDU, 2015

MEDEIROS, K.M. **O contrato didático e a resolução de problemas matemáticos em sala de aula**. In Educação Matemática em Revista, São Paulo, nº 9/10, p. 32-39, SBEM, 2007.

NUNES, I. L. L. **Robótica educacional no ensino de matemática: mapeamento da produção científica e proposição de framework teórico-metodológico**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Pernambuco/Campus Agreste, Caruaru, 2022. Orientador: Prof. Dr. José Dilson Beserra Cavalcanti. Coorientador: Profª. Drª. Katia Maria de Medeiros. (Em andamento).

OLIVEIRA, E. S; LINS, A. F; PEREIRA, P. S. **Robótica educacional e o desenvolvimento do raciocínio proporcional por meio de situações problemas: limites e possibilidades**. Anais do IV CONAPESC, 2019.

ONUCHIC, L. R. **A resolução de problemas na educação matemática: onde estamos e para onde iremos?** IV Jornada Nacional de Educação Matemática, 2012.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. **Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas**. **BOLEMA**. Boletim de Educação Matemática. UNESP. Rio Claro, v.25, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/2912/291223514005.pdf> . Acesso em: 10 de agosto de 2022

PURIFICAÇÃO, I. C; NEVES, T. G; BRITO, G. S. **Professores de matemática e as tecnologias: medo e sedução. Educação matemática, tecnologia e formação de professores: algumas reflexões**, Paraná, p. 31 a 57, Editora da FECILCAM, 2010.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **A pesquisa científica**. In: GERHARDT, T. E. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, p. 31-43.



XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática

Tema: Retorno às atividades presenciais em tempos de pandemia: desafios para a Educação Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

09, 10, 11 e 12 de novembro de 2022 - online

APÊNDICE D – CARTA DE ACEITE DO XXVI ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - EBRAPEM.

27/12/2022 08:09

https://www.even3.com.br/participante/impressao/_impressaocartadeaceite?code=559504

CARTA DE ACEITE

O trabalho intitulado **ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA: MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E PROPOSIÇÃO DE FRAMEWORK TEÓRICO-METODOLÓGICO**, de autoria de **Italo Luan Lopes Nunes**, foi aprovado para apresentação e publicação nos anais do **XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós Graduação em Educação Matemática (EBRAPEM)**, a ser realizado de forma online no período de 09 de novembro de 2022 a 12 de novembro de 2022.

São Paulo, 10 de outubro de 2022

Cassio Cristiano Giordano - ccgiordano@gmail.com

Data do Aceite: 10/10/2022