

AUNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
DIRETORIA ACADÊMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



A TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA E A ROBÓTICA
EDUCACIONAL: POTENCIALIZANDO O APRENDIZADO DE
MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

ADRIANO ALVES DA SILVA CAROCA

Canoas, 2025.

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
DIRETORIA ACADÊMICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



ALUNO: ADRIANO ALVES DA SILVA CAROCA

A TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA E A ROBÓTICA
EDUCACIONAL: POTENCIALIZANDO O APRENDIZADO DE
MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Tese apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática.

ORIENTADORA: Dra. CLAUDIA LISETE OLIVEIRA GROENWALD

Canoas, 2025.

FICHA CATALOGRÁFICA

ADRIANO ALVES DA SILVA CAROCA

**A TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA E A ROBÓTICA EDUCACIONAL:
POTENCIALIZANDO O APRENDIZADO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO
BÁSICA**

Orientadora: Dra. Claudia Lisete Oliveira Groenwald

Banca Examinadora:

Dr. Arrigo Fontana - FISUL

Dra. Neura Maria de Rossi Giusti - UNOPAR

Dr. Agostinho Iaqchan Ryokiti Homa – ULBRA

Dra. Carmen Teresa Kaiber – ULBRA

Agosto, 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço o incentivo, inspiração e compreensão à minha família, irmãos e irmãs; aos amigos Guilherme França Batista Cipriano e José Valdir Ribeiro Alves; e às minhas filhas, Ingrid Bianka e Aysla Caroca. Em especial, agradeço a Maria Ivonete, minha genitora, que fez parte de todos os meus sonhos e que, agora, Deus levou para um lugar melhor. Sei que ela está feliz e torcendo por mim, e sabe o quão imenso é meu amor por ela, amor que nem os grãos de areia do oceano poderiam mensurar. Dedico totalmente à senhora este sonho. Te amo, Mãe, e sei que um dia vamos nos reencontrar.

Aos meus orientadores, professor Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto e professora Dra. Claudia Lisete Oliveira Groenwald, agradeço o entusiasmo, paciência e confiança. Aos professores componentes da banca de qualificação, agradeço pela gentileza e disponibilidade em realizar a leitura e as ponderações necessárias para o aprimoramento desta pesquisa.

Agradeço à diretora, aos coordenadores, professores e alunos participantes da Escola Estadual Monsenhor José da Silva Coutinho, localizada em Esperança, Paraíba, por se disporem a participar da pesquisa e pelo comprometimento demonstrado na realização das atividades.

Ao professor Dr. Eudes Leonnan, agradeço o apoio, atenção e acolhida no Departamento de Robótica, onde não mediu esforços para que eu pudesse realizar a pesquisa no local.

Agradeço, ainda, a banca e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil (PPGECIM – ULBRA), por contribuírem de forma significativa para minha formação acadêmica e profissional.

RESUMO

A Matemática é uma disciplina fundamental tanto para a inserção no mercado de trabalho quanto para a interação social. No entanto, os resultados frequentemente insatisfatórios em exames nacionais destacam a necessidade de buscar alternativas para melhorar esses desempenhos. Neste sentido, considerando a busca por alternativas didáticas inovadoras, a robótica educacional surge como uma ferramenta que possibilita ampliar a compreensão dos conceitos matemáticos. Este estudo investigou os *drivers* adquiridos e/ou modificados por estudantes de Matemática junto a robótica educacional ao longo do processo de compreensão conceitual dos resultados observados com o *LEGO Classroom*. Salienta-se que *drivers* referem-se aos intermediários entre o conjunto de conhecimentos que o indivíduo detém dentro de si e as habilidades que lhe permitem o acesso e o uso de mecanismos externos; enquanto o *LEGO Classroom* é um *software* gratuito e de código aberto destinado à criação e conteúdos em 3D. Buscou-se responder à pergunta: Como se dá o desenvolvimento do aprendizado dos estudantes da Escola Estadual Monsenhor José da Silva Coutinho, localizada em Esperança – PB, quando se utiliza *drivers* adquiridos e/ou modificados por alunos participantes da robótica educacional, após utilizarem distintas mediações sobre o conteúdo de Matemática? O objetivo geral foi investigar os *drivers* adquiridos e/ou modificados por estudantes de Matemática junto a Robótica Educacional ao longo do processo de compreensão conceitual dos resultados observados com o *LEGO Classroom*. Adotando uma abordagem qualitativa e exploratória, recorreu-se à uma intervenção com o uso do *software* e, por conseguinte, da robótica educacional. Posteriormente, foram utilizados questionários aplicados a 21 estudantes do Ensino Fundamental e 5 estudantes do Ensino Médio. Os dados coletados e analisados revelaram que os estudantes demonstram uma evolução significativa na compreensão Matemática com o avanço escolar. Inicialmente, os estudantes reconhecem e programam formas geométricas simples, como círculos e quadrados. À medida que progridem, incorporam formas mais complexas, como pentágonos e hexágonos, e aplicam conceitos matemáticos como trigonometria e funções. A compreensão do *software* e da programação também se torna mais sofisticada nos níveis superiores, refletindo uma maior capacidade de usar o *LEGO Classroom* para criar formas geométricas variadas e aplicar conceitos matemáticos. As modificações cognitivas observadas indicam um desenvolvimento na estrutura cognitiva dos estudantes, com uma transição de uma abordagem empírica e prática para uma mais técnica e conceitual. Os resultados destacam a eficácia da robótica educacional em promover a compreensão aprofundada e integrada dos conceitos matemáticos, corroborando a necessidade de incorporar tecnologias educacionais para enriquecer o ensino e a aprendizagem.

Palavras-chave: robótica educacional, conceitos matemáticos; desenvolvimento cognitivo; educação básica.

ABSTRACT

Mathematics is an essential discipline for the individual's insertion in the job market and for social interaction, but it often presents unsatisfactory results in national exams, which demands the search for alternatives to mitigate such results. Thus, considering the search for innovative alternatives, educational robotics emerges as a tool to improve mathematical understanding. In view of this, this study investigated the *drivers* acquired and/or modified by students in the Mathematics discipline together with educational robotics throughout the process of conceptual understanding of the results observed with the LEGO Classroom. It is emphasized that *drivers* refer to the intermediaries between the set of knowledge that the individual holds within him/herself and the skills that allow him/her to access and use external mechanisms; while LEGO Classroom is a free and open source software intended for the creation of 3D content. The aim of this study was to answer the following question: How does the learning development of students at the Monsenhor José da Silva Coutinho State School, located in Esperança, Paraíba, occur when using *drivers* acquired and/or modified by students of educational robotics, after using different mediations on the content of Mathematics? Therefore, the general objective was to investigate the *drivers* acquired and/or modified by students in the Mathematics discipline with RE throughout the process of conceptual understanding of the results observed with the LEGO Classroom software. Adopting a qualitative and exploratory approach, the experiment was applied, that is, the application of the software and, consequently, of educational robotics. Subsequently, questionnaires were applied to 21 elementary school students, and 5 high school students. The data revealed that students demonstrate significant evolution in their understanding of Mathematics as they progress through school. Initially, students recognize and program simple geometric figures, such as circles and squares. As they progress, they incorporate more complex shapes, such as pentagons and hexagons, and apply more advanced mathematical concepts, such as trigonometry and functions. Their understanding of software and programming also becomes more sophisticated at higher levels, reflecting a greater ability to use LEGO Classroom to create varied geometric shapes and apply complex mathematical concepts. The cognitive changes observed indicate a development in the students' cognitive structure, with a transition from an empirical and practical approach to a more technical and conceptual one. The results highlight the effectiveness of educational robotics in promoting a deep and integrated understanding of mathematical concepts, corroborating the need to incorporate educational technologies to enrich teaching and learning.

Keywords: educational robotics, mathematical concepts; cognitive development; basic education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processamento cognitivo por mediação externa.....	55
Figura 2 – Brick (EV3) utilizado.....	68
Figura 3 – Programação realizada pelos estudantes.	71
Figura 4 – Registro das atividades desenvolvidas pelos estudantes.....	71
Figura 5 – Modelos desenvolvidos pelos estudantes.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos estudos selecionados acerca da relevância do tema.	21
Quadro 2 – Síntese dos estudos selecionados acerca da robótica na educação matemática...	26
Quadro 3 - Estado da arte acerca da aplicação da Robótica no ensino de Matemática.	30
Quadro 4 – Formas geométricas que os estudantes conseguem programar com o Brick.....	72
Quadro 5 – Como os estudantes conseguem calcular o tempo gasto com a utilização da bateria	74
Quadro 6 – Conteúdos matemáticos percebidos pelos estudantes na robótica.	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CETIC	Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação
IMPA	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
MQ	Mecânica Quântica
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
RE	Robótica Educacional
TD	Tecnologias Digitais
TMC	Teoria da Mediação Cognitiva
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
WWW	<i>World Wide Web</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 A PESQUISA: ASPECTOS BÁSICOS	18
2.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA	18
2.2 OBJETIVOS	19
2.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	19
2.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	20
2.3 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.3.1 <i>Um panorama no âmbito de teses e dissertações</i>	20
2.3.2 <i>Panorama no âmbito dos periódicos brasileiros</i>	26
3 REFERENCIAL TEÓRICO	32
3.1 MATEMÁTICA E TECNOLOGIA	33
3.2 PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA	38
3.3 O ENSINO TRADICIONAL DA MATEMÁTICA E O DESINTERESSE DISCENTE	40
3.4 O ENSINO LÚDICO NA MATEMÁTICA	42
3.5 TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA (TMC)	49
3.5.1 <i>A era digital e a transição para hipercultural</i>	50
3.5.2 <i>Fundamentos da teoria da mediação cognitiva</i>	52
3.5.3 <i>Drivers</i>	56
3.5.4 <i>Formas de mediação</i>	57
3.5.4.1 <i>Mediação Psicofísica</i>	57
3.5.4.2 <i>Mediação Social</i>	58
3.5.4.3 <i>Mediação cultural</i>	59
3.5.4.4 <i>Mediação Hipercultural</i>	60
3.5.5 <i>As implicações e suporte teórico da TMC na proposta</i>	61
4 METODOLOGIA	64
4.1 CONTEXTO	64
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	65
4.3 UNIVERSO INVESTIGADO E PARTICIPANTES	65
4.4 INTERVENÇÃO REALIZADA	66
4.5 INSTRUMENTO APLICADO	67
4.6 ANÁLISE DOS DADOS	70
5 RESULTADOS	71
6 DISCUSSÃO	80

6.1 EVOLUÇÃO DOS <i>DRIVERS</i> MATEMÁTICOS NA PROGRAMAÇÃO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL	80
6.2 MODIFICAÇÕES NA COMPREENSÃO CONCEITUAL DOS RESULTADOS COM O LEGO CLASSROOM.....	83
6.3 IMPACTO DOS <i>DRIVERS</i> MATEMÁTICOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E PERFORMANCE COM O ROBÔ	85
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICE	100
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO.....	101
APÊNDICE B – ROTEIRO DE DIÁRIO DE OBSERVAÇÃO.....	102

1 INTRODUÇÃO

A percepção geral entre estudantes e professores é que a disciplina de Matemática da Educação Básica é desafiadora tanto para aprender quanto para ensinar, e muitas vezes é vista com preocupação em todos os níveis educacionais. Em muitos casos a falta de motivação e engajamento dos estudantes para o estudo dos conceitos desenvolvidos em sala de aula de Matemática pode ser atribuída, em parte, à desconexão percebida entre a Matemática ensinada na sala de aula e sua aplicação na vida cotidiana fora do ambiente escolar. Vários estudos acadêmicos, como os de Pacheco e Andreis (2018) e Lima; Poersch e Emmel (2020), têm consistentemente destacado as dificuldades enfrentadas no ensino e aprendizado da Matemática nas escolas, os resultados abaixo do esperado em avaliações nacionais, além de apontar possíveis causas para tais problemas e sugerir soluções para melhorar o desempenho dos estudantes.

Além disso, de acordo com a BNCC, “A contextualização social, histórica e cultural da Matemática é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais” (Brasil, 2018, p. 549), ou seja, é preciso considerar as experiências e os conhecimentos matemáticos já vivenciados pelos estudantes, criar situações nas quais possam fazer observações sistemáticas, como algo que se modifica conforme novos conhecimentos surgem, é fundamental para a formação cidadã. Deste modo, para que tal compreensão seja possível, é importante apresentar momentos da história da Ciência em que grandes mudanças ocorreram, bem como os fatores que as desencadearam e as consequências que elas trouxeram.

Contudo, conforme mencionado por Baumgartel (2016) e Passos e Nacarato (2018), os resultados dos exames nacionais de Matemática em diversos níveis de ensino têm sido consistentemente insatisfatórios, evidenciando a necessidade de uma revisão dos objetivos, métodos de ensino e conteúdos atualmente adotados.

A Paraíba apresentou um desempenho positivo no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica de 2023, divulgado pelo Ministério da Educação (MEC) e pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). O estado destacou-se em diversas áreas, especialmente na taxa de aprovação e na recuperação da aprendizagem pós-pandemia. Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a rede pública alcançou um índice de 5,3 pontos, superando a meta estabelecida para o período, enquanto nos anos finais e no Ensino

Médio, os resultados mostram uma trajetória de recuperação e melhora significativa em relação ao período pré-pandêmico (Ideb, 2023).

Nos anos iniciais, o indicador de rendimento, que mede a aprovação dos estudantes, alcançou 96%, um aumento expressivo em comparação aos 92% registrados em 2019, antes da pandemia. Além disso, a Nota Média Padronizada, que avalia a aprendizagem em Português e Matemática, subiu de 5,15 no ano de 2021, para 5,38 em 2023. Estes resultados indicam que a Paraíba conseguiu retomar os níveis de aprovação anteriores, um desafio crítico para a educação no cenário pós-pandemia. Já nos anos finais do Ensino Fundamental, a Paraíba apresentou um crescimento no indicador de rendimento, atingindo 84% de aprovação, uma melhoria em relação aos 78% registrados em 2019.

No Ensino Médio, o indicador de rendimento também mostrou uma melhora, passando de 83% em 2019 para 84% em 2023. A Nota Média Padronizada subiu de 4,14 em 2021, para 4,29 em 2023, demonstrando um esforço contínuo para melhorar a qualidade do ensino após o impacto da pandemia. Especificamente, os resultados em Matemática e Português mostraram progresso, com a média de Matemática subindo de 252 para 259 pontos e a de Português de 260 para 264 pontos, o que reflete uma recuperação gradual da aprendizagem.

Segundo Valente; Bertini e Morais (2017), para os próprios estudantes, a Matemática continua sendo uma das disciplinas mais desafiadoras e temidas, apesar das diversas aplicações e abordagens disponíveis em sala de aula. Muitas vezes, os estudantes sentem dificuldade em compreender ou simplesmente não têm afinidade com a disciplina.

Além disso, ainda segundo os autores supracitados, persiste um equívoco em torno da concepção de “vida cotidiana”, que tende a restringir o ensino das disciplinas a apenas uma parcela da vida dos estudantes. Isso muitas vezes resulta na exclusão de conteúdos, conceitos, procedimentos e atitudes importantes, seja porque são considerados, sem uma análise aprofundada, como irrelevantes para os estudantes, seja porque não são percebidos como parte da realidade imediata do estudante, ou seja, carecem de aplicação prática direta. Essa abordagem empobrece o processo educacional e tem o efeito contrário de enriquecer e qualificar o processo de ensino e a aprendizagem.

Diante desse cenário, Rocha et al. (2020) aponta que os profissionais da Educação estão buscando utilizar recursos atualizados, introduzindo métodos para capacitar os estudantes a compreenderem o verdadeiro significado dos conceitos matemáticos e sua importância para o desenvolvimento do pensamento matemático.

Neste sentido, Góes (2023) enfatiza a necessidade de adotar abordagens didáticas criativas na Educação, por meio de estratégias que estimulem os estudantes a desenvolverem o raciocínio lógico e dedutivo, aprimorem seu aprendizado, assimilarem o conhecimento como parte integrante da linguagem cotidiana e promoverem sua aprendizagem de maneira eficaz.

Desponta-se, nessa perspectiva, como forma de facilitar o processo de ensino e aprendizagem em Matemática, a robótica. Neto et al. (2015) e Souza; Sampaio e Andrade (2018) apontam que a incorporação da robótica na Educação tem se mostrado uma ferramenta eficaz para o desenvolvimento de habilidades fundamentais, tais como trabalho em equipe, diálogo, resolução de problemas, planejamento e cooperação.

Ademais, segundo Souza; Sampaio e Andrade (2018), a robótica educacional é uma metodologia de ensino que integra a construção e a programação de dispositivos automatizados ao processo pedagógico, promovendo a aprendizagem ativa por meio da experimentação, da resolução de problemas e do trabalho colaborativo. Recorre-se, portanto, à conceitos de áreas como Matemática, Física e Computação de forma interdisciplinar, a fim de estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico, da criatividade e da autonomia dos estudantes, permitindo que aprendam sob a mediação do professor, que atua como orientador do processo investigativo e formativo.

Ressalta-se que durante minha trajetória profissional, como professor da Educação Básica, sempre estiveram presentes inquietações em relação ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Muitos são os recursos tecnológicos disponíveis que podem ser utilizados na área educacional e, dentre todos, a Robótica Educacional (RE), foi um dos que mais causou inquietação devido à necessidade de entender a sua relevância para o ensino de conteúdos matemáticos e para as vantagens educacionais para os estudantes. Percebi, no Doutorado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) em Canoas, que na linha de pesquisa Ensino e Aprendizagem em Ensino de Ciências e Matemática poderia desenvolver um trabalho com os estudantes, que contemplasse essas inquietações.

Nesse percurso investigativo, tornou-se importante considerar os *drivers* de aprendizagem, compreendidos como fatores que impulsionam o envolvimento ativo dos estudantes com as situações de ensino. Esses *drivers* englobam aspectos motivacionais, cognitivos e comportamentais, como a curiosidade, a iniciativa, o interesse genuíno, a disposição para resolver problemas, o engajamento colaborativo e a persistência diante dos

erros. Na perspectiva da Robótica Educacional, tais elementos ganham visibilidade à medida que os estudantes interagem com os robôs, planejam estratégias, testam hipóteses e constroem soluções, integrando saberes matemáticos a partir de desafios concretos.

Assim, esta investigação teve como objetivo investigar os *drivers* adquiridos e/ou modificados por alunos participantes na disciplina de Matemática junto a RE ao longo do processo de compreensão conceitual dos resultados observados com o *LEGO Classroom*.

Parte-se do pressuposto de que a RE se apresenta como possibilidade de promoção da relação entre a Educação e a tecnologia, com o objetivo de desenvolver a apropriação do conhecimento tecnológico com conceitos escolares do currículo de Matemática do Ensino Fundamental e Ensino Médio. A RE está com grande desenvolvimento nas escolas, assim como abre portas para o desenvolvimento de trabalhos que englobam as competências gerais apresentadas pela BNCC (Brasil, 2018).

Refletindo sobre tais possibilidades, se observa que o campo da RE é um espaço que ainda tem muito a ser explorado por professores-pesquisadores, do mesmo modo que as diretrizes da BNCC são ainda objeto de estudos e análises no campo da Educação, o que lança o desafio de buscar melhor compreensão sobre os temas e justifica a realização desta pesquisa.

Considerando a Robótica Educacional como uma prática que envolve a interação contínua entre estudantes e dispositivos tecnológicos, torna-se pertinente refletir sobre os impactos dessa mediação no modo como o conhecimento é construído. Nesse sentido, a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) busca elucidar os efeitos das tecnologias digitais no pensamento humano, oferecendo uma perspectiva da cognição como um processo de processamento de informações no qual uma parcela significativa ocorre fora do cérebro. Segundo Souza (2004), trata-se de uma abordagem contextualista e construtivista que examina o processamento da informação na inteligência humana, visando proporcionar uma compreensão abrangente da cognição. Com a expansão da era digital, a TMC tem se destacado, dada as mudanças rápidas e profundas que as tecnologias têm provocado, alterando significativamente a organização da vida cotidiana e os padrões de comunicação. Essas transformações estão intimamente ligadas aos hábitos e práticas das novas gerações, influenciando diretamente os processos de aprendizagem.

Nota-se que compreender o desenvolvimento da cognição dos estudantes a partir dos princípios da TMC é de grande relevância para o campo educacional uma vez que essa teoria oferece subsídios para interpretar como os estudantes podem vir a representar mentalmente os

fenômenos observados e acessar estruturas lógicas que favoreçam sua explicação, facilitando, assim, a compreensão conceitual. Esse suporte teórico torna-se especialmente útil diante de conteúdos que exigem alto grau de abstração, como aqueles frequentemente abordados em atividades de Robótica Educacional. À luz dessa perspectiva, o presente estudo propôs o desenvolvimento de atividades estruturadas com base nos quatro níveis de mediação definidos por Souza (2004): a mediação social, psicofísica, cultural e hipercultural.

Salienta-se que, segundo Souza (2004), a mediação social é a interação indireta entre indivíduos em um ambiente social, onde as ações e percepções de um membro de um grupo afetam o comportamento de outros, mesmo que eles não tenham consciência direta disso. Essa interação ocorre por meio da coexistência em grupo, criando vantagens cognitivas ao compartilhar percepções e memórias entre os membros, ampliando a capacidade perceptiva e mnemônica de cada indivíduo; a mediação psicofísica é a interação entre um indivíduo e o ambiente, mediada por fatores fisiológicos do sistema nervoso, além de características físicas, químicas e biológicas, onde o sujeito processa informações através de esquemas sensório-motores básicos; já a mediação cultural é o processo pelo qual indivíduos, em interação social, utilizam sistemas simbólicos como a linguagem e outros instrumentos culturais para ampliar suas capacidades cognitivas, como percepção, memória e aprendizado, resultando em uma superestrutura extra cerebral que influencia a maneira como eles processam informações e interagem com o ambiente; por fim, a mediação hipercultural é o processo cognitivo influenciado pelas tecnologias da informação, caracterizado por uma lógica matemática, uso de representações visuais e métodos eficientes de classificação e filtragem de informações, visando maximizar o uso de informações essenciais e descartar o desnecessário, otimizando a capacidade de lidar com grandes volumes de dados e aprimorando processos intelectuais mesmo fora do cenário digital.

É nesse contexto que se justifica a presente pesquisa. A RE, ao oferecer um ambiente que facilita o aprendizado interativo, pode melhorar o desempenho dos estudantes bem como transformar a percepção que têm da Matemática, tornando-a mais acessível e aplicável. A investigação buscou explorar exatamente como essas mudanças ocorrem ao longo do tempo, quais elementos cognitivos e motivacionais, aqui compreendidos como *drivers*, ou seja, fatores que impulsionam e orientam o aprendizado, são adquiridos ou modificados pelos estudantes durante o processo, e de que forma essas transformações influenciam o desenvolvimento do raciocínio matemático.

Assim, além deste texto introdutório, a presente investigação está organizada nos seguintes capítulos: no capítulo 2, são apresentados os fundamentos básicos da investigação, incluindo a justificativa, o problema de pesquisa, os objetivos e a revisão de literatura, que destaca as lacunas existentes e o foco inovador da integração da RE e do LEGO Classroom. O capítulo 3 apresenta o referencial teórico, com os conceitos necessários para o entendimento do assunto e embasamento das ações investigativas realizadas. Em seguida, o capítulo 4 aborda a metodologia, detalhando os participantes, instrumentos de coleta, análise de dados e os procedimentos seguidos na pesquisa. O capítulo 5 traz os resultados obtidos, com foco na análise do questionário aplicado após a intervenção com o *software LEGO® MINDSTORMS® EV3 e LEGO Classroom*, explorando o impacto desses recursos no desenvolvimento dos *drivers* matemáticos. Por fim, o capítulo 6 discute os achados, avaliando a evolução conceitual e técnica dos estudantes no uso da robótica e da Matemática. A dissertação é concluída no capítulo 7, com as considerações finais, evidenciando o alcance dos objetivos, as contribuições da pesquisa para a área.

2 A PESQUISA: ASPECTOS BÁSICOS

Neste capítulo, apresenta-se uma visão geral dos aspectos básicos desta pesquisa, incluindo a justificativa, o problema de pesquisa, os o objetivo geral e os objetivos específicos, além da revisão de literatura. Inicialmente, destaca-se a relevância do uso da RE no ensino de Matemática, considerando suas potencialidades pedagógicas e seu impacto no desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, conforme evidenciado em estudos anteriores. O problema de pesquisa e os objetivos estabelecem o foco da investigação nos *drivers* adquiridos e/ou modificados pelos alunos figura 4 ao utilizar a RE integrada ao *LEGO Classroom*. Por fim, a revisão de literatura explora trabalhos relacionados ao tema encontrados na base da CAPES e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), os quais apontam lacunas que este estudo busca preencher, sobretudo na conexão entre a RE e a compreensão conceitual em Matemática, com destaque para a originalidade e contribuição desta abordagem para a área educacional.

2.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA

O uso da RE na Educação Básica tem se consolidado como uma estratégia pedagógica inovadora, capaz de transformar o processo de ensino e aprendizagem. Souza; Sampaio e Andrade (2019) destacam que a integração da robótica no contexto escolar pode promover aumento no engajamento e motivação tanto de estudantes quanto de professores, criando um ambiente mais dinâmico e interativo para o aprendizado. Esse engajamento é importante no ensino de disciplinas como Matemática, onde muitas vezes os estudantes apresentam dificuldades em relacionar os conceitos abstratos com aplicações práticas.

Além disso, Rocha et al. (2023) ressaltam que a introdução da RE nas escolas permite a integração de diversas competências e habilidades, contribuindo para uma formação integral dos estudantes. Tais competências não se limitam ao domínio técnico, mas incluem habilidades socioemocionais, como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico, que são fundamentais na educação contemporânea. A Matemática, em especial, pode se beneficiar dessas abordagens, pois facilita a transposição didática do conteúdo abstrato para uma linguagem prática e visual.

Guedes e Castro (2013) corroboram essa visão ao afirmar que a RE contribui para um ensino mais lúdico e interativo, trazendo o abstrato para o concreto e permitindo que os estudantes se apropriem dos conteúdos de forma mais efetiva. Essa característica da RE reforça

sua capacidade de atuar como um mediador no processo de compreensão conceitual, especialmente quando aliada a ferramentas tecnológicas, como o *LEGO Classroom*. A interatividade proporcionada por essas ferramentas potencializa o aprendizado ao estimular a experimentação e a resolução de problemas em um contexto realista e desafiador.

Além do impacto cognitivo, a robótica educacional promove inclusão e interação entre os participantes do processo educativo, fomentando a cooperação e o desenvolvimento coletivo (Guedes; Castro, 2013). Essas interações são essenciais para construir uma aprendizagem significativa, onde os estudantes se tornam protagonistas de seu próprio processo educacional. No caso deste estudo, a utilização da RE na disciplina de Matemática busca, além de facilitar a compreensão dos conteúdos, desenvolver habilidades metacognitivas, promovendo um aprendizado duradouro.

Portanto, a relevância deste estudo tem como alicerce a necessidade de investigar como a RE, em conjunto com ferramentas tecnológicas como o *LEGO Classroom*, pode impactar o processo de compreensão conceitual na Matemática. Os resultados podem oferecer subsídios para ampliar a aplicação dessas metodologias no ensino básico, contribuindo para um processo educativo mais inclusivo, interativo e eficiente.

Dito isso, ressalta-se que esta pesquisa tem como foco investigar os principais *drivers* e as concepções que os estudantes da RE desenvolvem ou modificam ao interagirem com o *LEGO Classroom* durante o ensino de Matemática. Nesse sentido, a questão que orientou este estudo foi: *Como se dá o desenvolvimento do aprendizado dos estudantes da Escola Estadual Monsenhor José da Silva Coutinho, localizada em Esperança, Paraíba, quando se utiliza drivers adquiridos e/ou modificados por estudantes da RE, após utilizarem distintas mediações sobre o conteúdo de Matemática?*

2.2 OBJETIVOS

Apresentam-se a seguir os objetivos geral e específicos delineados para o estudo desenvolvido.

2.2.1 Objetivo Geral

Reconhecendo a relevância da abordagem conceitual no processo de ensino e aprendizagem da Matemática e visando responder aos questionamentos fundamentais desta pesquisa, foi estabelecido o objetivo geral: *Investigar os drivers adquiridos ou modificados por*

estudantes na disciplina de Matemática no âmbito da RE, ao longo do processo de compreensão conceitual dos resultados observados com o LEGO Classroom.

2.2.2 *Objetivos Específicos*

Para alcançar o objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar, por meio da linguagem verbal, a resolução dos testes propostos descrevendo os *drivers* empregados pelos estudantes de Matemática junto à RE.
- Analisar as possíveis modificações ocorridas na estrutura cognitiva dos estudantes após as atividades realizadas com LEGO Classroom.
- Registrar a compreensão revelada pelos estudantes acerca dos conceitos matemáticos através da mediação e *drivers* adquiridos.

2.3 REVISÃO DE LITERATURA

2.3.1 *Um panorama no âmbito de teses e dissertações*

A partir de um levantamento nas dissertações e teses disponíveis na base da CAPES e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), é reforçado a relevância e a necessidade de estudos que aprofundem o uso da RE no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem dos conceitos matemáticos na Educação Básica. Assim, a busca nos referidos bancos foi realizada a partir da aplicação dos termos: matemática AND robótica AND educação básica. Foram excluídos estudos no âmbito do ensino superior e inclusas as dissertações que corroboravam com a presente discussão.

Optou-se, nesta revisão, por delimitar o corpus de análise exclusivamente a teses e dissertações disponíveis no banco de dados da CAPES, em virtude do objetivo específico de mapear a produção acadêmica nacional *stricto sensu* sobre o uso da RE) no ensino de Matemática na Educação Básica. Essa escolha buscou assegurar um recorte mais preciso quanto à realidade educacional brasileira, considerando os contextos institucionais, as políticas públicas e as práticas pedagógicas que estruturam a pesquisa e a intervenção no país. A exclusão de bancos internacionais não se configura como limitação metodológica, mas como uma decisão estratégica orientada pela pertinência do material ao objeto do estudo.

No que se refere à ausência da TMC como descritor de busca, justifica-se pelo foco inicial da revisão, centrado em trabalhos que articulassem diretamente a Robótica Educacional e o ensino de Matemática. Ainda que a TMC seja um referencial teórico adotado no presente estudo, a escassez de trabalhos que a utilizem como base explícita nessa temática levou à sua não inclusão como palavra-chave. Contudo, a presença da TMC será retomada em momentos posteriores da análise, particularmente ao final do capítulo teórico, com a incorporação de estudos que a abordam e que fundamentam parte das reflexões propostas.

Cabe destacar que, no decorrer deste estudo, há referência a um conjunto de artigos científicos provenientes de uma revisão complementar, que serão apresentados e discutidos em seções específicas dos capítulos subsequentes. Esses estudos não compuseram o corpo principal desta revisão inicial, por não se enquadrarem nos critérios de seleção adotados, mas foram mobilizados como aporte teórico-analítico para sustentar os argumentos desenvolvidos ao longo do trabalho.

Portanto, a revisão aqui apresentada teve como foco identificar produções acadêmicas que tratassem diretamente da aplicação da Robótica Educacional no ensino de Matemática na Educação Básica, entendendo que esse recorte permitiria a construção de uma base situada para a análise proposta neste estudo. Com isso, os estudos selecionados foram sintetizados abaixo (Quadro 1).

Quadro 1 – Síntese dos estudos selecionados acerca da relevância do tema

Título	Autor	Tipo	Ano de Publicação
Robótica educacional no ensino de matemática: como os conteúdos se fazem presentes	Albertoni, N. R. M.	Dissertação	2020
Práticas exitosas no ensino de matemática: com a palavra, os professores iniciantes	Alencar, N. S. B.	Dissertação	2022
O uso da robótica educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas	Almeida Neto, C. A.	Dissertação	2014
Robótica educativa na construção do pensamento matemático	Aragão, F.	Dissertação	2019
Robótica educacional no ensino de matemática	Cunha, J. M.	Dissertação	2024
Robótica educacional e o ensino de matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no Ensino Fundamental	Galvão, A. P.	Dissertação	2018
Estado da arte das pesquisas em robótica educacional no ensino de matemática	Gesses, G. J.	Dissertação	2022
Os desafios da aprendizagem matemática no Ensino Médio: um reflexo da aprendizagem matemática do Ensino Fundamental	Leseux, S. L.	Dissertação	2017
Inovação e Resistência: uma análise do ensino da Matemática em uma escola pública	Ribeiro, D. F.	Dissertação	2013

Contribuição da robótica como ferramenta pedagógica no ensino da matemática no terceiro ano do Ensino Fundamental	Santos, I.	Dissertação	2017
Robótica educacional no Ensino Fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da matemática	Zilio, C.	Tese	2020

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

De acordo com Leseux (2017), os estudantes que chegam ao Ensino Médio frequentemente demonstram grandes dificuldades em matemática, que se originam no Ensino Fundamental. Ao longo desses anos escolares, muitos estudantes não conseguem dominar sequer os conceitos matemáticos essenciais, que são fundamentais para o desenvolvimento da aprendizagem nessa disciplina, tanto no Ensino Fundamental quanto no médio.

Leseux (2017) destaca que as dificuldades na aprendizagem da matemática no Ensino Médio não se devem apenas a problemas e dificuldades do Ensino Fundamental e Médio, mas refletem também uma defasagem que se inicia nos primeiros anos escolares. Essa lacuna compromete a continuidade da aprendizagem matemática nos anos seguintes, tornando-a mais frágil e trazendo diversos desafios que necessitam de superação ao longo do percurso educacional.

Na dissertação de Ribeiro (2013), observa-se uma certa resistência de professores em aderir a inovações no ensino de matemática. Entre os fatores destacados pelo autor que contribuem para essa resistência, estão as condições de trabalho e as políticas educacionais, que muitas vezes desmotivam os professores em relação às mudanças que podem ser consideradas inovadoras dentro da sala de aula. No entanto, a implementação de inovações é viável, desde que haja uma infraestrutura adequada, que inclua um ambiente de trabalho favorável, recursos materiais disponíveis, espaço físico apropriado, oportunidades para discussões reflexivas sobre a prática docente, além de reconhecimento e valorização da criatividade dos professores.

O estudo de Alencar (2022) evidencia a importância de uma formação direcionada para a área de Ciências exatas no caso dos professores de matemática. Essa formação é essencial para que o ensino se torne mais significativo e agradável, beneficiando tanto o docente quanto os estudantes. Além disso, destaca-se a necessidade de incorporar metodologias e recursos inovadores ao cotidiano escolar, contribuindo para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

O estudo de Cunha (2024) investigou o impacto da robótica educacional na promoção da aprendizagem colaborativa e na resolução de problemas em grupo, habilidades fundamentais para o desenvolvimento acadêmico e profissional dos estudantes. A pesquisa demonstrou que

a robótica educacional cria um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, permitindo que os estudantes experimentem, cometam erros e aprendam de maneira significativa. No entanto, foram identificados desafios, como a necessidade de formação continuada para professores, a disponibilidade de recursos tecnológicos e a resistência inicial de educadores e estudantes à adoção dessa metodologia.

Galvão (2018) conduziu um experimento pedagógico utilizando a robótica como ferramenta no ensino da Matemática, explorando o papel da tecnologia na educação, a contribuição desse recurso para o processo de ensino-aprendizagem e a formação necessária dos professores para sua aplicação em sala de aula. A pesquisa foi realizada com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, buscando contribuir para o desenvolvimento e implementação de uma proposta de ensino matemático baseada na robótica educacional.

Os resultados de Galvão (2018) evidenciaram que o uso de tecnologias relacionadas à robótica estimula o interesse dos estudantes, incentiva o aprendizado e proporciona experiências de aprendizagem significativa dentro da Matemática. Além disso, a robótica educacional favoreceu a participação ativa dos estudantes, promoveu o desenvolvimento do pensamento crítico e reforçou a interdisciplinaridade entre a Matemática e a tecnologia, ampliando os horizontes pedagógicos e o engajamento dos estudantes.

Aragão (2019) realizou um estudo com o objetivo de investigar o processo de aprendizagem de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública, focando na construção de conceitos básicos de Matemática. Apesar das dificuldades iniciais enfrentadas pelos estudantes no manuseio dos artefatos da Robótica Educacional e na realização de cálculos, o estudo revelou avanços significativos na assimilação de conceitos matemáticos. Os resultados demonstram que é viável integrar a Robótica Educacional na educação brasileira; no entanto, ainda é necessário trabalhar para sua implementação efetiva.

Albertoni (2020) destaca que o avanço de diversas Tecnologias Digitais (TD), entre elas a RE direcionada ao Ensino de Matemática, tem impulsionado o crescimento de pesquisas voltadas para explorar seu uso pedagógico em atividades escolares. Embora a literatura revele diversas possibilidades de aplicação da RE para ensinar conceitos matemáticos, ainda é perceptível uma carência de materiais que orientem de forma prática os professores interessados em incorporar essa tecnologia em suas aulas.

Almeida Neto (2014) demonstra que a robótica, quando utilizada como ferramenta de aprendizagem, contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades previstas nas

matrizes de referência educacionais, além de fomentar outras capacidades fundamentais para os jovens do século XXI, tanto no contexto profissional quanto em suas relações interpessoais. O autor realizou uma análise de situações que envolvem a montagem de problemas e atividades de programação direcionadas a robôs, aplicadas a estudantes do 6º ao 9º ano. Essa investigação evidenciou as competências e habilidades mobilizadas durante essas atividades, mostrando que a integração da robótica ao ensino da Matemática potencializa e estimula o aprendizado de conceitos matemáticos de maneira prática e envolvente.

Conforme Santos (2017), a Robótica, utilizada como recurso pedagógico, tem se destacado como um elemento essencial para revitalizar o interesse dos estudantes, além de estimular sua criatividade, imaginação e raciocínio lógico. Sua implementação é relevante, pois contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, aprimora a coordenação motora, fortalece o trabalho em equipe e promove nos estudantes o sentimento de pertencimento.

Destarte, Santos (2017) avaliou a eficácia da Robótica como ferramenta pedagógica ao aplicá-la no ensino de Geometria, especificamente no estudo de sólidos geométricos, com estudantes do terceiro ano do Ensino Fundamental. O experimento foi conduzido em duas turmas, onde o conteúdo foi ministrado de forma semelhante em ambas. No entanto, a revisão em uma das turmas foi realizada utilizando a Robótica como recurso. Após a aplicação de avaliações nas duas turmas, os resultados indicaram que a turma que revisou o conteúdo com o auxílio da Robótica apresentou uma melhora significativa em seu desempenho.

Zilio (2020) descreve a realização de oficinas de RE com 130 estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, provenientes de cinco escolas no município de Farroupilha/RS. O estudo destacou como a Robótica Educacional pode contribuir para o aprendizado da Matemática, e que, quando utilizada de forma planejada e estruturada como ferramenta pedagógica, é capaz de tornar o ensino mais eficaz. Além de engajar os estudantes de maneira lúdica, as atividades práticas proporcionam maior significado aos conceitos matemáticos trabalhados. No entanto, o estudo ressalta a necessidade de formação específica e orientações para os professores, visando a criação de estratégias pedagógicas que integrem a RE para promover o desenvolvimento de competências como o Pensamento Computacional, que, embora relevantes, ainda são pouco exploradas em sala de aula.

Gesses (2022), ao investigar o estado da arte sobre as pesquisas relacionadas ao uso da RE no ensino de Matemática, destacou que essa abordagem é uma proposta pedagógica que tanto motiva quanto desafia estudantes e professores, promovendo uma integração entre as

disciplinas do currículo escolar e conectando teoria e prática. A RE apresenta inúmeras possibilidades, auxiliando os estudantes no desenvolvimento de habilidades como criatividade, autoconfiança, autonomia, protagonismo, coordenação motora, concentração, comprometimento, curiosidade, trabalho em equipe, comunicação, senso crítico, além de fomentar o hábito de investigar e pesquisar. Além disso, contribui para o aprofundamento de conhecimentos em áreas específicas, como Matemática e Física.

O autor mencionado também identificou que a maior parte dos estudos analisados foi conduzida em escolas públicas, com 35% desses trabalhos voltados para a investigação do papel dos professores. Foi constatada uma baixa participação das escolas públicas em torneios de robótica, devido a fatores como a falta de infraestrutura adequada, o alto custo dos kits de robótica e a carência de profissionais qualificados para ministrar aulas nessa área. A análise do corpus revelou ainda que os conteúdos de Matemática mais explorados em atividades com robótica são Geometria e Função.

Gesses (2022) também ressalta a necessidade de formação específica para professores, com espaços destinados à discussão de estratégias pedagógicas que vão além do uso técnico dos recursos, promovendo reflexões sobre suas práticas educacionais. Por fim, destaca-se que a Robótica Educacional desafia e engaja os estudantes no aprendizado bem como desperta o interesse pelo universo da Ciência, tecnologia e investigação científica.

Nessa perspectiva, pode-se afirmar que Estudos como o de Leseux (2017) e Ribeiro (2013) evidenciam a persistência de dificuldades estruturais na aprendizagem matemática e na adoção de inovações pedagógicas, em grande parte devido à formação inadequada de professores e às condições limitadas de trabalho. Essas questões refletem diretamente no desempenho dos estudantes e na resistência às metodologias inovadoras, o que sublinha a importância de investigar novas abordagens para o ensino, como o uso da RE associado a ferramentas tecnológicas avançadas.

O trabalho de Cunha (2024), por exemplo, demonstra como a Robótica Educacional pode criar um ambiente de aprendizagem dinâmico, promovendo habilidades de colaboração e resolução de problemas. Já Galvão (2018) e Santos (2017) comprovam que a integração da RE no ensino da Matemática estimula o interesse dos estudantes, melhora o desempenho e amplia as possibilidades de aprendizagem significativa. Contudo, esses estudos não exploram aspectos como a aquisição ou modificação de *drivers* conceituais e cognitivos que ocorrem durante a

interação com tecnologias específicas, como o *LEGO Classroom*, que oferece uma perspectiva única na visualização e manipulação de conceitos matemáticos.

Além disso, a literatura aponta lacunas uma vez que estudos como os de Albertoni (2020) e Gesses (2022) ressaltam a necessidade de formação contínua para os professores e de materiais pedagógicos que orientem a integração da RE no currículo. Apesar de evidências promissoras sobre o impacto da RE, ainda faltam trabalhos que conectem diretamente essa ferramenta ao desenvolvimento de estruturas cognitivas específicas, como os *drivers*, que são cruciais para o aprendizado em Matemática.

Dessa forma, o presente estudo busca preencher essa lacuna, ao investigar os *drivers* adquiridos e/ou modificados por estudantes durante a aprendizagem matemática com o uso da RE, aliada ao LEGO Classroom. Não foram encontrados na literatura trabalhos que abordem a aquisição ou a modificação de *drivers* a partir dessa combinação, o que demonstra a originalidade e a relevância da pesquisa. Assim, propõe-se aqui ampliar o engajamento dos estudantes bem como aprofundar a compreensão conceitual dos resultados matemáticos por meio de uma abordagem visual, interativa e prática.

Portanto, é perceptível que este estudo contribui para a área a partir da integração de novas tecnologias com práticas pedagógicas baseadas em evidências, abordando aspectos ainda inexplorados na literatura. Destaca-se ainda a proposição de uma metodologia que conecta teoria e prática, promovendo a interdisciplinaridade e explorando o potencial da RE e do LEGO Classroom na transformação do ensino de Matemática. Desse modo, esta investigação responde a lacunas identificadas nos trabalhos anteriores ao passo que também oferece caminhos para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas inovadoras, fortalecendo o papel da tecnologia na educação e, sobretudo, no ensino de Matemática.

2.3.2 Panorama no âmbito dos periódicos brasileiros

Foi realizada uma revisão integrativa a fim de identificar o estado da arte acerca do assunto, de modo que foram selecionados 9 artigos apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Síntese dos estudos selecionados acerca da robótica na educação matemática.

Autor	Título	Ano
Barbosa et al. (2015)	Robótica educacional em prol do ensino de Matemática	2015
Kunzler et al. (2021)	A robótica no ensino de Matemática	2021
Araújo, Santos e Meireles (2019)	Uma proposta de investigação tecnológica na Educação Básica: aliando o ensino de Matemática e a Robótica Educacional	2017
Ling e Oliveira (2023)	Tecnologias no ensino da Matemática em uma experiência com a robótica educacional	2023

Lima (2021)	Robótica e o Ensino de Matemática: Construindo um semáforo simples em sala de aula	2021
Silva e Barbosa (2022)	Matemática e Física em experiências de Robótica Livre: explorando o sensor ultrassônico	2022
Aureliano et al. (2020)	Linha de montagem: projeto interdisciplinar relacionando robótica com o estudo de funções matemáticas	2020
Ricardo, Mafra e Santos (2022)	Robótica Educacional e aprendizagem de Matemática: integrando experimentações com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental	2022
Souza e Castro (2022)	O uso da Robótica no Ensino e na Aprendizagem da Matemática: uma Revisão Sistemática de Literatura	2022

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Destaca-se que no contexto específico da aplicação da robótica como facilitadora de aprendizagem em Matemática, a pesquisa conduzida por Barbosa et al. (2015), que descreveu a criação de atividades educativas envolvendo a interseção entre a Matemática e a RE, utilizando kits da LEGO. O estudo originou-se da necessidade de obter dados precisos para a programação de um robô, especialmente em relação à execução de giros. Essa demanda resultou em um problema identificado durante uma atividade com estudantes do Ensino Médio, levando ao desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar em futuras programações de robôs. A experiência proporcionou uma conexão entre os conceitos matemáticos e situações do mundo real, evidenciando a relação entre o trabalho desenvolvido e a Modelagem Matemática.

Kunzler et al. (2021) examinaram uma Oficina de Robótica realizada em uma escola pública, que faz parte de uma atividade de extensão da disciplina de Matemática. O objetivo da oficina é integrar conhecimentos teóricos de diversas disciplinas com a prática de construção de robôs, visando despertar o interesse dos estudantes pelas Ciências envolvidas nesse processo. O estudo teve como propósito avaliar, por meio de uma abordagem qualitativa de estudo de caso, o impacto que a oficina de robótica tem no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes participantes. Os resultados revelaram que os participantes da oficina demonstraram progressos na compreensão de conteúdos matemáticos e adotaram uma postura diferenciada em comparação àqueles que não participaram da atividade.

Araújo, Santos e Meireles (2019) exploraram as implicações de pesquisas envolvendo recursos computacionais, focalizando no ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos em conexão com a RE. O estudo foi conduzido entre 2014 e 2015 em uma escola da Educação Básica em Santarém/PA, envolvendo 17 estudantes, uma professora da rede pública e quatro pesquisadores de diferentes níveis de ensino. A pesquisa, fundamentada na Teoria da Atividade e na abordagem exploratória qualitativa, foi precedida por atividades elaboradas no Laboratório de RE Aplicada à Educação Matemática (LRE/EDUMAT) da UFOPA. Os resultados incluíram

a criação de cenários e procedimentos para atividades educacionais com robôs, promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas e competências curriculares, além de estimular o trabalho colaborativo e o interesse pela pesquisa.

Ling e Oliveira (2023) conduziram uma pesquisa que introduziu atividades abrangendo programação, lógica de programação, lógica Matemática, conceitos introdutórios de Arduíno, noções básicas de eletrônica e montagem de kits de robótica básicos e intermediários. Estas atividades foram desenhadas para estabelecer uma conexão entre a Matemática e as tecnologias. Como métodos de coleta de dados, foram utilizados vídeos das atividades dos estudantes durante as aulas observadas e anotações do pesquisador. As análises revelaram que o uso de tecnologias, especialmente trabalhando com kits de robótica, promoveu um pensamento mediado por tecnologia que contribuiu diretamente para o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático dos estudantes. Os conceitos adquiridos propiciaram uma reflexão aprofundada e refinamento dos conceitos matemáticos abordados. Os resultados indicaram uma contribuição significativa da tecnologia para o ensino, particularmente no contexto do ensino da Matemática, enfocando a resolução de problemas e a construção do conhecimento.

Lima (2021) desenvolveu uma sequência de atividades utilizando robótica a partir de uma abordagem de planejamento didático-pedagógica na qual os estudantes foram desafiados pelos problemas inerentes à construção de um semáforo e, no processo, buscando melhorar, desenvolver conceitos matemáticos e reduzir suas dificuldades. O estudo levou a concluir que o uso da robótica em aulas de Matemática pode contribuir para melhorar o aprendizado dos estudantes. Contudo, segundo o autor, apesar dos potenciais benefícios, o uso da robótica na Educação Matemática ainda está em seus estágios iniciais, e há necessidade de mais investimento e discussão sobre esse tema, especialmente na formação de professores.

Silva e Barbosa (2022) desenvolveram um estudo de caso com duas subunidades de análise incorporadas: aulas sobre como desenvolver e montar um robô seguidor de linhas e aulas sobre como construir e desenvolver robôs ultrassônicos usando Arduino e sensores ultrassônicos. Os participantes puderam se envolver na espiral de aprendizagem criativa de imaginar, criar, brincar, compartilhar e refletir por meio do desenvolvimento de robôs, aprendendo conceitos e habilidades relacionadas a ondas ultrassônicas, velocidade média, conversão de unidades, funções e intervalos numéricos por meio das sequências de construção de robôs. O estudo enfatiza a importância de alinhar o estudo da Matemática e da Ciência com

o uso de tecnologias livres, que podem preencher a lacuna entre o conhecimento curricular e o desenvolvimento tecnológico sustentável.

Aureliano et al. (2020), desenvolveu um projeto com estudantes do 1º ano do Ensino Médio a partir do envolvimento dos graduandos dos cursos de Licenciatura em Computação e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco. No projeto, inicialmente, foi introduzido ao pensamento computacional por meio de atividades de organização de roupas e caixas; construção de "robôs educacionais" utilizando kits de robótica disponíveis para aprender noções básicas de robótica Lego; desafios de programação utilizando o manual Mindstorms Education NXT 2.0 ; teste diagnóstico de interesse e funções, seguido de atividades de revisão; construção e programação de braço robótico para linha de montagem automotiva; e, atividade final aplicando o projeto resolvendo problemas de escolha de empresas, calculando custos/receita/lucro. Os estudantes mostraram melhora significativa em sua compreensão de conceitos matemáticos como interesse e funções após o projeto envolvendo robótica o que levou a concluir que o uso da robótica ajudou a envolver os estudantes e melhorar seu aprendizado dos conceitos matemáticos.

Ricardo; Mafra e Santos (2022) desenvolveram uma sequência de atividades Matemáticas utilizando robôs e programação e aplicaram experimentalmente essas atividades em uma escola de tempo integral com 20 estudantes do 9º ano mediante encontros em 3 etapas: 1) introdução à robótica, 2) atividades de robótica relacionadas a tópicos de Matemática e 3) um desafio e avaliação final. Concluiu-se, a partir dos resultados obtidos, que o uso da robótica educacional aumentou a motivação e a interação dos estudantes na aprendizagem de conceitos matemáticos. Além disso, segundo os autores, o uso da robótica educacional permitiu uma redefinição dos papéis da sala de aula e uma reconfiguração do espaço escolar, considerando a formação integral do aluno e o contexto educacional amazônico.

Souza e Castro (2022) conduziram uma Revisão Sistemática da Literatura sobre o uso da Robótica nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental e Médio no Brasil abrangendo artigos e dissertações publicados nos últimos 10 anos, disponíveis em plataformas como Scielo, Capes, Repositório da Universidade Federal do Ceará, e em periódicos com foco em tecnologia educacional. Os resultados indicaram que, embora a Robótica tenha potencial para ser utilizada de maneira tradicional, também pode contribuir para romper com o ensino centrado no professor, promovendo a mediação que estimula o protagonismo dos estudantes.

Diante do exposto, os principais resultados dos estudos foram sintetizados no quadro 3.

Quadro 3 - Estado da arte acerca da aplicação da Robótica no ensino de Matemática

Autores/Data	Conclusões
Barbosa et al. (2015)	A aplicação da robótica com kits LEGO permitiu que os estudantes conectassem conceitos matemáticos com problemas reais, evidenciando a importância da Modelagem Matemática no processo de aprendizagem.
Kunzler et al. (2021)	Estudantes participantes de uma oficina de robótica mostraram melhor compreensão dos conteúdos matemáticos e uma postura diferenciada em relação ao aprendizado, em comparação com os que não participaram.
Araújo, Santos e Meireles (2019)	A robótica promoveu o desenvolvimento de habilidades cognitivas e competências curriculares, além de estimular a colaboração e o interesse pela pesquisa entre os estudantes.
Ling e Oliveira (2023)	O uso de kits de robótica ajudou no desenvolvimento do pensamento lógico-matemático, promovendo uma reflexão e refinamento dos conceitos abordados, além de contribuir significativamente para o ensino de Matemática.
Lima (2021)	A robótica ajudou a melhorar o aprendizado dos estudantes em Matemática, embora o autor observe que seu uso ainda está em estágio inicial e exige mais investimentos e discussões, especialmente na formação de professores.
Silva e Barbosa (2022)	O estudo destacou a importância de alinhar Matemática e Ciência com tecnologias livres, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades práticas e conceitos matemáticos, como velocidade média e conversão de unidades.
Aureliano et al. (2020)	O projeto envolvendo a construção de robôs educativos resultou em uma melhora significativa na compreensão de conceitos matemáticos, como funções e interesse, ao engajar os estudantes na programação e construção de um braço robótico.
Ricardo, Mafra e Santos (2022)	O uso da robótica aumentou a motivação e interação dos estudantes na aprendizagem de conceitos matemáticos e redefiniu papéis na sala de aula, promovendo uma formação integral do estudante.
Souza e Castro (2022)	A robótica pode romper com o ensino tradicional centrado no professor, promovendo o protagonismo estudantil, além de ser uma ferramenta eficaz para melhorar a aprendizagem de Matemática no Ensino Fundamental e Médio.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Percebe-se, portanto, que a robótica, como uma ferramenta lúdica, também é aplicada no ensino de Matemática com alto potencial, proporcionando uma abordagem prática e interativa para o aprendizado de conceitos matemáticos. No entanto, é importante observar que os estudos que exploram a aplicação da robótica no Ensino Médio ainda são incipientes, sugerindo uma área promissora para futuras pesquisas e desenvolvimentos pedagógicos.

O uso da robótica na sala de aula de Matemática é uma abordagem que pode trazer muitos benefícios, especialmente no desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, lógica, raciocínio espacial e pensamento computacional. Ao incorporar a robótica no ensino de Matemática, os estudantes têm a oportunidade de ver os conceitos matemáticos aplicados de forma prática e tangível, o que contribui para um aprendizado mais ativo e engajador.

O uso da robótica em sala de aula de matemática oferece diversas vantagens, pois permite que os estudantes vivenciem os conceitos matemáticos de maneira prática e aplicada. Cita-se alguns benefícios específicos:

- Aplicação Prática dos Conceitos – os estudantes podem programar robôs para se movimentarem em trajetórias específicas, como círculos, quadrados ou trajetórias mais complexas, compreendendo ângulos, perímetros e áreas e também programar movimentos (velocidade, aceleração) envolve a manipulação de variáveis, fórmulas e equações;

- Desenvolvimento do Pensamento Lógico e Crítico – a programação de robôs exige a criação de sequências lógicas e algoritmos, promovendo a habilidade de resolver problemas matemáticos com precisão e clareza;

- Aprendizagem contextualizada - conceitos como proporção, escala e simetria podem ser integrados a desafios de construção e programação de robôs, tornando a matemática mais tangível e relevante;

- Estímulo à motivação e engajamento - estudantes frequentemente percebem a matemática como abstrata ou desafiadora. Atividades com robótica tornam o aprendizado mais lúdico e envolvente, estimulando o interesse por resolver problemas matemáticos;

- Integração de Áreas Interdisciplinares - a robótica combina matemática com outras disciplinas, como física (movimento), tecnologia (programação) e engenharia (design), mostrando como a matemática é essencial em contextos reais;

- Desenvolvimento de Competências para o Futuro - trabalhar com robótica e matemática prepara os estudantes para carreiras em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), áreas cada vez mais relevantes no mercado de trabalho.

O uso da robótica em aulas de matemática transforma o aprendizado em uma experiência prática e interativa, ajudando os estudantes a compreenderem melhor os conceitos e a se sentirem mais confiantes em aplicá-los.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresenta-se o referencial teórico que subsidiou a pesquisa, embasando os desdobramentos que deram sustentabilidade à investigação realizada. Os tópicos abordados forneceram uma visão abrangente e clara do processo de ensino e aprendizagem da Matemática, o que auxiliou no desenvolvimento das ações investigativas ao longo do percurso realizado.

Inicialmente, apresenta-se um retrospecto da Matemática e tecnologia, visando a compreensão de sua evolução ao longo dos séculos, desde sua origem na Europa até seu desenvolvimento global. Em seguida, o foco está no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, especialmente em como lidar com estudantes que enfrentam dificuldades com os conceitos desenvolvidos na Educação Básica relativos a Matemática. São abordadas questões sobre o papel dos professores em identificar e auxiliar os estudantes na superação das dificuldades, além da importância de serem utilizadas metodologias de ensino mais dinâmicas e adequados às necessidades individuais dos estudantes.

A posteriori, discute-se o ensino tradicional de Matemática e seu impacto contribuindo no desinteresse dos estudantes pela disciplina. São exploradas críticas aos métodos tradicionais centrados no papel do professor como o responsável pela transmissão do conteúdo, destacando a necessidade de serem desenvolvidas abordagens didáticas centradas no estudante e contextualizadas com a realidade destes, de forma que possam dar significado aos estudos e assim possam sentir mais comprometidos com a aprendizagem destes conceitos.

Aborda-se ainda o ensino de forma lúdica dos conceitos da Matemática, destacando a possibilidade de maior envolvimento dos estudantes quando abordagens que abarcam atividades didáticas lúdico, com jogos ou a própria robótica. Diversos estudos são mencionados, evidenciando como essas abordagens diversificadas podem motivar os estudantes, facilitando a aprendizagem de conceitos matemáticos e promovendo a interação em sala de aula entre estudantes e professor e estudantes e estudantes, permitindo por meio do diálogo e do trabalho em grupo maior compreensão dos conceitos desenvolvidos.

Por fim, a TMC é abordada, levando em consideração sua compreensão e explicação do movimento de Mediação e Processamento Extra cerebral de informações, os quais são tratados como mecanismos que auxiliam no desenvolvimento cognitivo à medida que o cérebro incorpora aspectos dos mecanismos externos (ambiente) de forma crescente e cumulativa, transitando de formas mais simples para formas mais complexas de mediação. Destarte, essa escolha é considerada apropriada pelo seu diagnóstico relevante sobre a influência cultural das

tecnologias digitais (TD), especialmente no contexto do uso de computadores e *softwares*, que são ferramentas hiperculturais empregadas nas atividades voltadas ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

3.1 MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

A história das Ciências e, em específico, a história da Matemática, constitui um dos aspectos mais singulares do conhecimento humano. Segundo Eves (1990), compreender a evolução histórica da matemática é importante para apreciar seu desenvolvimento e aplicação ao longo dos séculos. Além disso, Boyer (2011) destaca que o estudo histórico dessa disciplina revela como conceitos matemáticos foram formulados e refinados, refletindo as necessidades e contextos culturais de diferentes épocas.

Assim sendo, o estudo da história da Matemática é uma condição *sine qua non* para o ensino e aprendizagem da própria área, muitas vezes mutilada pelo senso-comum a algarismos e fórmulas, com uma compreensão mecânica dos conceitos o que impede sua aplicação na resolução de situações problemas da vida em sociedade. Dessa forma, compreender como cada conceito foi desenvolvido e introduzido nesta Ciência, facilita o acesso a uma visão mais abrangente do universo matemático.

A Grécia antiga, com autores como Pitágoras e Tales de Mileto, contribuiu com a sistematização e abstração de conceitos matemáticos. Esta disciplina chegou à sua forma atual no período correspondente aos séculos XVI e XVII. Ademais, adquiriu aspecto mais universal graças ao predomínio da Ciência e das tecnologias que foram se desenvolvendo no velho continente. No século XVII, a universalização da Matemática foi, também, o primeiro passo rumo à globalização (D'ambrosio; 2001).

No entanto, conforme apontado por Albuquerque e Morey (2023), é fundamental reconhecer que as raízes da Matemática abrangem contribuições significativas de diversas civilizações ao longo da história. Por exemplo, a civilização indiana auxiliou no desenvolvimento de conceitos matemáticos, como o sistema numérico decimal e o conceito de zero, que foram posteriormente transmitidos ao mundo islâmico e, por meio dele, à Europa. Sobre isso, ressalta-se que:

Os indianos conheciam a noção de vazio e empregavam a palavra *shūnya* para representá-lo. Os árabes chamavam o zero de *shfr*. Já na Europa, levado pelos árabes, ficou conhecido como *zephirum*, depois *zéfiro*, *zefro* e, finalmente, zero. Dos indianos aos árabes, a forma do zero mudou de um ponto para um círculo. Na Europa o zero

encontrou forte resistência. Várias superstições e o medo do desconhecido impediam o seu uso. Além disso, com a popularização do conhecimento do zero e dos outros algarismos indo-arábicos, havia o perigo de que qualquer um pudesse fazer contas, habilidade que, até então, poucos detinham (Giovanni et al., 2012, p. 19).

Essas contribuições foram essenciais para a evolução da Matemática como a conhecemos hoje. Além disso, a civilização islâmica, durante a Idade de Ouro do Islã, foi responsável por preservar e expandir o conhecimento matemático das civilizações anteriores, incluindo a indiana e a grega. Matemáticos islâmicos, como Al-Khwarizmi, conhecido como o “pai da álgebra”, desenvolveram métodos algébricos que formaram a base para a Matemática moderna. Tais contribuições, foram essenciais para o desenvolvimento da Matemática na Europa durante o Renascimento (Rashed, 2013). D'Ambrosio (2001) sublinha que, os grandes gênios matemáticos, ou seja, aqueles sujeitos descritos, historicamente, como responsáveis pela criação, desenvolvimento e consolidação dessa Ciência são identificados, principalmente, como inseridos na antiguidade grega e, posteriormente, na Idade Moderna europeia, sobretudo em França, Itália e Alemanha.

Dito isto, é importante perguntar-se: *o que vem a ser, deveras, a Matemática?* Uma definição, segundo D'Ambrosio (2001), afirma que a Matemática é a Ciência dos números e das formas; das relações e das medidas; e, também, das inferências, tendo como característica fundamental a inclusão da precisão, do rigor e da exatidão. Por isso, trata-se de uma Ciência exata, uma vez que visto, suas soluções, dependem, sobretudo, de um processo dedutivo, ou seja, de uma resolução necessária, oriunda da aplicação precisa das regras lógicas.

Quanto à origem da palavra Matemática, esta, etimologicamente, é oriunda do grego *máthema*, que significa aprendizagem. Destarte, conforme afirma D'Ambrosio (2001), antes de o homem erigir sua primeira moradia, ele aprendeu a contar. A invenção do número precede a forma de representá-lo. Assim, as civilizações ancestrais acumularam conhecimentos matemáticos sem, no entanto, estruturá-los por padrões lógicos e convencionais, razão, pelo qual, atribui-se à Grécia Antiga ser o berço da Matemática.

Com o tempo, a Matemática foi se desenvolvendo, adquirindo forma, tal qual se apresenta hoje. O princípio deste desenvolvimento, em termos mais modernos, deu-se entre os séculos XIV e XV, empreendida tanto nos mosteiros quanto nas universidades. Assim, conforme os registros, a primeira escola especificamente de Matemática foi criada na cidade de Bagdá, durante a Idade Média (Rashed, 2013).

De acordo com Maciel (2013), passados alguns séculos, especificamente na transição do século XIX para o XX, foi realizado o Primeiro Congresso Matemático Internacional em Chicago, em 1893. E, no ano de 1900, o Segundo Congresso Internacional em Paris. Neste congresso, David Hilbert apresentou uma lista com 23 problemas que, segundo ele, constituíam preocupação central dos matemáticos e estudiosos no século XX. Esses eventos demarcaram significativas mudanças no *modus operandi* matemático. Assim, neste contexto, por exemplo, Felix Klein (1849-1925), surge como defensor de um ensino da Matemática que desse importância aos fatores psicológicos de cada aluno, como foco na intuição em detrimento da parte sistemática, posta em segundo plano.

Ademais, cabe ressaltar que a importância dada à Educação Matemática, como disciplina, se deu em Roma, no ano de 1908 (Maciel, 2013). Posteriormente, nos anos 1960 a 1970, com o intuito de conciliar o conhecimento matemático aos currículos escolares, veio a lume uma Matemática escolar renovada, descrita como Matemática Moderna, cujo intento era unificar a Álgebra à Aritmética e a Geometria. Assim, segundo Pavanello (1989), o ponto central da Matemática Moderna consiste em aplicar a Matemática, segundo estruturas algébricas, com o emprego da linguagem simbólica da Teoria dos Conjuntos.

No tocante ao Brasil, a história da Matemática principia desde o descobrimento da ilha de Vera-Cruz, conquanto, no período colonial e, mesmo, no Império, poucos documentos tenham sido registrados. Nessa época, o ensino era tradicional, inspirado no sistema português cuja pesquisa era incipiente. Ademais, nesse contexto, ainda não havia na Colônia nem nas Universidades, nem jornais, de sorte que a comunicação do conhecimento era bastante restrita (Pavanello, 1989).

Assim, após a chegada da corte real portuguesa ao Brasil, em 1808, foram criados diversos estabelecimentos educacionais e culturais, como, por exemplo, as academias de formação, bibliotecas e um jardim botânico, além de uma imprensa. Dentre esses estabelecimentos, foi criado, aos 4 de dezembro de 1810, a Academia Real Militar, cujo objetivo era formar oficiais de diversos campos, com o desígnio de atuar, também, sobre a formação científica, sendo, por isso, a instituição pioneira em propor o curso completo de *SCiências Mathematicas* (Pavanello, 1989).

Esse curso, segundo Castro (1999), seguia um padrão muito bem definido para o seu tempo, consistindo no seguinte: O lente (professor) era responsável por lecionar, no primeiro ano, aritmética, álgebra (indo até as equações de quarto grau), geometria, trigonometria retilínea

e noções de trigonometria esférica. No segundo ano, lecionava álgebra superior, geometria analítica, cálculo diferencial e integral. No terceiro, ensinava mecânica (estática e dinâmica), hidrostática e esférica, óptica, astronomia e geodésia.

Já com o período da república, ainda que a nação estivesse sob as influências intelectuais de França, sobretudo do positivismo, a evolução no ensino e nos estudos foi restrita. Contudo, no início do século XX, as pesquisas na área da Matemática começaram a adquirir maior relevo, vindo a lume nomes como os de Otto de Alencar, Teodoro Ramos, Amoroso Costa e Lélío Gama, na antiga Capital brasileira - Rio de Janeiro.

Assim, logo após a Segunda Guerra Mundial, houve um aprofundamento da pesquisa científica, sendo criados, para tanto, o Conselho Nacional de Pesquisas, em meados do ano de 1955 e 1957, na cidade de Poços de Caldas; além do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), onde eram realizados os Colóquios Brasileiros de Matemática (Viana et al., 2014). Visto isto, de acordo com Fiorentini (1995), aos poucos, foram criados, no país inteiro, os Centros de Ciências e Matemática, cuja finalidade era a preparação de professores para o desenvolvimento de um ensino proposto nos projetos educacionais, legando às gerações.

A partir dos anos 1980, com o advento da microinformática, o uso de tecnologias digitais começou a ser incorporado ao ensino de Matemática, ainda que de forma tímida e desigual entre as regiões do país. Nesse período, surgiram os primeiros esforços voltados à integração entre recursos computacionais e metodologias didáticas, com ênfase na utilização de softwares educativos (Romanello; Domingues, 2018).

Conforme aponta Borba; Silva e Gasanidis (2020), o avanço dos ambientes computacionais e a crescente acessibilidade aos recursos digitais possibilitaram o surgimento de ferramentas específicas para o ensino de Matemática, tais como o LOGO, o Derive, o GeoGebra e o Cabri Géomètre. Esses softwares, denominados dinâmicos por sua capacidade de permitir a manipulação direta de objetos matemáticos, introduziram novas possibilidades para o ensino-aprendizagem, estimulando a visualização de propriedades geométricas e algébricas, a construção de conjecturas e a validação de hipóteses por meio da experimentação. Além disso, tais recursos permitiram o deslocamento do foco tradicional da resolução mecânica de exercícios para práticas investigativas e exploratórias, mais alinhadas às abordagens construtivistas e à resolução de problemas.

Com o fortalecimento da cultura digital, sobretudo no início do século XXI, sugere-se com vigor a Robótica Educacional (RE) como uma metodologia ativa que propõe a construção de

conhecimento a partir da montagem e programação de dispositivos automatizados. Articulando conceitos de Matemática, Física, Lógica e Programação, a RE favorece o desenvolvimento de competências cognitivas, afetivas e sociais em ambientes colaborativos de aprendizagem. A manipulação de sensores, atuadores e estruturas mecânicas, faz com que os estudantes sejam desafiados a aplicar raciocínios matemáticos em situações concretas, o que contribui para a superação da dissociação entre teoria e prática, historicamente presente no ensino da disciplina (Silva, 2020).

Salienta-se, que os conceitos matemáticos são importantes para a vida em sociedade, pois ele permeia uma ampla gama de atividades cotidianas e profissionais, moldando a capacidade das pessoas em resolver problemas, tomar decisões informadas e inovar em diversas áreas. Em um nível prático, a Matemática ajuda as pessoas a gerenciarem finanças pessoais, interpretar dados, entender taxas de juros, calcular percentuais e, em geral, lidar com informações quantitativas que são essenciais em transações financeiras e no consumo consciente.

Além disso, a Matemática é a base de muitas tecnologias que transformam a sociedade. Áreas como Programação, Engenharia, Ciência de Dados, Economia e Medicina dependem fortemente de conceitos matemáticos para desenvolver e aprimorar tecnologias, realizar análises complexas e resolver problemas globalmente, como a previsão de mudanças climáticas e o desenvolvimento de medicamentos. A habilidade de analisar dados e estatísticas, por exemplo, é essencial na era digital, em que grandes volumes de informação são gerados constantemente, exigindo um entendimento matemático para interpretar corretamente essas informações

Além da aplicação prática, o conhecimento matemático também promove o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, habilidades que ajudam as pessoas a pensarem de maneira estruturada, a questionar, a analisar evidências e a tomar decisões bem fundamentadas em qualquer área. Em um mundo cada vez mais orientado por dados e pela tecnologia, a matemática é um aprendizado essencial para a cidadania ativa e a adaptação às demandas da sociedade contemporânea. A sociedade contemporânea pode ser definida como o conjunto de relações, instituições, práticas culturais, econômicas e políticas que caracterizam a vida coletiva no mundo atual, marcada pela globalização, pela intensa conexão tecnológica e pela rápida circulação de informações. Esse tipo de sociedade se destaca pela alta interdependência entre nações e culturas, pelo avanço acelerado das Ciências e tecnologias, e

pelo crescente papel dos meios de comunicação e redes digitais na formação de opiniões e comportamento humano. O que identifica a necessidade de estudos e investigações nesta área do conhecimento, tanto da Matemática pura quanto da Educação Matemática que se preocupa com as formas de desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Matemática de forma que mais pessoas sejam influenciadas positivamente com a compreensão desta área do conhecimento.

Neste sentido, a seguir são apresentados pontos considerados importantes para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Matemática na Educação Básica de forma que os estudantes possam compreender e aplicar os conceitos estudados na vida em sociedade.

3.2 PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA

De acordo com Andrade (2017), identifica-se, frequentemente, crianças que, embora frequentadoras da escola, por algum fator, não conseguem estar à altura das expectativas da escola e dos pais, enfrentando dificuldades de compreensão dos conceitos desenvolvidos. Essas crianças, não raro, demonstram uma enorme dificuldade no princípio da vida escolar, o que, muitas vezes, as leva a serem desconsideradas no processo de ensino, ou então, por parte de pais e alguns educadores, a culpa acaba sendo atribuída aos conteúdos por serem, supostamente, muito complicados e abstratos para crianças, gerando problemas sérios relativos a compreensão da Matemática na Educação Básica.

E, ainda segundo Andrade (2017), salienta que muitas vezes as crianças demonstram inaptidão ou dificuldades para aprender, porém a família não liga importância a isso, ou, quando percebem, apenas admoestam o sujeito sem querer lhe ajudar, considerando como dever da escola resolver tais dificuldades. Sabe-se que é de importância significativa que a escola acolha esses estudantes e os ajude naquilo que for possível para um diagnóstico e um tratamento educativo de superação das dificuldades. Contudo, segundo o autor, cabe aos pais terem a consciência de que uma criança necessita de tempo para que superar quaisquer dificuldades, sejam educativas ou sociais.

Entendendo que a Matemática possui um histórico de dificuldades é mister investigar metodologias e recursos didáticos para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Matemática em sala de aula, a fim de que se consiga demonstrar ao aluno que ele pode aprender e que há modos diferentes e estimulantes de aprendizagem dos conceitos que

são desenvolvidos na vida escolar. A reformulação da didática em sala de aula é essencial para evidenciar aos estudantes a relevância da matemática, demonstrando que ela vai além de um conjunto de fórmulas abstratas e possui aplicações práticas e significativas. Ao desmistificar o senso comum que a caracteriza como teórica e pouco útil, a matemática pode ser apresentada como uma ferramenta presente nas atividades cotidianas mais simples, favorecendo uma compreensão prática e contextualizada do seu valor na vida em sociedade, tanto pessoal, quanto social e profissional.

Contudo, é preciso atentar aos detalhes, pois, como afirma Silva (2013), muitas vezes o educador utiliza diversos recursos materiais em suas aulas, mas, ao não ensinar os estudantes a manuseá-los, esses recursos acabam tornando-se inúteis e ineficazes. Por essa razão, é importante que o docente oriente seus estudantes a utilizarem, corretamente, os recursos didáticos disponibilizados para a aula. Neste sentido é muito importante o planejamento didático de forma que os professores se sintam competentes para o uso de metodologias mais adequadas ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Matemática na Educação Básica.

Assim sendo, o professor precisa observar quais são os estudantes que têm dificuldades de aprendizado, e quais os motivos que o tolhem, para que não aconteça de os estudantes, desestimulados, desistirem de aprender. Por isso, a variação de metodologias pode ajudar ao professor o ter um tino maior das proporções, medindo se as dificuldades de aprendizagem dos educandos estão vinculadas a uma metodologia específica, ou se se trata de um aspecto singular do aluno, e que, portanto, necessita ser trabalhado por profissionais (Bossa; 2007).

Segundo Correa (1999) é muito importante que os professores estejam em constante formação para o uso de metodologias e recursos didáticos atualizados às demandas da Educação e dos estudantes, tanto quanto possível, o método expositivo deve ser substituído por metodologias ativas e mais capacitadas a conciliar conteúdos e vivências em sala de aula, a fim de que o aluno se sinta parte do processo de ensino e aprendizagem (Correa; 1999).

É fundamental considerar que o ensino expositivo, por si só, não atende às demandas educacionais contemporâneas, tornando necessária sua reestruturação. No entanto, uma simples introdução de recursos múltiplos na sala de aula é insuficiente se o professor não exercer o seu papel como mediador do conteúdo, integrando-o com as experiências dos estudantes. Para promover uma aprendizagem eficaz, é essencial que o educador empregue estrategicamente

diversas abordagens didáticas que lhe permitam contextualizar o conhecimento e compreendê-lo utilizando na vida.

3.3 O ENSINO TRADICIONAL DA MATEMÁTICA E O DESINTERESSE DISCENTE

A Educação tradicional, também conhecida como volta ao básico, Educação convencional ou Educação costumeira, refere-se aos costumes estabelecidos há muito tempo que a sociedade tradicionalmente usava nas escolas. Algumas formas de reforma educacional favorecem a adoção de práticas de Educação progressiva, uma abordagem mais holística que enfatiza as necessidades individuais dos estudantes e o autocontrole. Aos olhos dos reformadores, os métodos tradicionais centrados no professor, focados no aprendizado e memorização, devem ser abandonados em favor de abordagens centradas no aluno e baseadas em tarefas (Eberhardt; Coutinho, 2011).

Em geral, os métodos tradicionais de ensino de Matemática são baseados na instrução direta, onde é demonstrado aos estudantes um método padrão para executar uma tarefa, como adição decimal. Uma tarefa é ensinada independentemente, e não como parte de um projeto mais complexo.

Diante do fenômeno do desinteresse dos estudantes pela Matemática, a didática da Matemática pode lançar luz sobre as propostas feitas por diferentes instituições, particularmente em termos de viabilidade ou os possíveis efeitos de certas medidas recomendadas (Elorza 2013). A didática da Matemática se concentra nos processos de ensino e aprendizagem a partir de uma perspectiva de conteúdo. Mas seu campo de estudo não se limita às situações da escola.

Aprender Matemática é frequentemente percebido como uma tarefa difícil pela maioria dos estudantes. Uma das razões para isso é que, em abordagens tradicionais de ensino, os conceitos matemáticos são inicialmente apresentados de forma puramente teórica e, posteriormente, os alunos são convidados a resolver exercícios e problemas que, em geral, possuem soluções algorítmicas previsíveis, baseadas em raciocínios repetitivos e com pouca ou nenhuma conexão com situações do cotidiano (Stoica, 2015).

Geralmente observa-se a busca pela motivação do aluno de um ponto de vista muito amplo, não limitado ao interesse intrínseco da Matemática e suas aplicações. Deve-se destacar as interconexões da Matemática com a evolução da cultura, da história e do desenvolvimento da sociedade (Elorza, 2013). Está se tornando cada vez mais claro que a

importância dos elementos emocionais que mobilizam a mente em sua ocupação Matemática é enorme. Uma grande parte do fracasso em Matemática de muitos estudantes tem sua origem em um posicionamento emocional inicial, totalmente destrutivo de seu próprio potencial nessa área.

Segundo Groenwald (1999) as características do ensino tradicional são:

1. Introdução do assunto com explicações orais do professor. Ele mostra como se desenvolve algum algoritmo, explica os passos que o aluno deve seguir para conseguir a resposta certa.
2. Apresentação de alguns exercícios exemplos que servem de modelo.
3. Exercícios para os estudantes desenvolverem individualmente ou em duplas.
4. Correção dos exercícios desenvolvidos. A correção pode ser feita pelo professor ou pelos próprios estudantes que vão ao quadro.

Para autora, normalmente o professor coloca mais alguns exercícios como tema de casa para o aluno exercitar e memorizar. O ensino desta forma, fica ligado a saber realizar com eficiência exercícios, aplicando regras, deixando-se de lado a compreensão dos conceitos. É a visão behaviorista onde os processos de aprendizagem ficam subordinados ao treino de habilidades, aos exercícios, ao reforço, à memorização e ao condicionamento do aluno.

Ainda segundo Groenwald (1999) no ensino tradicional o professor acredita que a aprendizagem ocorre com a transmissão verbal de conhecimentos. O professor ensina explicando para os estudantes conteúdos essenciais, procurando definir o significado correto dos mesmos e os argumentos formais que os justificam. O ensino tradicional não dá ênfase ao raciocínio. Treina a memorização de algoritmos e de “como fazer”. Não se incentiva o pensar sobre um conceito ou um problema. Exige memorização de um enorme número de respostas certas sem jamais entendê-las ou preocupar-se com elas. Não se ensina os porquês nem o significado dos esquemas. Não há compreensão. A maioria dos estudantes não tem a mínima ideia, onde aplicar os conceitos estudados.

Para Kami (1988, p. 292) “Entender matemática se confunde com aprender processos adequados automaticamente. O método tradicional ensina uma série de coisas que as crianças fazem sem entender”.

Segundo Grossi (1993), os princípios básicos da proposta tradicional são:

1. A inteligência é um dom. Só os que são inteligentes aprendem.
2. Na escola é o professor que dá a matéria.

3. A aprendizagem é concebida como atividade individual.
4. Coleciona-se informações nos moldes de uma conta bancária.
5. Memoriza-se linearmente pedaço por pedaço dos conteúdos.

Segundo Meira (1993) a Educação Matemática possui como objetivos: o desenvolvimento, nos estudantes, da compreensão do significado, estrutura e função de conceitos matemáticos; o desenvolvimento da competência para construir abordagens matemáticas para problemas e situações; a apreciação da atividade matemática enquanto prática cultural. Afirmar também, que a prática educacional tradicional tem sido reconhecidamente falha na realização destes objetivos, na medida em que o ensino de matemática enfatiza a aquisição de fatos e procedimentos.

Neste sentido se torna muito importante que haja investigações sobre métodos alternativos de desenvolver o processo de ensino e aprendizagem, saindo do tradicional e indo ao encontro das necessidades educacionais dos estudantes que estão matriculados na escola atual. As tendências que serão salientadas nesta tese é o ensino lúdico e o uso da robótica que serão explanadas a seguir.

3.4 O ENSINO LÚDICO NA MATEMÁTICA

Considerando os objetivos do presente estudo, torna-se necessário refletir sobre práticas pedagógicas que mobilizem o engajamento dos estudantes e favoreçam a construção ativa do conhecimento. Nesse sentido, a abordagem lúdica no ensino de Matemática surge como uma vertente complementar e coerente com os princípios da mediação tecnológica, especialmente quando aplicada por meio de propostas que envolvem jogos, desafios e interação com robôs programáveis.

Sendo assim, o uso de atividades lúdicas na sala de aula de Matemática pode ser uma maneira positiva de tornar a aprendizagem mais significativa, envolvente e acessível para os estudantes da Educação Básica. Incorporar o lúdico ao ensino de Matemática envolve o uso de jogos, desafios, histórias e outras dinâmicas interativas para desenvolver habilidades matemáticas de forma prazerosa. Isso permite que os estudantes aprendam por meio da experimentação, colaboração e resolução de problemas, muitas vezes em um ambiente que promove a curiosidade e o pensamento crítico.

Os jogos são educativos, por isso, requerem um plano de ação que permita a aprendizagem de conceitos matemáticos. Logo, é necessário destinar um horário dentro do planejamento, permitindo ao professor explorar todo o potencial dos jogos, processos de solução, registros, discussões sobre possíveis caminhos que podem surgir. O seu uso deve ser de forma sistemática e objetiva, devem ser propostos de acordo com os níveis de dificuldade, contribuindo, assim, para o aprimoramento das capacidades de concentração levando o estudante a adquirir conceitos matemáticos (Groenwald, 2001).

Segundo Groenwald, Silva e Mora (2004) “os jogos podem ser utilizados para introduzir, para amadurecer conteúdos e para preparar o aluno para dominar os conteúdos já trabalhados”. Para Cabral (2006, p. 29) “devemos utilizá-los não como instrumentos recreativos na aprendizagem, mas como facilitadores, colaborando para trabalhar os bloqueios que os estudantes apresentam em relação a alguns conteúdos matemáticos”. De acordo com Groenwald e Timm (2000, p. 22):

Os jogos trabalhados em sala de aula devem ter regras, esses são classificados em três tipos:

- *Jogos estratégicos*, onde são trabalhadas as habilidades que compõem o raciocínio lógico. Com eles, os estudantes leem as regras e buscam caminhos para atingirem o objetivo final, utilizando estratégias para isso. O fator sorte não interfere no resultado;
- *Jogos de treinamento*, os quais são utilizados quando o professor percebe que alguns estudantes precisam de reforço num determinado conteúdo e quer substituir as cansativas listas de exercícios. Neles, quase sempre o fator sorte exerce um papel preponderante e interfere nos resultados finais, o que pode frustrar as ideias anteriormente colocadas;
- *Jogos geométricos*, que têm como objetivo desenvolver a habilidade de observação e o pensamento lógico. Com eles conseguimos trabalhar formas geométricas, semelhança de formas, ângulos e polígonos.

Os jogos com regras são importantes para o desenvolvimento do pensamento lógico, pois a aplicação sistemática das mesmas encaminha a *deduções*. São mais adequados para o desenvolvimento de habilidades de pensamento do que para o trabalho com algum conteúdo específico. As regras e os procedimentos devem ser apresentados aos jogadores antes da partida e estabelecer os limites e possibilidades de ação de cada jogador. A responsabilidade de cumprir normas e zelar pelo seu cumprimento encoraja o desenvolvimento da iniciativa, da mente alerta e da confiança em dizer honestamente o que pensa.

Nessa perspectiva, Lima (2014) analisou a importância do lúdico na disciplina de Matemática em aulas ministradas no 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Monsenhor José da Silva Coutinho localizada na cidade de Esperança - PB. Durante a pesquisa, foram aplicados dois jogos abordando conteúdos das quatro operações de modo que os discentes jogassem em grupos e utilizassem materiais concretos com meio de ensino e aprendizagem.

Foram selecionados, portanto, os jogos: *Fila Rápida* e *Bingo da Tabuada*. O primeiro objetiva trabalhar as quatro operações de forma alegre e prática. Os materiais foram confeccionados pelos discentes com auxílio dos professores sendo necessário: folhas de papel ofício, lápis, grafite, borracha e apito. Já para o segundo jogo, foram produzidas tabelas de bingo com folhas de cartolina, tesoura, lápis grafite e grãos de feijão. O objetivo consistiu em resolver os problemas com as quatro operações Matemáticas de forma individual (Lima, 2014).

A autora concluiu que a experiência foi positiva, pois os jogos proporcionaram aos estudantes mais entusiasmo em sala de aula, o que aumentou sua motivação, posto que foi uma abordagem diferente da que estavam acostumados no ambiente escolar; além disso, os estudantes tiveram a oportunidade de construir seus materiais concretos e aprender a trabalhar em grupo, enfrentando suas dificuldades. Em determinados momentos do jogo, as quatro operações básicas da Matemática foram totalmente superadas pelos estudantes, que antes não sabiam resolver os detalhes dos problemas mais simples de multiplicação, adição, subtração e divisão.

Aguar (2015) verificou a contribuição dos jogos para a aprendizagem de estudantes do 5º ano da Escola Municipal Padre Henrique Brandão localizada em Belo Horizonte após notar a ausência de interesse pela disciplina em 50% dos estudantes, posto que esta era considerada como de difícil compreensão e “chata”. Assim, optou-se por fazer uma intervenção utilizando o jogo *paraquedas* com o intuito de motivar os discentes e possibilitar uma aprendizagem significativa em Matemática. A autora concluiu que após a intervenção, os 50% dos discentes que consideravam a disciplina monótona e, por isso, não gostavam de Matemática, juntaram-se aos 50% que gostavam da disciplina, de modo que 100% da turma demonstrou gostar da aula ministrada a partir de jogos.

Dessa forma, a utilização de jogos como suporte para o ensino de Matemática despertou a atenção dos estudantes, desenvolveu o pensamento lógico matemático e permitiu o uso de estratégias para a resolução de situações-problema que lhes foram apresentadas. Nesse sentido, a relação aluno-professor tornou-se mais dinâmica, a interação entre os estudantes aumentou, diminuindo assim o número de ocorrências (Aguar, 2015).

As quatro operações também foram trabalhadas por meio de jogos didáticos por Ribeiro (2018) na Escola do Campo do Colégio Estadual Calunga I, localizada em Goiás, após a autora perceber a problemática em torno do ensino de Matemática e a resolução de cálculos

assim como problemas simples. Aplicou-se, portanto, o jogo de bingo na tentativa de facilitar o processo de aprendizagem.

Constatou-se que a aplicação das estratégias e métodos de jogos matemáticos proporcionou aos estudantes uma nova visão da disciplina e eliminou o medo e resistência em participar das atividades disciplinares. O jogo promove alguns dos conceitos previstos no referencial do curso, nomeadamente; socialização, interação, expressão, parceria, respeito, solidariedade, saber perder e ganhar além de ter contribuído para a aprendizagem quanto às quatro operações Matemáticas.

A divisão e a multiplicação foram abordadas por meio de jogos no estudo de Santos e Rodrigues (2018) em estudantes do 5º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Professor Manoel Arideu Monteiro, localizada no Rio Grande do Sul. Os jogos aplicados foram: *amarelinha da Matemática e força da Matemática*, os quais foram desenvolvidos com o intuito de promover a aprendizagem na resolução de problemas com divisão e multiplicação, posto que estas eram as maiores dificuldades apresentadas pelos discentes.

No jogo da amarelinha, a turma foi dividida em dois grupos (um amarelo e outro laranja). Cada um recebeu uma almofada de 5x5cm com a sua cor. Além disso, a amarelinha foi desenhada no chão com numeração progressiva do 1 ao 9, sendo que o grupo que chegasse ao 9 primeiro, venceria a competição. Com isso, o primeiro grupo escolheu um participante que recebe a almofada e lança no número 1. O jogador que fez o lançamento se dirigiu a uma caixa de operações, na qual havia diversas operações adequadas à turma do 5º ano, e retirou uma. Caso acertasse ao resultado, o grupo avançaria uma casa; caso errasse, permaneceriam no mesmo local e passaria a vez para o outro grupo.

No jogo da força, a turma foi mais uma vez dividida em dois grupos de modo que cada um escolheu uma palavra. Foi desenhado no quadro duas forcas (uma para cada palavra). Um representante do primeiro grupo iniciou o jogo falando uma letra e retirou uma operação da caixa de operações. Quando acertavam o resultado da operação, o grupo tinha a chance de verificar se a letra escolhida se encontrava na palavra. Os autores concluíram, após a intervenção, que os jogos facilitaram o processo de aprendizagem em relação as duas operações em foco.

Menezes (2020), por sua vez, objetivou analisar a eficiência de jogos matemáticos no estímulo aos estudantes do 4º ano do curso de Administração do CETEPBP, localizado em Macaúbas-BA, abordando o raciocínio lógico. Inicialmente, o autor aplicou um questionário

com o intuito de, ao fim da intervenção, comparar os resultados. A posteriori, aplicou-se o *Jogo das trilhas*, o qual necessitou de um tabuleiro, dois dados, três peões e trinta e três cartões-problemas.

O início do jogo se dava quando os participantes selecionavam os peões e realizavam um sorteio para determinar a ordem do jogo. Eles também especificaram um tempo máximo para resolver o problema. O primeiro jogador lança o dado e deixa rolar a peça o número de espaços indicado pelo dado. A cor da casa onde o peão para indica qual carta de pergunta ele deve usar e, portanto, o nível da pergunta. Os participantes então jogavam dois dados, e a soma das faces dos dados fornecia o número da carta do problema a ser resolvido.

Com isso, Menezes (2020) aponta que no decorrer da pesquisa a utilização de jogos em sala de aula como ferramenta, além de motivar os estudantes, também facilitou o aprendizado e demonstrou um outro lado da Matemática ainda não presenciada pelos estudantes: o lúdico. Assim, percebe-se que os professores precisam demonstrar mais disposição para utilizar jogos no ensino de Matemática, pois o uso dessa ferramenta pode tornar as aulas de Matemática mais envolventes.

A probabilidade também foi abordada por meio de jogos em uma escola de curso técnico de informática do Instituto Federal de Alagoas, por Pontes et al., (2020). O jogo de dados utilizado, consistia em seis faces com probabilidade que ofertava uma diversidade de apostas conforme o número de dados. Assim, a primeira parte do jogo envolvia o lançamento do dado e observação da face que ficou voltada para cima. Caso o resultado fosse três, o jogador seria eliminado. Com isso, o jogo continuaria até que o último jogador fosse eliminador, sendo este o vencedor. Durante a investigação, os discentes perceberam que a cada jogada, a probabilidade de fracasso era $1/6$ e a probabilidade de sucesso $5/6$.

No que diz respeito ao aprendizado do conceito intuitivo de probabilidade, os autores asseguram que os jogos de dados permitem que os estudantes ampliem sua criatividade e estimulem o interesse em discutir o ensino da Matemática e aprender novas práticas. Durante o jogo, notou-se que as dificuldades que surgem durante o desenvolvimento do jogo podem ser explicadas imediatamente com a intervenção do professor. Ao final das atividades sugeridas, os autores perceberam que os estudantes estavam mais motivados e prontos para assumir novos desafios.

Mesquita (2021) buscou investigar como os jogos podem favorecer o processo de ensino e aprendizagem de operações aritméticas em Sala de Recursos Multifuncionais.

Participaram do estudo três estudantes portadores de deficiência intelectual com idade entre 12 a 14 anos, estudantes do 6º ano e que frequentavam uma sala de recursos localizada no Paraná. Aplicou-se os jogos: *pega varetas*, *quanto falta* e *ponto a ponto*. No primeiro jogo, foi disponibilizado uma tabela para que os discentes organizassem suas jogadas.

No segundo jogo, foi apresentada aos estudantes uma caixa com uma divisória na qual havia uma abertura por onde bolinhas passariam a serem sacudidas. Assim, inicialmente eram colocadas dentro da caixa 10 bolinhas. Em seguida, a caixa era tampada e sacudida de modo que algumas passavam para o outro lado. Ao abri-la perguntava-se aos discentes quantas bolinhas estavam faltando. No terceiro jogo (*ponto a ponto*), a cada rodada, os discentes escolhiam um número entre 6 a 19, falava para os colegas e lançava o dado. O número escolhido era dividido mentalmente ou com a ajuda de materiais manipuláveis pelo número obtido no lançamento. O jogador só marcava ponto se durante a divisão sobrasse algum resto, valor equivalente à quantidade de pontos na rodada.

A partir disso, a autora concluiu que o uso de jogos como contextos desencadeadores para o ensino da aprendizagem de conceitos matemáticos em ambientes escolares inclusivos é de grande relevância, pois são utilizados com programas instrucionais propositais e adequados, posto que tais esses recursos didáticos são capazes de desencadear as necessidades dos estudantes de forma adequada. Portanto, organizar o ensino de Matemática por meio do jogo exige que o professor planeje para que, o mais importante, possa criar movimento para aplicar conceitos matemáticos.

Segundo Groenwald e Padrón (2007, p. 22) também é necessário estar atento para verificar se é possível que, durante o desenvolvimento, se possa:

1. Detectar quais estudantes apresentam dificuldades reais para alcançar determinadas aprendizagens.
2. Caracterizar se, no fundo, o tema foi bem assimilado pelos estudantes.
3. Estabelecer uma competição ou uma cooperação onde os jogadores e seus adversários desejem vencer e aperfeiçoem suas estratégias para alcançar a meta, superando, em muitos casos, seus próprios limites.
4. Observar que o estudante se torne mais crítico, atento e confiante, expressando o que pensa, elaborando perguntas, extraindo conclusões e fazendo conjecturas, sem necessidade de interferência ou aprovação do professor responsável por facilitar a atividade.

5. Garantir que não exista o medo de errar, pois o erro é considerado um passo necessário para alcançar uma resposta correta.
6. Cativar os estudantes com um ambiente de sala de aula diferente do tradicional, o que faz com que eles aprendam sem perceber dificuldades.

É necessário, também, tomar alguns cuidados ao escolher os jogos didáticos que serão aplicados em sala de aula, devido ao fato de que eles devem:

1. Ser escolhidos, sempre que possível, entre aqueles nos quais o fator sorte não interfira nas jogadas, permitindo que vença quem descubra as melhores estratégias para alcançar a meta.
2. Promover uma melhor interação social entre os participantes. Por isso, recomenda-se utilizar jogos que impliquem a participação em grupo de dois ou mais estudantes.
3. Permitir o estabelecimento de regras, incluindo as que podem ser modificadas durante o desenvolvimento da atividade.
4. Possibilitar o trabalho com a frustração que pode ocorrer nos participantes como consequência de uma derrota.
5. Não ser aplicados como algo obrigatório, pois podem gerar bloqueios emocionais que, em vez de beneficiar, atrapalham o desenvolvimento normal das atividades em sala de aula.
6. Não serem nem muito fáceis nem muito difíceis, devendo ser testados antes de sua aplicação.
7. Promover, sempre que possível, novas atividades e permitir a correção de adaptações necessárias durante sua aplicação e na sistematização da aprendizagem.

Segundo Timm e Groenwald (2001, p. 23):

Muito ouvimos falar e falamos em vincular teoria à prática, mas quase não o fazemos. Utilizar jogos como recurso didático é uma chance que temos de fazê-lo. Eles podem ser usados na classe como um prolongamento da prática habitual da aula. São recursos interessantes e eficientes, que auxiliam os estudantes.

Assim, entende-se que o uso do lúdico no ensino da Matemática auxilia na construção do conhecimento matemático e estimula habilidades essenciais como raciocínio lógico, criatividade, socialização e pensamento crítico, bem como o trabalho cooperativo em grupos de trabalho. Ante o exposto, fica evidenciado que o uso de estratégias lúdicas possibilita

transformar a sala de aula em um ambiente mais dinâmico, interativo e inclusivo, promovendo maior engajamento dos estudantes e superando barreiras no aprendizado dos conceitos considerados difíceis ou desinteressantes e que muitos estudantes apresentam dificuldades.

Outra estratégia didática que possibilita o desenvolvimento do pensamento matemático é a Robótica. Entende-se que incorporar robótica no ambiente educacional promove a aprendizagem ativa, integrando diversas áreas do conhecimento, como Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). O que será explanado no próximo subcapítulo.

3.5 TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA (TMC)

De acordo com Souza (2004), a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) constitui uma abordagem de base contextualista e construtivista, voltada à análise do processamento da informação na inteligência humana, com o propósito de ampliar a compreensão sobre os mecanismos da cognição. Com o avanço acelerado das tecnologias digitais, a TMC ganha relevância por oferecer ferramentas conceituais para interpretar as profundas transformações provocadas por tais tecnologias na organização da vida cotidiana e nos modos de comunicação. Essas mudanças estão relacionadas aos hábitos e práticas das novas gerações, repercutindo de maneira significativa nos processos de aprendizagem. A TMC postula a importância da interação social e da instrução no processo de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo. Na área da Matemática, a mediação cognitiva pode se manifestar de diversas formas, sendo um exemplo comum o uso de tutores ou professores para oferecer suporte e *feedback* durante a resolução de problemas matemáticos.

O professor pode auxiliar o aluno na compreensão dos conceitos matemáticos subjacentes, ao fornecer exemplos e analogias pertinentes, e ao incentivar o pensamento crítico diante dos problemas (Trevisan et al., 2023). Além disso, eles podem orientar o aluno na elaboração de estratégias eficazes para resolver problemas e auxiliá-lo na monitoração de seu próprio processo cognitivo durante a resolução (Barreira et al., 2020).

Outro exemplo de mediação cognitiva na Matemática é o uso de tecnologia educacional, como jogos matemáticos e simulações, que possibilitam aos estudantes visualizarem conceitos abstratos e aplicá-los a situações do mundo real. Destarte, a tecnologia educacional também oferece feedback imediato aos estudantes, auxiliando-os na identificação e correção rápida de erros.

3.5.1 A era digital e a transição para hipercultural

A Era da Informação ou Era Digital são termos utilizados para designar o avanço tecnológico advindo do uso de aparelhos eletrônicos, como *smartphones*, *notebooks* e *tablets*, tornando-se uma ação corriqueira: pessoas de todas as idades passaram a estar conectadas diariamente. A informação em abundância é obtida e circula instantaneamente pela rede mundial de computadores, a *World Wide Web* (WWW). Essa informação está disponível às pessoas por meio do simples acesso à internet ou com um clique de um mouse para abrir um aplicativo. Sobre esse fato, Bonilla e Pretto (2015) destacam que os códigos, os softwares, as máquinas e a capacidade crescente de processamento e armazenamento contribuíram para o desenvolvimento de uma nova forma de produção de conhecimento, muito mais colaborativa e aberta em rede.

Conforme os resultados da pesquisa das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) Domicílios 2020, conduzida pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (2021), três em cada quatro brasileiros acessam a internet. O mesmo estudo indica que os dispositivos mais utilizados para o acesso são *smartphones* (99%), seguidos de *notebooks* (28%), computadores de mesa (23%) e *tablets* (11%). Além disso, 90% dos indivíduos acessam a internet todos os dias. Pode-se afirmar, portanto, que todas as potencialidades e funcionalidades proporcionadas por esses dispositivos estão transformando a maneira como as pessoas gerenciam suas vidas e, consequentemente, como acessam e processam informações.

Isso traz um impacto social e cultural da disponibilidade e imersão tecnológica, agora perceptível pela mudança no comportamento da busca e do consumo de informações pela população. Neste contexto, a pesquisa supracitada apontou, entre outros dados que refletem o atual cenário nacional de ascensão tecnológica, que 85% dos estudantes das séries finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio são usuários de internet, sendo que 77% acessam por meio de seus telefones celulares. A pesquisa também indicou que 81% das escolas públicas localizadas em áreas urbanas possuem laboratório de informática e, dessas, 95% têm acesso à internet. As capacidades comunicativas/interativas das TD têm evoluído constantemente em todos os segmentos da sociedade, e cada vez mais porções significativas da população acessam a internet de forma progressiva e frequente, bem como manuseiam diversos aparelhos digitais (CGI.br, 2021).

Corroborando Souza (2004), pode-se imaginar como a maior quantidade e disponibilidade de conhecimento resultante da Revolução Digital demanda, por parte das

peessoas, a criação de novos conceitos e habilidades para lidar com essa enorme massa de dados, informações, modelos e teorias. Devido a essa conectividade e ao acesso instantâneo à informação na rede de computadores, o autor acredita na possibilidade de crescimento cognitivo nos indivíduos resultante da manipulação dos hardwares e da interpretação dos *softwares*. Para Trevisan (2020), isso significa, em termos gerais, que as formas de pensamento dos estudantes atuais são diferentes das formas de pensar dos estudantes que não tiveram forte acesso e interação com as tecnologias.

Souza (2004) argumenta que os processos de pensamento são moldados pela mediação com o meio e essa mediação vai mudando a própria cultura desses grupos. Portanto, o papel das TD no pensamento humano pode ser considerado uma nova forma de mediação cognitiva com um alcance superior às modalidades anteriores, como a mediação cultural, por exemplo. Diante desse cenário oriundo da ascendente era digital, o autor visualiza a existência de uma Hiperultura ao argumentar que:

[...] testemunha-se a emergência de uma Hiperultura, onde os mecanismos externos de mediação passam a incluir os dispositivos computacionais e seus impactos culturais, enquanto os mecanismos internos incluem as competências necessárias para o uso eficaz de tais mecanismos externos. Em termos de impactos observáveis, isso significa que todas as habilidades, competências, conceitos, modos de agir, funcionalidade e mudanças culturais ligadas a o uso de computadores e da *Internet* constituem um conjunto de fatores que difere substancialmente daquilo que tradicionalmente se percebe como cultura (Souza, 2004, p.85).

A transição hipercultural é vista pela TMC como consequência de novas formas de interação envolvendo grupos sociais e as tecnologias no nível do indivíduo. Portanto, simuladores virtuais atuam como mediadores digitais possibilitando a criação e/ou modificação dos *drivers* na cognição do indivíduo.

Ao terem vista que os elementos básicos que fundamentam a Hiperultura são a tecnologia da informação, “é de se esperar que o pensamento associado a ela apresente lógicas e formas de representação análogas a tais tecnologias” (Souza, 2004, p.85). Sendo assim, de acordo com o autor, espera-se que o Pensamento Hiperultural seja caracterizado principalmente por:

- Uma lógica matemático-científica.
- Representações visuais.
- Formas elaboradas de classificação e ordenamento.
- Estratégias eficazes para identificar o essencial e desprezar o resto.

- Algoritmos eficientes para “varrer” ou “folhear” grandes conjuntos de informações e conhecimentos.

A revolução digital está associada às mudanças socioculturais e psicológicas da geração Hipercultural, que apresenta um novo perfil, conforme constatado por Souza (2004) em uma pesquisa realizada com o objetivo de identificar a Hipercultura entre os participantes do Enem 2000. Nesse contexto, verificou-se que o surgimento da Hipercultura está relacionado a novas formas de pensamento, apresentando ganhos cognitivos que não dependem de variáveis como sexo, renda e nível de Educação (Souza, 2006; Souza; Roazzi, 2007; Souza; Roazzi, 2009; Raupp et al., 2010; Souza et al., 2010). Com base nesses resultados, Souza (2004), Souza e Roazzi (2009) e Souza et al. (2012) desenvolveram a TMC.

Portanto, ao mesmo tempo que um novo recurso surge como forma de mediação que permite ampliar as capacidades do indivíduo, esse precisa desenvolver competências para poder utilizar esse tipo de mediação e processar informações. Essas competências são os mecanismos internos, chamados *drivers*, que possibilitam a criação e/ou modificação de *drivers*.

Considerando-se a Hipercultura fundamentada nas TIC, entende-se que o pensamento associado a ela "apresenta lógicas e formas de representação análogas a tais tecnologias" (Souza, 2004, p.85). Portanto, o Pensamento Hipercultural" deve ser caracterizado por uma forte lógica matemático-científica, representações visuais, elaboradas formas de classificação e ordenamento, estratégias eficazes para a seleção do que é essencial e algoritmos para processar grandes conjuntos de informações.

Assim sendo, a revolução digital embarga mudanças socioculturais e psicológicas nos indivíduos familiarizados com a Hipercultura, trazendo um novo perfil, conforme constatado por Souza (2004) em seu estudo com participantes do ENEM 2000. Essa Hipercultura está diretamente atrelada ao surgimento de novos tipos de pensamentos, que acarretam ganhos cognitivos, conforme a TMC.

3.5.2 Fundamentos da teoria da mediação cognitiva

Conforme Trevisan (2020), a TMC é uma teoria contextualista e construtivista, fundamentada e relacionada com diferentes escolas de pensamento, representadas pelos seguintes autores: Jean Piaget, Gérard Vergnaud, Lev Semenovitch Vygotsky e Robert Sternberg. Um desafio importante para a teoria é o de “fornecer uma síntese teórica coerente de

teorias psicológicas e estruturais que são geralmente vistas como separadas, ou mesmo em conflito umas com as outras, ao produzir um modelo unificado” (Souza et al., 2012, p.2).

Considera-se uma aplicação importante da TMC a sua compreensão das mudanças individuais ou coletivas associadas à introdução das tecnologias como ferramentas externas ao pensamento dos indivíduos. A elaboração e execução de uma tarefa mental por parte da espécie humana incorpora mecanismos subjacentes, como o armazenamento e a manipulação de dados; esse processo, que é levado em consideração pela TMC, ocupa um "espaço" na memória humana.

Neste contexto, Souza (2004) cita diversos autores (Miller, 1956; Merkle, 1989; Ward, 1997; Lloyd, 2002; White, 2003) ao sugerir que o cérebro e os órgãos sensoriais não são poderosos o suficiente para dar conta dos fenômenos cognitivos observados na espécie humana, propondo que “o equipamento cerebral humano não pode ser o suficiente para, por conta própria, fornecer o imenso poder computacional que seria necessário para assegurar a sobrevivência e o bem estar da espécie humana” (Souza, 2004, p. 50).

Para Souza (2004), o córtex cerebral é limitado, mas a humanidade supera tais limites. Deduz-se que a expansão da capacidade cognitiva dos seres humanos se dá através de alguma forma de processamento extracerebral de informações.

Wolff (2015) menciona a TMC, que parte do princípio de que a cognição humana depende fundamentalmente do processamento de informações, e que o cérebro humano isolado é insuficiente para explicar a maior parte do desempenho cognitivo. Entende-se, dessa forma, que outros mecanismos de processamento de informação estão envolvidos. Dado que o sistema cognitivo básico envolve apenas o sujeito consciente, o ambiente e o objeto cognoscível, conclui-se que é no ambiente que residem tais mecanismos adicionais (já que concluir que eles residem no próprio objeto seria o equivalente lógico a dizer que todo o processamento ocorre no sujeito) (Souza, 2004).

Para Ramos (2015), a TMC apresenta a Mediação e o Processamento Extracerebral de Informações como mecanismos que auxiliam no processamento cognitivo. A partir dessa ideia principal, o autor constrói um conjunto de conceitos, dentro do seu proposto referencial teórico, dos quais nos chamam atenção os “mecanismos externos de mediação” e os “mecanismos internos de mediação”, buscando trazer uma perspectiva diferenciada no que se refere a considerar a chamada cognição externa (ao cérebro).

Pode-se citar o uso de dispositivos eletrônicos – como computadores, *tablets* e *smartphones* – como um processo de mediação. Assim, é possível inferir que esses dispositivos se tornem mecanismos externos de mediação e que os mecanismos internos são construídos com o passar do tempo e com a necessidade de adquirir novas competências para o uso desses dispositivos.

Outro argumento que corrobora Souza (2004) a favor da existência de um processamento de informações a nível do ambiente como parte integrante da cognição humana é a constatação de que para que haja cognição, é preciso que haja uma interação sujeito-objeto onde características do segundo são “propagadas” para o primeiro. Com base nesse raciocínio, Trevisan (2020) destaca que um modelo científico do pensamento humano precisa levar em conta não apenas uma esfera intracerebral do intelecto, mas também uma dimensão extracerebral onde ocorre a manipulação de dados, informações e conhecimento. A ideia básica é a de que no ambiente residem diversos sistemas físicos, biológicos, sociais e culturais que satisfazem os requisitos lógicos para seu uso como dispositivos para a implementação de Máquinas Universais equivalentes.

Dessa forma podemos entender que a TMC é fundamentada e referenciada em cinco premissas relativas à cognição humana e ao processamento de dados:

- a espécie humana tem como maior vantagem evolutiva a capacidade de gerar, armazenar, recuperar, manipular e aplicar o conhecimento de várias maneiras;
- Cognição humana é efetivamente o resultado de algum tipo de processamento de informação;
- sozinho, o cérebro humano constitui um finito e, em última instância, insatisfatório, recurso de processamento de informação;
- praticamente qualquer sistema físico organizado é capaz de executar operações lógicas em algum grau;
- os seres humanos complementam o processamento da informação cerebral por interação com os sistemas físicos externos organizados (Souza et al., 2012, p. 2, tradução nossa).

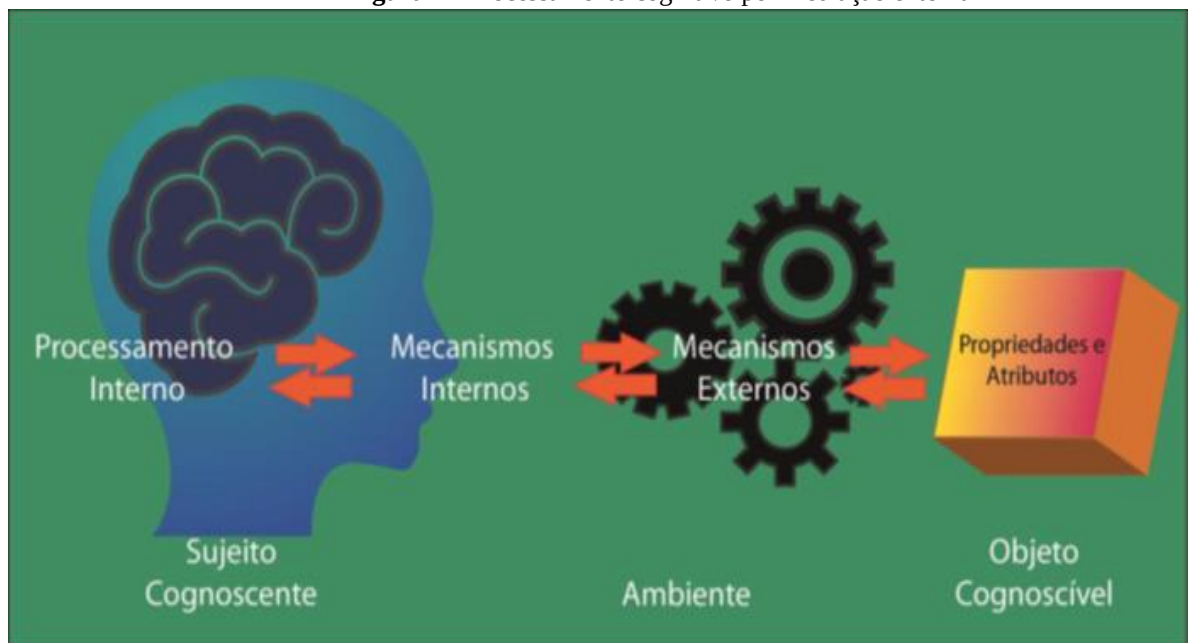
Combinando todos os itens acima, tem-se uma imagem da cognição humana, arquitetada através do resultado de processamento de informações, sendo que uma parte importante desse processamento é realizado fora do cérebro, pois o mesmo é limitado para processar todas as informações disponíveis. “O processo pelo qual os seres humanos dependem de estruturas externas, a fim de complementar o processamento de informações feito por seus cérebros

(cognição extracerebral) é chamado pela TMC de Mediação” (Souza et al., 2012, p. 2, tradução nossa). Essa mediação é composta e pode ser escrita através dos seguintes componentes:

- **Objeto:** o item físico, conceito abstrato, problema, situação, e/ou relação a respeito da qual o indivíduo está tentando construir conhecimento;
- **Processamento Interno:** a atividade cerebral fisiológica (sináptica, neural e endócrino) que executa as operações lógicas básicas individuais;
- **Mecanismos Internos:** estrutura mental que gerencia algoritmos, códigos e dados que permitem a conexão, interação e integração entre o processamento interno do cérebro e do processamento extracerebral feito pelas estruturas no ambiente, trabalhando tanto como um “*driver de hardware*” como um “*protocolo de rede*”;
- **Mecanismos Externos:** podem ser de vários tipos e capacidades, que vão desde simples objetos físicos (dedos, pedras) a individuais e em grupo, com atividades sociais complexas, sistemas simbólicos e ferramentas/artefatos.

Apresenta-se, a seguir, uma síntese de como ocorre o processamento cognitivo através de estruturas do ambiente, responsáveis por fornecerem uma capacidade adicional de processamento de informações (Figura 1).

Figura 1 - Processamento cognitivo por mediação externa



Fonte: Adaptação da imagem presente em Souza (2004).

Nesse sentido, utiliza-se o processamento externo por meio da interação com estruturas do ambiente para aumentar a capacidade de processamento de informações. Por exemplo, quando um computador é utilizado para processar informações, ou mesmo realizar um cálculo, está-se recorrendo a um mecanismo externo de mediação. Para tanto, é necessário construir alguns mecanismos internos que possibilitem o manuseio desse computador e a compreensão não apenas do seu processamento, mas também das informações que ele está oferecendo.

Dessa forma, podemos entender que a estrutura fundamental da Mediação Cognitiva consiste no conjunto individual de mecanismos internos, o qual torna possível a conexão de estruturas externas como auxiliares de dispositivos de processamento de informações. De acordo com Souza (2004, p. 65), “[...] tais elementos [extracerebrais] só poderão efetivamente ser de utilidade para um indivíduo se este dispuser de uma forma de interagir eficazmente com eles, segundo a necessidade e de modo adequado”, utilizando dispositivos existentes na estrutura intracerebral que permitam traduzir as entradas, as saídas e o processamento entre eles. Em resumo, são os *drivers* que possibilitam a mediação com estruturas do ambiente.

3.5.3 Drivers

No contexto da informática, os *drivers* são programas responsáveis pela comunicação entre o sistema operacional de um computador e o *hardware* conectado a ele. É por meio dos *drivers* que o sistema operacional recebe as instruções, processa-as e, a partir de então, estabelece uma comunicação com o periférico.

De acordo com Oliveira (2001), os *drivers*, em consonância com a computação e seguindo uma abordagem baseada na metáfora computador-cérebro da psicologia cognitiva, são considerados como mecanismos internos presentes na estrutura cognitiva do indivíduo que possibilitam a utilização de mecanismos externos.

Portanto, os *drivers* permitem a comunicação entre a estrutura cognitiva do sujeito e o mecanismo externo de processamento de informações, de modo que ambos possam interagir, e o sujeito possa compreender o funcionamento desse mecanismo externo a ponto de internalizar as informações nele contidas (Wolff, 2015).

Desta forma, o cérebro humano utiliza competências específicas para a comunicação com os mecanismos internos, na intenção de contribuir com o processamento de informações. Assim, torna-se claro que a mediação cognitiva depende diretamente do suporte dos

mecanismos internos, ou *drivers*, para possuir a capacidade de acessar corretamente os mecanismos externos. Contudo, como afirma o autor:

[...]a mediação cognitiva ocorre se e somente se existir em mecanismos internos de suporte à mediação com capacidade de comunicação e controle em relação a eventuais mecanismos de processamento extracerebral, ou seja, quando o indivíduo detém, dentro de si, um conjunto de conhecimentos e habilidades que lhe permitam o acesso e o uso de tais mecanismos externos (Souza, 2004, p.66).

Assim, a cognição humana pode ser considerada como um conjunto de mecanismos internos e externos de processamento de informação, formando juntos um sistema organizado. Acredita-se que a mediação cognitiva ocorre como função necessária ao incremento do pensamento, relacionando os processos internos e externos. Conforme Silva (2008), o mecanismo de mediação externo deve ser visto como um sistema físico que funciona como um processador de informação, como um lápis, papel, calculadoras, computadores, entre outros, mas também pode ser um grupo social ou cultural. Já o mecanismo de mediação interno é definido como uma representação mental, imagem mental ou até uma simulação mental.

Segundo Wolff (2015), com base nesses aspectos, considera-se que a mediação cognitiva ocorre como função necessária ao impulsionamento da inteligência, relacionando os processos internos e externos à estrutura cognitiva. Os *drivers* são os intermediários entre o conjunto de conhecimentos que o indivíduo detém dentro de si e as habilidades que lhe permitem o acesso e o uso de mecanismos externos, visando à aquisição de conhecimentos e, consequentemente, o desenvolvimento da sua estrutura cognitiva.

3.5.4 Formas de mediação

Proporcionar um elevado nível de desempenho cognitivo pela TMC dependerá tanto do nível individual quanto do coletivo. Conforme as ideias da TMC, o cérebro humano é limitado e incapaz de processar todas as informações disponíveis. Portanto, o processamento externo resultante da interação (mediação) com o ambiente proporciona ao desempenho cognitivo uma capacidade adicional de processamento. A seguir, apresentaremos mediante os estudos de Souza (2004), as quatro principais formas da TMC e as suas implicações:

3.5.4.1 Mediação Psicofísica

Para Trevisan (2020), os mecanismos externos de mediação consistem em eventos físicos, químicos e biológicos fortuitos que adicionam alguma forma elementar de

processamento extracerebral de informação à relação sujeito-objeto, enquanto os mecanismos internos de mediação são essencialmente compostos por esquemas sensório-motores. A mediação psicofísica é, portanto, uma área de pesquisa que explora a relação entre percepção e ação. A Matemática é frequentemente empregada na mediação psicofísica para analisar e interpretar dados empíricos. Alguns exemplos segundo Trevisan (2020), incluem:

- **Análise de dados:** A coleta e análise de dados empíricos envolvem medidas como tempo de reação e precisão de resposta. A Matemática é utilizada para identificar padrões e tendências nesses dados, ajudando a entender como estímulos sensoriais afetam a resposta do sistema motor.
- **Modelagem Matemática:** A criação de modelos matemáticos auxilia na compreensão da relação entre percepção e ação, permitindo prever o comportamento humano em diferentes situações. Por exemplo, um modelo matemático pode prever como a iluminação afeta a percepção da cor.
- **Estatística:** Técnicas estatísticas são empregadas para analisar dados e testar hipóteses, determinando se diferenças no desempenho são estatisticamente significativas e identificando variáveis correlacionadas. Por exemplo, análise estatística pode determinar se a idade afeta o tempo de reação.

Esses são apenas alguns exemplos de como a Matemática é utilizada na mediação psicofísica. Por meio de técnicas Matemáticas e estatísticas, os pesquisadores conseguem compreender melhor a relação entre percepção e ação. Para Wolff (2015), o processamento extracerebral, via mediação psicofísica, engloba situações em que componentes materiais do ambiente contribuem para uma percepção mais eficaz. Consequentemente, *drivers* psicofísicos são criados ou modificados após a ocorrência desse processamento externo.

3.5.4.2 Mediação Social

A mediação social surge da percepção individual do ambiente pelo sujeito, potencializada pela possibilidade de utilizar as percepções dos demais integrantes do grupo. Isso proporciona uma vantagem cognitiva, uma vez que os membros de um grupo dispõem não apenas de suas próprias interações e capacidades perceptivas, mas também indiretamente das dos outros componentes do grupo. Essa condição pode ser uma ferramenta poderosa para apoiar a aprendizagem da Matemática. Alguns exemplos de como a mediação social pode ser utilizada na Matemática incluem:

- Discussões em grupo: Discutir problemas matemáticos em grupo pode ajudar os estudantes a compreenderem conceitos, permitindo que compartilhem ideias, expliquem soluções e recebam feedback uns dos outros, com mediação do professor ou tutor para garantir a participação ativa de todos.
- Tutoria: Um tutor pode trabalhar individualmente com um aluno para ajudá-lo a entender conceitos matemáticos difíceis ou fornecer suporte adicional durante a resolução de problemas, utilizando a mediação social para explicar conceitos de forma clara e oferecer *feedback*.
- Aprendizagem em pares: Dois estudantes podem trabalhar juntos para resolver problemas ou ensinar um ao outro, facilitando a discussão e a resolução de problemas para uma melhor compreensão dos conceitos.
- Trabalho em equipe: O trabalho em equipe pode desenvolver habilidades de colaboração e comunicação, enquanto os estudantes resolvem problemas matemáticos juntos, com mediação do professor ou tutor para garantir a participação ativa de todos.

Diante dos exemplos supracitados, pode-se afirmar que o desenvolvimento social de um grupo pode gerar *drivers* que contribuem para o desenvolvimento cognitivo dos integrantes, aumentando sua capacidade perceptiva individualmente.

3.5.4.3 Mediação cultural

Para Souza (2004), a mediação cultural utiliza a linguagem, seja escrita, falada ou imaginária, como meio de expressão de acontecimentos e experiências, além de um poderoso dispositivo para o armazenamento de conhecimento. A linguagem, por sua vez, traz consigo uma lógica própria que pode envolver categorizações complexas de ideias e conceitos, impulsionando práticas sociais cada vez mais sofisticadas conforme o avanço cultural.

Trevisan (2020) complementa essa ideia, destacando que o processamento da informação em nível individual, por meio da cultura, envolve uma superestrutura extracerebral capaz de realizar operações de memória e aprendizagem. Assim, é necessário considerar as particularidades de cada cultura e sua relação com o grupo. Na Matemática, a mediação cultural refere-se ao papel desempenhado pela cultura no processo de aprendizagem e compreensão dos estudantes. Aqui estão alguns exemplos de como a mediação cultural pode ser aplicada no ensino de conteúdos matemáticos:

- Conexões culturais: Os professores podem utilizar exemplos da cultura dos estudantes para ilustrar conceitos matemáticos, como arte, música e arquitetura, tornando o aprendizado mais envolvente e motivador.
- História da Matemática: Explorar a história da Matemática em diferentes culturas pode ajudar os estudantes a entenderem melhor os conceitos e ver a Matemática como algo que transcende as fronteiras culturais.
- Abordagens pedagógicas: Adaptar as estratégias de ensino à cultura dos estudantes pode envolver o uso de atividades práticas e materiais educacionais que reflitam sua cultura.
 - Desenvolvimento de habilidades: A mediação cultural pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades Matemáticas por meio de jogos tradicionais e métodos de ensino que considerem a cultura dos estudantes.

Os exemplos supracitados demonstram como a mediação cultural pode enriquecer o ensino da Matemática, permitindo uma compreensão mais profunda e significativa, levando em conta a diversidade cultural dos estudantes.

3.5.4.4 Mediação Hiper cultural

Conforme Souza (2006), os mecanismos internos devem incluir as competências necessárias para uma utilização eficaz dos mecanismos externos, como os *drivers* específicos para a utilização de dispositivos computacionais externos. A mediação hiper cultural na Matemática refere-se a uma abordagem que considera a interação de múltiplas culturas e perspectivas na compreensão e utilização de meios tecnológicos na Matemática. Abaixo, estão alguns exemplos de como a mediação hiper cultural pode ser aplicada na Matemática:

- Abordagens de ensino: Incorporação de exemplos e problemas utilizando ferramentas computacionais, explorando diferentes abordagens para resolver problemas matemáticos.
- Perspectivas críticas: Adoção de perspectivas críticas que questionem e explorem as relações de poder subjacentes à Matemática e sua aplicação em diferentes contextos.

Esses exemplos mostram como a mediação hiper cultural pode enriquecer o ensino da Matemática, permitindo uma compreensão mais profunda e crítica, reconhecendo e valorizando as perspectivas tecnológicas.

Baseados nas referências apresentadas, os mecanismos de mediação humana, inferíveis nos mecanismos de mediação cognitiva, evoluíram da dimensão psicofísica para uma dimensão

social, depois para um paradigma cultural e, por fim, para uma natureza hipercultural. Essa ordem reflete tanto a evolução histórica da humanidade quanto a complexidade crescente desses mecanismos. Cada novo estágio assimila e expande os anteriores, formando uma estrutura cognitiva individual e única para cada sujeito.

Portanto, podemos definir a mediação hipercultural como o uso de ferramentas tecnológicas que realizam processamentos externos de informação, interagindo com os mecanismos internos de processamento e, conseqüentemente, modificando a estrutura cognitiva do indivíduo.

3.5.5 As implicações e suporte teórico da TMC na proposta

O desenvolvimento da Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) tem sido utilizado como suporte teórico em pesquisas na área de Educação em Ciências e Matemática. É uma teoria relativamente nova, desenvolvida há menos de duas décadas. Alguns pesquisadores que contribuíram para a TMC e aqueles que a utilizaram como abordagem teórica incluem Campello de Sousa (2004), Serrano (2004), Ramos (2015), Wolff (2015), Trevisan (2020), Souza (2020) e Picanço (2022).

Embora não tenham sido encontrados estudos relacionados entre a TMC e a Matemática durante a pesquisa de estado da arte, duas teses voltadas para o ensino foram brevemente introduzidas. A tese de Trevisan (2020) aborda a disciplina de Física, especialmente o conhecimento do comportamento dual da matéria e da radiação eletromagnética, um tópico fundamental em disciplinas introdutórias de Mecânica Quântica (MQ). Por outro lado, a tese de Ramos (2015) discute conteúdos de Química relacionados à modelagem molecular, especificamente colisões mecânicas.

Dentro dos estudos de Trevisan (2020), a tese explora os impulsos e expressões psicoativas obtidos e/ou adaptados por estudantes de física durante o processo de compreensão conceitual dos resultados observados em experimentos de dupla fenda e Mach-Zehnder virtual guiado (IMZ). O autor define o corpo de conhecimento sobre o comportamento dual da matéria e da radiação eletromagnética, fundamental no campo introdutório da mecânica quântica (MQ).

A pesquisa conduzida por Trevisan (2020) estabelece uma relação entre as interpretações individuais dos estudantes e as principais correntes interpretativas da Mecânica Quântica (MQ). Para isso, o autor adotou uma abordagem que harmoniza dois referenciais teóricos: a TMC, que explora como a mediação por mecanismos externos de processamento

extracerebral pode alterar a estrutura cognitiva dos estudantes, especialmente a mediação de natureza hipercultural; e a modelagem científica proposta por Mario Bunge, que enfoca a construção racional do conhecimento durante a interpretação da realidade. Os resultados da pesquisa foram obtidos por meio da análise dos testes, das linguagens verbais e gestuais capturadas em imagens de vídeo gravadas durante sessões de entrevistas. O método "*Report Aloud*", utilizado na pesquisa, representa um diferencial no campo do ensino de Ciências.

Trevisan (2020) observa que os bancos virtuais e as formações didáticas mediadas por *storyboard* oferecem oportunidades para os estudantes compreenderem ontológica e epistemologicamente, de maneiras diferentes, os mesmos resultados empíricos previstos pelo formalismo da Mecânica Quântica. No entanto, ele aponta que as representações mentais utilizadas pelos estudantes, principalmente ao explicar fenômenos como a dupla fenda e o IMZ no regime quântico com a presença de um observador, são em sua maioria baseadas em concepções clássicas e determinísticas.

A combinação inédita do referencial teórico de aprendizagem, composto pela TMC e pela modelização científica, guiou e sustentou as etapas do estudo conduzido pelo autor. Essa abordagem se revelou adequada e representativa na interpretação dos dados e enunciados de conhecimento obtidos durante a pesquisa.

As bancadas virtuais, empregadas por meio de guias de atividades baseados em *storyboards* com representações conceituais específicas, foram identificadas como processadores externos de informação. Essas ferramentas proporcionaram aos estudantes a visualização e a modelização do fenômeno da dualidade onda-partícula nos contextos experimentais virtuais da dupla fenda e do IMZ.

Por fim, o autor destaca uma contribuição significativa deste estudo para a pesquisa em Ensino de Ciências: a articulação de referenciais teóricos e metodológicos. A adoção desses referenciais promoveu a identificação de avanços conceituais e interpretativos dos estudantes sobre o tema da dualidade onda-partícula, considerado fundamental em cursos introdutórios de MQ para futuros professores de Física.

A pesquisa conduzida por Ramos (2015) se concentrou no ensino da Química, buscando compreender como as mudanças na estrutura cognitiva dos estudantes ocorrem após a utilização de um software de modelagem molecular. A autora partiu da premissa de que a compreensão de muitos conceitos químicos está intimamente ligada às habilidades visões espaciais, uma vez

que a visualização desempenha um papel fundamental no processo de perceber símbolos característicos da Química.

Adotando a TMC como referencial, Ramos (2015) fundamentou sua investigação, considerando sua capacidade de sintetizar diversas teorias psicológicas e estruturais para explicar o processamento de informações e aprendizagem.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo, apresenta-se o caminho a ser percorrido para alcançar os objetivos definidos. Com isso, são abordados em relação a pesquisa realizada: o tipo de pesquisa, universo, participantes, instrumentos aplicados para coleta de dados e método de análise adotado.

4.1 CONTEXTO

Segundo Estrela (2018), a Ciência e, conseqüentemente, o conhecimento científico, são caracterizados por um conjunto de práticas e posturas racionais voltadas para a obtenção sistemática de conhecimento, cujo objetivo é claro e passível de verificação. Além disso, o autor salienta que todas as disciplinas científicas são reconhecidas pelo emprego de métodos científicos, embora nem todas as áreas de estudo que adotam esses métodos sejam consideradas Ciências.

Destaca-se, segundo Gil e Vergara (2015), que etimologicamente, a palavra Ciência deriva do latim (*scientia*), significando sabedoria ou conhecimento, de modo que a Ciência se fundamenta em um conjunto de princípios e teorias organizados de forma metódica e sistemática, formando uma disciplina do conhecimento humano que se refere a um fenômeno ou objeto de estudo específico. Portanto, segundo os autores supracitados, a Ciência não se resume à simples acumulação de "verdades", mas constitui um campo dinâmico onde ocorre uma contínua disputa entre teorias, princípios e concepções de mundo.

Lakatos e Marconi (2019) salientam que o método científico pode ser descrito como um conjunto de diretrizes essenciais que são seguidas para gerar conhecimento com uma abordagem científica, ou seja, empregar um método para investigar e validar determinado assunto.

Assim sendo, o problema deste estudo, conforme mencionado no capítulo 2, é: *Como se dá o desenvolvimento do aprendizado dos estudantes da Escola Estadual Monsenhor José da Silva Coutinho, localizada em Esperança, Paraíba, quando se utiliza drivers adquiridos ou modificados por estudantes da RE, após utilizarem distintas mediações sobre o conteúdo de Matemática?* Para tanto, o objetivo geral desenhado buscou investigar os *drivers* adquiridos ou modificados por estudantes na disciplina de Matemática junto a RE ao longo do processo de compreensão conceitual dos resultados observados com o LEGO Classroom.

Na próxima seção apresenta-se o esboço da proposta de método mediante a explanação das etapas que auxiliaram a pesquisa, bem como os instrumentos que foram aplicados para a coleta de dados.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A abordagem teórico-metodológico adotada nesta investigação, considerado como estudo de campo, é de cunho qualitativo. Quanto aos objetivos, pode ser classificada como exploratória. Quanto aos procedimentos técnicos, envolveu a aplicação de questionários. A abordagem qualitativa, segundo Lira (2019), busca compreender o fenômeno em questão interpretando-o sem a combinação de instrumentos estatísticos para abordar o problema. Assim, prioriza-se a subjetividade e perspectivas dos participantes.

Gil e Vergara (2015) apontam que a pesquisa exploratória busca familiarizar-se com um tema, identificar problemas potenciais e gerar hipóteses. Ainda segundo esses autores, o questionário como instrumento de coleta de dados, é uma técnica de investigação formada por um número de questões apresentadas aos respondentes por escrito, tendo como objetivo, conhecer as opiniões, sentimentos, interesses, crenças, situações vivenciadas, expectativas, dentre outros.

4.3 UNIVERSO INVESTIGADO E PARTICIPANTES

O universo investigado neste estudo foi composto por estudantes do Ensino Fundamental e Médio da Escola Estadual Monsenhor José da Silva Coutinho. A amostra incluiu 21 estudantes oriundos do Ensino Fundamental e estudantes do 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio. Optou-se por incluir essa diversidade de turmas para que fosse possível analisar de forma holística os *drivers* adquiridos e/ou modificados por estudantes da RE, após utilizarem distintas mediações sobre o conteúdo de Matemática.

A escolha de diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade permite uma análise mais rica das variações no processo de aprendizagem, proporcionando uma maior compreensão sobre como diferentes abordagens pedagógicas impactam o desenvolvimento das habilidades Matemáticas em contextos variados de ensino.

4.4 INTERVENÇÃO REALIZADA

A intervenção pedagógica desenvolvida no contexto da Robótica Educacional foi organizada em etapas semanais, com atividades progressivas que envolveram planejamento, programação e execução de missões com robôs. O período de observação, compreende os meses de junho a novembro de 2024, sob a coordenação do professor pesquisador Adriano Alves da Silva Caroca.

O primeiro momento da intervenção, **o qual foi realizada pelo professor pesquisador**, que teve início em 21 de junho de 2024, consistiu na apresentação dos kits de robótica e na introdução ao conceito e ao significado da Robótica Educacional. Os estudantes foram divididos em grupos e participaram de momentos expositivos com apoio de vídeos, iniciando-se assim o processo de ambientação com os componentes e terminologias específicas do campo. Na sequência, os estudantes receberam explicações sobre como utilizar os manuais de montagem. A metodologia adotada baseou-se na exibição de vídeos e em aulas expositivas, com os estudantes organizados em grupos. Essa etapa favoreceu o desenvolvimento de habilidades de leitura técnica, interpretação de imagens e organização espacial.

Posteriormente, foram apresentadas as 15 missões da FLL (First Lego League), além de uma proposta de projeto que integrasse matemática e ciências. Os conteúdos foram discutidos coletivamente após apresentação em vídeo, mantendo-se a divisão em grupos, com ênfase na compreensão dos desafios e nas possibilidades de soluções práticas. Adicionalmente, os estudantes apresentaram os trabalhos desenvolvidos até aquele momento, os quais foram gravados em vídeo pelo professor pesquisador.

Durante a semana de 25/08 a 28/08, iniciou-se a montagem efetiva dos robôs. Os estudantes, organizados em grupos, receberam seus kits e, com o apoio dos professores, desenvolvedores de conhecimentos da RO, esses professores passaram por treinamento na Secretaria de Educação da Paraíba, recebendo as devidas orientações sobre o *Brink ev3*, e passaram a montar as estruturas. A atividade exigiu leitura atenta de instruções, aplicação de noções de geometria, medidas e proporcionalidade, além de promover o trabalho colaborativo.

Já em setembro do mesmo ano, os grupos iniciaram a construção dos robôs voltados à participação na FLL, além de iniciar a programação dos dispositivos com o auxílio dos professores, dos manuais e do aplicativo Spike. O processo mobilizou conhecimentos de lógica, sequências, algoritmos e direções, consolidando os primeiros passos para a automação das soluções. Foi realizada a atividade de programação de um robô com o objetivo de pintar uma

cartolina para a MIC (Mostra de Iniciação Científica). Os estudantes programaram os robôs para realizar movimentos coordenados, simulando a aplicação de tinta conforme os comandos direcionados. A prática envolveu lógica, direção, controle de deslocamento e noções espaciais.

Ainda em setembro, os estudantes executaram quatro missões dispostas sobre a mesa. Cada grupo se dirigia até o ambiente da tarefa, realizava a missão e justificava os resultados obtidos, especialmente em casos de falha. Os conceitos de tempo, espaço e lógica estiveram presentes, sendo articulados com estratégias de resolução de problemas e pensamento analítico.

Na semana final de setembro, os estudantes executaram as missões da mesa FLL 2022, colocando em prática seus conhecimentos prévios. Foram trabalhadas noções de estratégia, lógica, tempo e espaço, com os grupos empenhados em realizar todas as missões propostas. O desafio representou uma simulação de competição, estimulando raciocínio rápido e tomada de decisão.

Em outubro, os estudantes focaram no reconhecimento e compreensão das missões da mesa FLL 2023. Com os robôs já montados e programados, os grupos exploraram cada desafio proposto, utilizando-se dos conhecimentos anteriores e adaptando estratégias de acordo com as novas exigências das missões. Na etapa seguinte, os estudantes foram orientados especificamente quanto às estratégias necessárias para o cumprimento eficiente das missões da FLL 2023. A orientação do professor teve papel fundamental, guiando os estudantes em relação aos caminhos possíveis, ajustando erros e elaborando planos de execução mais precisos.

Entre os dias 24/10 e 27/10, foi realizada uma atividade externa na MIC, na qual os grupos apresentaram as missões da FLL. Os estudantes haviam sido treinados previamente para o evento, que ocorreu nos dias 27 e 28 de outubro. Durante as apresentações, evidenciaram os conhecimentos adquiridos e demonstraram segurança no manuseio dos robôs.

Por fim, de 31/10 a 03/11, foi realizada a montagem da mesa oficial com os obstáculos e elementos que compõem as missões dos torneios da FLL. Os conhecimentos de Matemática presentes nesta atividade incluíram estratégia, localização, distância, sentido e força. Os estudantes, com apoio de vídeos, comandos e orientações dos professores, realizaram os ajustes finais para simulação completa do torneio.

4.5 INSTRUMENTO APLICADO

Para alcançar os objetivos deste estudo, após a intervenção foi utilizado um questionário (Apêndice A) composto por três questões abertas, voltadas para estudantes do Ensino

Fundamental e Médio da Escola Estadual Monsenhor José da Silva Coutinho. Conforme Bastos, Jesus Sousa, Silva e Aquino (2023) afirmam, um questionário consiste em um conjunto de perguntas organizadas de maneira lógica, destinadas a medir ou descrever variáveis e circunstâncias específicas em uma pesquisa científica. Ainda para Bastos et al. (2023), durante muitos anos, os questionários foram o principal meio de coletar dados, mas recentemente tem havido uma tendência de menos pessoas responderem a eles, ao mesmo tempo em que mais indivíduos usam tecnologias e a internet, o que tem incentivado o uso crescente de questionários online.

Salienta-se que este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Luterana do Brasil, sob o parecer 5.326.789. Com isso, antes de responderem ao questionário, os estudantes foram submetidos ao Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), garantindo que todos estavam devidamente informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo e concordavam voluntariamente em participar. Esse termo é especialmente importante para estudantes menores de 18 anos, assegurando que tanto eles quanto seus responsáveis estão cientes das implicações da pesquisa e consentem com a participação.

Sendo assim, o questionário foi estruturado para investigar a compreensão conceitual dos estudantes em relação aos resultados observados com o *LEGO Classroom* e a RE por meio do Brick – EV3 (Figura 2).

Figura 2 – Brick (EV3) utilizado



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A primeira questão solicitava aos estudantes que descrevessem, de acordo com seus conhecimentos, quais formas geométricas eram capazes de programar utilizando o *Brick (EV3)*. A segunda questão abordava o cálculo do tempo de uso de uma bateria, pedindo aos estudantes

que explicassem como determinar a duração da bateria e como poderiam providenciar uma troca quando necessário. A terceira questão buscava identificar os conteúdos matemáticos percebidos pelos estudantes na robótica, incentivando-os a dar exemplos e a se expressar livremente, utilizando textos, mapas mentais, diagramas, desenhos e outros recursos visuais para facilitar a explicação.

É importante salientar que a primeira questão está relacionada com a mediação psicofísica, que conforme Trevisan (2020), explora a relação entre percepção e ação, envolvendo esquemas sensório-motores e mecanismos externos que mediam a relação sujeito-objeto. Ao programar o Brick (EV3) para desenhar formas geométricas, o aluno usa a percepção visual das formas e a ação física de programar o robô para gerar essas formas.

A segunda questão relaciona-se com a mediação social, que de acordo com Trevisan (2020), potencializa a aprendizagem ao permitir que as percepções individuais sejam ampliadas pelas interações e contribuições dos membros do grupo. O cálculo do tempo de uso da bateria e a troca envolvem a necessidade de troca de informações e colaboração entre os participantes, criando um ambiente de aprendizado coletivo. A interação entre os estudantes permite que um aluno ajude o outro a compreender o consumo energético, realizar cálculos e encontrar soluções para a troca de bateria. Esse processo de compartilhamento de percepções e estratégias proporciona uma vantagem cognitiva, visto que os estudantes não dependem apenas de suas próprias interações, mas também das capacidades dos demais.

Já a terceira questão está ligada à mediação cultura e hiper cultural pois ao refletir sobre os conteúdos matemáticos na robótica, o aluno está envolvido em um processo de mediação cultural, posto que utiliza conceitos matemáticos (funções, geometria, álgebra) que fazem parte do repertório cultural da disciplina. Além disso, o uso de representações simbólicas, como mapas mentais, diagramas e desenhos, facilita a explicação e internalização dos conceitos, demonstrando a interação entre os artefatos culturais e o aprendizado.

Além disso, nesta questão, o aluno utiliza ferramentas tecnológicas e dispositivos computacionais para articular os conteúdos matemáticos presentes na robótica. O uso desses recursos tecnológicos permite uma interação avançada e mediada por diferentes culturas e abordagens tecnológicas, facilitando o desenvolvimento de habilidades específicas, como a programação e a abstração Matemática, e promovendo a compreensão dos conceitos através de uma abordagem interdisciplinar.

4.6 ANÁLISE DOS DADOS

Participaram do estudo 21 estudantes do Ensino Fundamental (anos finais) e 5 estudantes do Ensino Médio. Para identificar e descrever os *drivers* empregados por esses estudantes, foram analisadas a linguagem verbal utilizada na resolução dos testes propostos. Esta análise foi realizada por meio de uma codificação aberta, onde as respostas foram fragmentadas em unidades de significado e categorizadas conforme os padrões emergentes. Em seguida, foi realizada uma codificação axial para relacionar essas categorias e identificar as principais tendências e padrões.

Além disso, as possíveis modificações na estrutura cognitiva dos estudantes após as atividades com o *LEGO Classroom* foram analisadas utilizando a técnica de análise de conteúdo. A análise de conteúdo, segundo Bardin (1977), é um conjunto de técnicas de análise das comunicações que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção dessas mensagens. Esse método envolve, portanto, a organização e categorização dos dados de forma a identificar padrões e significados emergentes, permitindo a interpretação e contextualização das informações coletadas, com o objetivo de revelar aspectos implícitos e explícitos do conteúdo analisado.

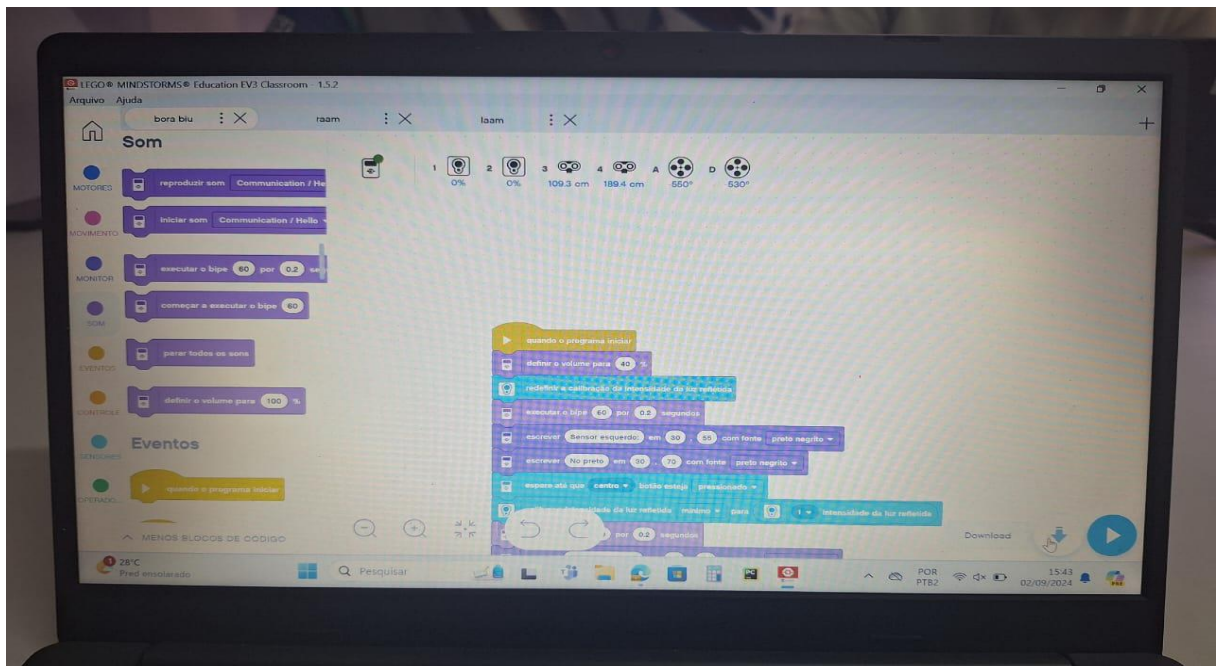
Assim, os registros das compreensões reveladas pelos estudantes, observados por meio dos mecanismos externos de mediação e *drivers* adquiridos, foram descritos e analisados, proporcionando uma visão das interações entre os estudantes e as atividades de RE. Esta análise foi conduzida de forma iterativa, revisitando continuamente os dados para refinar as categorias e interpretações até que se atingisse uma saturação teórica.

Por fim, os resultados foram discutidos à luz da literatura existente, visando contextualizar e comparar os achados bem como a identificar as implicações práticas para o ensino de Matemática e RE.

5 RESULTADOS

Apresentam-se os resultados obtidos a partir do questionário aplicado após a intervenção. É importante expor que os estudantes foram submetidos às atividades com o software *LEGO® MINDSTORMS® EV3*. Inicialmente, ocorreu a programação (Figura 3).

Figura 3 – Programação realizada pelos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A seguir encontram-se os registros das atividades. O compartilhamento das formas foi autorizado pelos estudantes, responsáveis e pela própria instituição escolar (Figura 4).

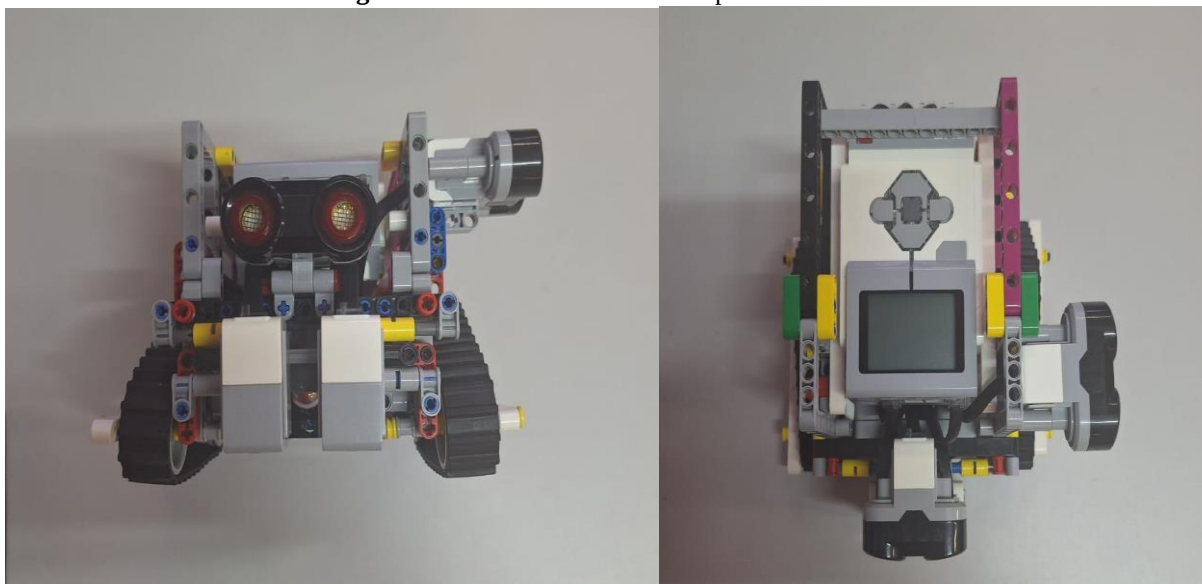
Figura 4 – Registro das atividades desenvolvidas pelos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Destarte, a seguir apresentam-se os modelos desenvolvidos pelos próprios estudantes (Figura 5).

Figura 5 – Modelos desenvolvidos pelos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Sendo assim, com a aplicação do questionário, a apresentação dos resultados foi organizada de acordo com as perguntas formuladas. Primeiramente, são apresentadas as respostas relacionadas à Pergunta 1, que aborda as formas geométricas que os estudantes conseguem programar no Brick (EV3) (Quadro 4).

Quadro 4 – Formas geométricas que os estudantes conseguem programar com o Brick

Questão - descreva de acordo com seus conhecimentos, quais as **formas** geométricas que você consegue programar o Brick (EV3).

Turma	Estudantes	Resposta
6º Ano	A	Círculo, quadrado triângulo
	B	Círculo, quadrado e triângulo
	C	Círculo, quadrado e triângulo
	D	Podemos programar para que ele faça qualquer forma, dependendo da programação ele pode fazer um triângulo, um quadrado etc.
	E	Círculo, quadrado, triângulo e retângulos
7º Ano	A	Movimentos circulares, triangulares, retangulares.
	B	Triângulos, quadrados e círculos.
	C	Eu reconheço os retângulos, quadrados, os círculos e de vez em quando triângulos.
	D	Ele pode realizar movimentos circulares, triangulares, retângulos e várias outras formas.
	E	Quadrados, triângulos, círculos entre outros.

	F	Círculo, triângulo, quadrado e etc.
	G	Dependendo da programação nós podemos ver bolas, retas, triângulos e quadrados.
	H	Círculo, triângulo, quadrado.
	I	Algumas vezes vejo um retângulo, círculo e triângulos e quadrado.
8º Ano	A	De acordo com a época que eu utilizava triângulos, quadrados ou até mesmo círculos.
	B	Círculo, quadrado, triângulo e retângulo.
	C	As principais formas geométricas que vejo quando o robô faz as missões são quadrados, retângulos, círculos e as vezes triângulos.
9º Ano	A	Circunferências e quadrado, são as principais formas geométricas que consegui programar o EV3
	B	Quadrado, Círculo, Triângulo e Retângulo.
	C	Quadrado, Círculo, Triângulo e Retângulo.
	D	Quadrado, Círculo, Triângulo e Retângulo.
Ensino Médio	A	Consigo identificar formas como: quadrado, círculo e triângulo
	B	Com conhecimento básico de programação é possível fazer diversas formas geométricas como: quadrado, círculo, triângulo e muitos outros.
	C	Quadrado, Círculo, Retângulo e Triângulo... Acredito que todas as formas.
	D	Consigo fazer um Círculo, quadrado, triângulo, retângulo, pentágono e hexágono.
	E	Quadrado, retângulo, triângulo, círculo, pentágono, hexágono e octógono.

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Percebe-se que formas geométricas específicas, tais como círculo, quadrado e triângulo são identificadas por todos os níveis escolares. A presença consistente dessas formas básicas sugere que elas são as primeiras formas geométricas que os estudantes aprendem a reconhecer e programar no *Brick* (EV3). Retângulo, pentágono, hexágono, octógono são mencionadas mais frequentemente em outros níveis escolares (8º Ano, 9º Ano, Ensino Médio), indicando uma compreensão mais profunda e complexa da programação.

Nos níveis iniciais (6º e 7º anos), as respostas se concentram nas formas geométricas mais simples, como círculos, quadrados e triângulos, indicando um início na compreensão do conceito de formas geométricas e na aplicação dessas formas na programação.

À medida que os estudantes avançam (8º e 9º anos), há uma tendência a incluir o retângulo, além das formas básicas. Em alguns casos, há menções a formas mais complexas, como pentágonos e hexágonos, mostrando uma evolução na compreensão dos estudantes, refletindo a capacidade de lidar com formas geométricas mais variadas e a aplicação de conceitos matemáticos.

Em relação à compreensão do *software* e programação, nos níveis iniciais, a descrição das formas que podem ser programadas é bastante direta e limitada a formas básicas. Os estudantes reconhecem as formas que podem ser programadas, mas seu entendimento sobre a flexibilidade e a complexidade do software é limitado.

Já no Ensino Médio, os estudantes demonstram uma compreensão maior da programação, reconhecendo que, dependendo da programação, o robô pode criar uma variedade de formas geométricas. Esta percepção mais avançada é evidenciada por respostas que mencionam a possibilidade de programar formas mais complexas e variadas, mostrando entendimento sobre a capacidade do EV3 e da flexibilidade oferecida pelo software.

No quadro a seguir, estão dispostas as respostas dos estudantes referentes à segunda questão (Quadro 5).

Quadro 5 – Como os estudantes conseguem calcular o tempo gasto com a utilização da bateria

Questão - Como você consegue calcular o tempo que vai ser gasto com a utilização de uma bateria? e explique como você pode providenciar uma troca?		
Turma	Estudantes	Resposta
6 Ano	A	Aproximadamente 3 horas, mas geralmente quando o robô começa a ficar lento, trocamos, para trocar desligamos o robô, desconectamos os fios e colocamos a nova bateria e a outra para carregar.
	B	Aproximadamente 3 horas, desconecta os cabos do robô e para trocar colocamos uma bateria que não foi utilizada.
	C	A bateria dura aproximadamente 3 horas. E para trocá-la removemos os cabos, e trocamos a bateria e colocamos uma bateria que não está sendo utilizada e a que está descarregada, colocamos para carregar.
	D	Se pegar uma bateria em 100% e utilizá-la por uma hora. Digamos que ela depois dessa uma hora esteja em 60% então de 1 em 1 hora ela abaixa 40%. Não é bom utilizar o robô abaixo de 80% pois os movimentos estarão diferentes, então é sempre bom colocar para carregar quando ele estiver abaixo de 80%.
	E	Será preciso calcular quanto tempo ele leva para gastar 1% de bateria e multiplica o resultado por 100 = $x \cdot 100 = x$ = tempo necessário. Tira a bateria descarregada e troca por uma carregada.
7º Ano	A	Conseguimos calcular por porcentagem, tiramos as peças que estão pelo brik e trocamos a bateria.
	B	Quando utilizamos a bateria e quando chega em 70% ou 70% só trocamos, além disso enquanto estamos utilizando uma deixamos a outra carregando.
	C	Eu acho que dará umas oito horas, quando a bateria acaba eu pego a bateria reserva.
	D	Calculamos a bateria por meio da porcentagem e trocamos tirando as peças que ligam o robô do brink.
	E	Não sei calcular, porém quando caba basta trocar por outra carregada.
	F	Uma bateria dura bastante tempo, aproximadamente 3 horas, nós tiramos os cabos do robô, colocamos uma carregando e colocamos a descarregada para carregar.
	G	Agente caso precise dividir e vem pegar a bateria quando precise.
	H	A bateria dura aproximadamente 3 horas, e para trocar remove os fios e colocamos uma bateria que não está sendo utilizada e trocamos a bateria toda vez que o robô fica lento.
	I	Eu acho que pode durar umas seis horas, quando a bateria acaba eu pego a bateria reserva.

8º Ano	A	Eu atualmente faço parte da equipe de fórmula 1 e não utilizo o <i>brik</i> .
	B	Estipulando uma média, por exemplo 15% de bateria dura cerca de 30 minutos, fazendo uma recarga da bateria pondo o <i>brick</i> para carregar.
	C	Nós conseguimos ter uma noção de acordo com as movimentações de robô de repente o robô fica mais lento quer dizer que esta abaixo de 80%. E para providenciar uma troca deixar o <i>brik</i> de uma forma que seja fácil e acessível para retirar a bateria.
9º Ano	A	Não existe um cálculo exato para saber a duração da bateria, visto que o mesmo depende do uso. Ao usar a bateria deixa de reserva carregando.
	B	Não existe um cálculo exato para saber a duração da bateria, visto que o mesmo depende do uso. Ao usar a bateria deixa de reserva carregando.
	C	Não existe um cálculo exato para saber a duração da bateria, visto que o mesmo depende do uso. Ao usar a bateria deixa de reserva carregando.
	D	Não existe um cálculo exato para saber a duração da bateria, visto que o mesmo depende do uso. Ao usar a bateria deixa de reserva carregando.
Ensino Médio	A	No <i>brick</i> não consigo.
	B	É possível calcular através de uma regra de três em 10 minutos foram gastos 5% da bateria, logo serão necessários 200 minutos ou 3 horas e 20 minutos para a bateria descarregar.
	C	Posso contar o tempo a partir do momento que usei pela primeira vez até o descarregamento. Ou por uma regra de três. Se em X segundos descarrega 1%, quantos segundo descarrega 100%. Apenas alterando a bateria presente para uma carregada.
	D	Devido a quantidade de sensores e motores compostos em um robô eu consigo ter a noção do gasto de uma bateria, a demais percebo que uma bateria precisa ser trocada quando os sensores e motores não estão fazendo suas funções de forma correta.
	E	Nunca cheguei a calcular o tempo a ser gasto, visto que sempre tivemos baterias sobre lentes a disposição.

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Os estudantes do 6º ano apresentam uma compreensão bastante prática e empírica sobre o cálculo do tempo de duração da bateria. Eles frequentemente mencionam a duração aproximada da bateria, que é de cerca de 3 horas, e descrevem procedimentos diretos para a troca. A abordagem desses estudantes é mais voltada para a observação prática e a experiência direta. Por exemplo, um aluno menciona que a bateria dura “aproximadamente 3 horas” e que a troca é realizada quando o robô “começa a ficar lento”. Outros estudantes também relatam que trocam a bateria e colocam a descarregada para carregar, indicando uma abordagem prática e pouco técnica para gerenciar a duração da bateria.

Já os estudantes do 7º ano começam a demonstrar uma compreensão mais estruturada. Eles introduzem conceitos de porcentagem para estimar o tempo de uso restante da bateria e frequentemente mencionam a prática de manter uma bateria reserva carregando enquanto utilizam outra. Por exemplo, um aluno explica que a troca de bateria é feita quando a carga chega a “70%” e que enquanto uma bateria está sendo usada, a outra é deixada carregando. Outros estudantes indicam que a bateria dura aproximadamente entre 3 e 8 horas, mostrando uma variação na compreensão da duração da bateria, mas com um enfoque crescente na manutenção de uma bateria reserva.

No 8º ano, há uma evolução na capacidade dos estudantes de aplicar conceitos matemáticos para estimar a duração da bateria. Alguns estudantes relatam métodos de cálculo, como a estimativa do tempo de uso com base em porcentagens específicas de carga restante. Por exemplo, um aluno usa a observação do desempenho do robô, dizendo que o robô “fica mais lento” quando a bateria está abaixo de 80%, indicando um entendimento mais detalhado de como a carga afeta o desempenho. Eles também mencionam a importância de deixar o equipamento de forma acessível para realizar a troca de bateria de maneira prática.

Os estudantes do Ensino Médio apresentam uma compreensão técnica e Matemática mais avançada. Eles utilizam métodos como a regra de três para calcular a duração da bateria com base no consumo observado e têm uma compreensão aparentemente detalhada do impacto dos sensores e motores no consumo de energia. Um aluno descreve um método específico, calculando o tempo de duração da bateria com base em uma taxa de consumo percentual, e outro aluno menciona a observação direta do funcionamento do robô para decidir quando a bateria precisa ser trocada. Esses estudantes mostram uma abordagem mais sistemática e técnica para gerenciar a duração da bateria e realizar a troca.

Evidencia-se que, à medida que os estudantes progridem nas séries, sua compreensão sobre a gestão das baterias e a aplicação de conceitos matemáticos se torna mais sofisticada. Os estudantes mais novos tendem a usar métodos empíricos e práticos para gerenciar a duração da bateria, enquanto os estudantes mais avançados aplicam conceitos matemáticos e técnicas mais complexas. As respostas da terceira pergunta, que trata dos conteúdos matemáticos percebidos na robótica, foram organizadas abaixo (Quadro 6):

Quadro 6 – Conteúdos matemáticos percebidos pelos estudantes na robótica

Questão - Quais os conteúdos matemáticos que você percebe na robótica? E dê alguns exemplos, pode se expressar a vontade, como se estivesse explicando a um colega, utilizando textos, mapa mental, diagramas, desenhos e outros recursos visuais para facilitar sua explicação.		
Turma	Estudantes	Respostas
6 Ano	A	Divisão para determinar a média de tempo que leva para missão.
	B	Tem álgebra para denominar o tempo que ele irá andar.
	C	Álgebra: para denominar quanto tempo ele tem que andar. Adição: tempo de movimento. Subtração: diminuir o tempo de movimento. divisão: dividir o tempo utilizado para cada missão.
	D	Adição, subtração e circunferência. Quando queremos ver quantos pontos as missões que fizemos, somamos todos os pontos e quando queremos calcular uma circunferência que o robô precisa fazer.
	E	Fluxograma, ângulos, subtração e adição.
7º Ano	A	Os Ângulos, quando vamos ver onde o robô vai ser lançado, porcentagem, bateria, quando ela está descarregando, circunferência a quantidade de volts que o robô gira.

	B	Adição, subtração, divisão, ângulo, perímetro. Ângulo quando utilizamos para programar uma curva. Distância quando calculamos quanto o robô vai andar.
	C	Adição, subtração, divisão, ângulo, perímetro. Ângulo quando utilizamos para programar uma curva. Distância quando calculamos quanto o robô vai andar.
	D	Ângulos, porcentagem, circunferência e posicionamento.
	E	Circunferência.
	F	Álgebra para determinar o tempo de movimento, conteúdos simples como adição, subtração, multiplicação e divisão.
	G	Podemos calcular o tamanho do lado, a quantidade de elevação para analisar.
	H	Álgebra para determinar o tempo de andar, conteúdos simples como adição, subtração, multiplicação e divisão.
	I	O ângulo, equação, adição, subtração, geometria. Ângulo é usado quando, precisamos saber a posição que o robô vai ficar. A equação utilizada quando preciso descobrir a quantidade de rotação que o robô vai andar.
8º Ano	A	O professor Eudes já nos deu algumas aulas sobre Matemática, nós já vimos sobre equações, cálculo de área, delta e potencias, também costumo usar em pequenas sobre os carros da F 1
	B	Equação para descobrir a distância que o robô percorre de uma missão a outra. Delta para descobrir a variação de tempo para programar o robô para andar em direção a uma missão. Raio descobrir a distância da área de lançamento até a primeira missão.
	C	Aprendemos a oportunidade de rotação que um robô deve dar para chegar a uma certa distância, calculando o diâmetro, raio e circunferência. E na programação números racionais por exemplo a segunda rotação e graus.
9º Ano	A	Na robótica percebo forte presença de funções do 1º grau além da trigonometria.
	B	Trigonometria, Funções e uso da medida de circunferência
	C	Adição, subtração, função e trigonometria, medidas de circunferência.
	D	Trigonometria, adição, função e subtração.
Ensino Médio	A	Usamos cálculo como inercia rotacional, massa e coeficiente de arrasto.
	B	Aprendemos vários conteúdos como engenharia, geometria, operações básicas, trigonometria, porcentagem e até mesmo financeira.
	C	Geometria, equação do 1º grau, trigonometria, radianos, operadores básicos (adição, subtração, multiplicação e divisão) escala, sistema. Garra (angulação, Força, Posição e Comando).
	D	Quando eu faço o “PID”, pois o mesmo é um cálculo matemático onde o robô encontra seu chamado “erro”. E faz uma multiplicação e subtração posteriormente.
	E	Regra de três, operações básicas, geometria plena, analítica e espacial, reduções, rotação por minuto, <i>torc</i> , cálculo PID, plano cartesiano.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os estudantes do 6º ano mostram um conhecimento básico dos conteúdos matemáticos aplicados à robótica, com foco em operações fundamentais e conceitos geométricos simples. As respostas indicam um entendimento inicial de:

- Divisão e Média: Cálculo da média de tempo necessário para realizar missões (Resposta A).
- Álgebra: Utilização de álgebra para denominar e calcular o tempo de movimento do robô (Respostas B, C).

- Operações Básicas e Geometria: Adição e subtração para calcular o tempo e circunferência para as missões (Resposta D).
- Fluxograma e Ângulos: Aplicação de fluxogramas e ângulos para o planejamento das missões (Resposta E).

Os estudantes do 7º ano demonstram a aplicação dos conceitos matemáticos em robótica. Observa-se:

- Ângulos e Percentuais: Cálculo de ângulos para determinar o lançamento do robô e porcentagem para gerenciar a bateria (Respostas A, B).
- Divisão e Perímetro: Utilização de operações básicas e cálculo do perímetro para programar curvas e distâncias (Respostas B, C).
- Circunferência: Aplicação de circunferência para calcular rotações e movimentos (Respostas D, E).
- Álgebra e Distância: Aplicação de álgebra e conceitos básicos de Matemática para determinar a distância percorrida (Resposta F).

No 8º ano, os estudantes demonstram uma compreensão avançada dos conteúdos matemáticos e sua aplicação na robótica:

- Equações e Cálculo de Área: Uso de equações para determinar distâncias e áreas, e conceitos de delta para variação de tempo (Respostas A, B).
- Cálculo de Rotação e Distância: Aplicação de fórmulas para calcular rotação, diâmetro e circunferência (Resposta C).

Os estudantes do 9º ano mostram um entendimento mais profundo e técnico dos conceitos matemáticos:

- Funções e Trigonometria: Aplicação de funções do 1º grau e trigonometria para programação e controle do robô (Respostas A, B, C).
- Medidas de Circunferência: Uso de medidas de circunferência e conceitos matemáticos para cálculos precisos (Respostas C, D).

Os estudantes do Ensino Médio revelam um conhecimento sofisticado e técnico dos conteúdos matemáticos:

- Cálculo e Engenharia: Aplicação de conceitos como inércia rotacional, coeficiente de arrasto, e cálculos matemáticos para otimização do desempenho do robô (Respostas A, B).

- Geometria e Trigonometria: Aplicação de geometria, trigonometria, e cálculos específicos como PID para controle e programação avançada (Respostas C, D, E).

Os registros indicam uma clara evolução na compreensão Matemática dos estudantes. À medida que progridem pelos anos escolares, os estudantes passam de uma compreensão prática e básica para uma aplicação mais técnica e integrada dos conceitos matemáticos.

6 DISCUSSÃO

Para atender ao objetivo deste estudo, que é investigar como os *drivers* matemáticos dos estudantes se desenvolvem e modificam ao longo do processo de compreensão conceitual na RE usando o *LEGO Classroom*, foram identificadas três categorias. Primeiro, analisa-se o desenvolvimento e a modificação dos *drivers* matemáticos ao longo dos anos escolares e sua aplicação em robótica. Em seguida, examina-se como a compreensão dos resultados obtidos com o *LEGO Classroom* afeta esses *drivers*. Por fim, avalia-se a influência dos *drivers* matemáticos adquiridos e modificados na capacidade dos estudantes de resolver problemas e melhorar o desempenho do robô.

6.1 EVOLUÇÃO DOS *DRIVERS* MATEMÁTICOS NA PROGRAMAÇÃO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL

A evolução dos *drivers* é um aspecto importante para entender como os conceitos matemáticos são aplicados e transformados ao longo do processo de aprendizagem. Cabe lembrar que os “*drivers* matemáticos” referem-se às competências e conhecimentos matemáticos que impulsionam a capacidade dos estudantes de resolver problemas e realizar tarefas na robótica. A evolução dos *drivers* matemáticos não se limita ao domínio técnico, mas também à capacidade dos estudantes de integrar e aplicar esses conhecimentos de maneira criativa e eficaz.

Constatou-se neste estudo, que os estudantes do Ensino Fundamental mostram um entendimento básico de formas geométricas simples, como círculos, quadrados e triângulos. A ênfase está em operações básicas como adição, subtração, e o uso inicial de conceitos geométricos simples na programação do robô.

A literatura indica que este nível inicial de conhecimento é típico, com ênfase em operações básicas e na introdução de conceitos geométricos simples. A aplicação inicial desses conceitos na robótica, como visto neste estudo, está alinhada com a teoria de que o aprendizado matemático inicial deve ser prático e visual para promover a compreensão.

Santos e Pinho (2024) indicam que as habilidades Matemáticas no Ensino Fundamental devem se concentrar no desenvolvimento da compreensão conceitual por meio de experimentação, resolução de problemas e contextualização do mundo real. Segundo Santos e

Costa (2023), o uso de recursos de ensino variados, incluindo a própria robótica, pode aumentar o envolvimento e a compreensão dos estudantes.

Silva et al., (2021) destaca que o pensamento algébrico é essencial pois permite que os estudantes desenvolvam habilidades de abstração e generalização. No entanto, conforme apontado por Santos e Pinho (2024) e Oliveira et al., (2023), os desafios persistem, incluindo memorização excessiva, aprendizagem descontextualizada e dificuldades na interpretação de questões Matemáticas.

Oliveira et al. (2023) argumenta que a pandemia da COVID-19 exacerbou esses problemas, com o aprendizado remoto contribuindo para o desinteresse dos estudantes. Para enfrentar esses obstáculos, os professores devem reformular suas metodologias, focando no desenvolvimento da fluência de leitura e escrita dos estudantes, essencial para a compreensão Matemática.

À medida que os estudantes avançam para os níveis intermediários (8º e 9º anos), há uma expansão na compreensão Matemática, incluindo formas geométricas mais complexas e conceitos como cálculo de circunferência e ângulos. Este avanço está de acordo com a teoria de Vygotsky (1978), que enfatiza a importância da mediação e da interação social na aquisição de conceitos.

A introdução de conceitos matemáticos mais sofisticados reflete a necessidade de desafios cognitivos que promovam o desenvolvimento intelectual. Em termos de aplicação na robótica, a capacidade de lidar com formas mais complexas e calcular propriedades geométricas mais avançadas é consistente com o estágio de desenvolvimento operacional formal descrito por Piaget (1972), onde os estudantes começam a aplicar abstrações Matemáticas e conceitos em novos contextos.

A literatura também sugere que o ensino de Matemática por meio de robótica pode promover um entendimento mais profundo dos conceitos. Kunzler et al., (2021) destacam que a robótica educacional proporciona um contexto dinâmico para a aplicação dos conceitos matemáticos, permitindo que os estudantes vejam diretamente os resultados das suas decisões e cálculos. Este tipo de abordagem prática e aplicada é consistente com as observações de Link e Oliveira (2023), que argumenta que o engajamento em tarefas práticas e desafiadoras ajuda os estudantes a desenvolverem uma compreensão mais robusta dos conceitos matemáticos.

A introdução de conceitos matemáticos, como a análise de ângulos e o cálculo de circunferência, está alinhada com a abordagem de resolução de problemas proposta por Hiebert

e Carpenter (1992) os quais sugerem que a capacidade de resolver problemas é facilitada quando os estudantes têm a oportunidade de aplicar conceitos matemáticos em contextos variados e desafiadores. A RE, ao proporcionar diversos desafios que requerem a aplicação de conceitos matemáticos, contribui para o desenvolvimento dessas habilidades.

A compreensão avançada dos conceitos matemáticos, como evidenciado pela capacidade dos estudantes de calcular propriedades geométricas complexas, é apoiada por estudos como o de PISA (2018), que revela que a aplicação prática dos conceitos matemáticos é importante para a obtenção de uma compreensão funcional dos mesmos. Assim, a RE, ao exigir que os estudantes apliquem conceitos em contextos práticos, apoia o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e funcional dos conceitos matemáticos.

À medida que os estudantes avançam para o Ensino Médio, a aplicação de conceitos como geometria, trigonometria e cálculos considerados difíceis se torna mais evidente. Esta transição do entendimento básico para um conhecimento técnico detalhado é amplamente suportada por diversos estudos. Piedade (2020) destaca que o Ensino Médio é um período crítico para o desenvolvimento de habilidades Matemáticas avançadas, pois os estudantes são desafiados a aplicar conceitos de maneira mais técnica.

A utilização de conceitos de geometria e trigonometria no Ensino Médio é corroborada por estudos como o de Azevedo e Alves (2019) e Pereira e Guerra (2016), os quais apontam que atividades diversificadas e inovadoras podem facilitar o aprendizado dos conceitos trigonométricos no Ensino Médio, ajudando os estudantes a revisarem e aprofundarem os conceitos matemáticos. Assim, a RE, ao envolver tarefas que requerem a aplicação desses conceitos em contextos práticos, contribui para essa evolução.

O estudo de cálculos como inércia rotacional e coeficiente de arrasto, comumente integrado no currículo de Física e Engenharia, é apoiado por uma série de pesquisas que enfatizam a importância da aplicação prática de conceitos matemáticos. Janegitz (2023) afirma que a capacidade de aplicar fórmulas complexas a situações práticas é importante para o desenvolvimento de habilidades técnicas e analíticas dos estudantes.

Além disso, o desenvolvimento de competências técnicas detalhadas é evidenciado por pesquisas como a de Boaler (2002), que observa que a resolução de problemas e a aplicação prática de conceitos matemáticos são fundamentais para o aprofundamento do conhecimento dos estudantes e para a preparação para estudos superiores.

O avanço para o entendimento técnico detalhado é suportado também por estudos de Januário (2022), que ressalta a importância de um currículo que integra conceitos matemáticos com aplicações práticas e desafiadoras, promovendo uma compreensão mais robusta e integrada dos conceitos.

Pesquisas de Melos e Justulin (2019) sobre resolução de problemas matemáticos também reforçam a ideia de que a aplicação prática e a solução de problemas são relevantes para a construção de uma compreensão técnica detalhada.

A transição para um conhecimento técnico é igualmente apoiada por estudos de Gieseler et al. (2021), que destacam a importância da prática e da aplicação de conceitos para o desenvolvimento de habilidades analíticas e técnicas. Cabe destacar que a RE, exige que os estudantes lidem com conceitos, promovendo essa transição de maneira eficaz.

Além disso, a aplicação de conceitos em robótica é consistente com as descobertas de Souza e Castro (2022), que argumentam que o engajamento em atividades práticas e técnicas é crucial para a internalização de conhecimentos matemáticos.

A importância da integração de conceitos em tarefas práticas é também destacada por Barbosa et al. (2015), que observa que a prática em contextos aplicados ajuda os estudantes a desenvolverem uma compreensão mais profunda e técnica dos conceitos matemáticos e científicos.

Por fim, o avanço na aplicação de conceitos matemáticos e físicos, como demonstrado pelos estudantes do Ensino Médio, é apoiado por diversos estudos que enfatizam a importância de um currículo desafiador e prático para o desenvolvimento de conhecimentos técnicos detalhados (Proença, 2021; Oliveira; Calejon, 2016; Marczal et al., 2015).

6.2 MODIFICAÇÕES NA COMPREENSÃO CONCEITUAL DOS RESULTADOS COM O LEGO CLASSROOM

Nos primeiros anos de escolaridade, os estudantes demonstram uma compreensão bastante limitada e direta do *LEGO Classroom*. Este fenômeno está alinhado com as observações de Bruner (1966), que argumenta que crianças nesta faixa etária frequentemente operam em um nível de desenvolvimento que valoriza a observação prática e a experiência direta. Durante esta fase, a compreensão do *software* é mais empírica, com foco na programação de formas básicas e na visualização imediata dos resultados, refletindo uma tendência comum entre estudantes mais jovens, conforme destacado por Galvão (2023), que sugere que as

crianças nesta idade tendem a ter uma compreensão inicial que é concreta e limitada ao que é diretamente observável.

A limitação na compreensão da flexibilidade do *LEGO Classroom* pode ser explicada pelos ensinamentos de Gunther (1985), que propõe que crianças mais novas operam predominantemente no estágio das operações concretas, onde o pensamento é mais limitado às experiências diretas e menos ao raciocínio abstrato. Nesta fase, a capacidade de aplicar conceitos matemáticos é ainda incipiente, e os estudantes se concentram em uma utilização básica e prática das ferramentas disponíveis.

No 8º e 9º anos, há uma evolução significativa na compreensão dos estudantes sobre o *LEGO Classroom*. Essa progressão é consistente com a teoria de Vygotsky (1978), que destaca a importância da interação social e do suporte pedagógico na aquisição de conhecimentos mais.

Além disso, Rodrigues (2010) mostra que interações em ambientes de geometria dinâmica contribuem para o desenvolvimento do significado matemático. Gerhardt e Silva, (2019) acrescentam que representações sociais da Matemática e seu ensino, compartilhadas por estudantes e professores, moldam o processo de aprendizagem, enfatizando a necessidade de abordar essas representações para um ensino eficaz. Giusti e Groenwald (2021) salientam que a Educação Matemática baseada na comunidade promove a aprendizagem social, integrando o conhecimento matemático em contextos cotidianos e potencialmente inspirando jovens a seguir carreiras STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

Portanto, os autores supracitados ressaltam a importância da interação social e do suporte pedagógico no fomento da aquisição e aplicação do conhecimento matemático. Esse conjunto de perspectivas demonstra que a robótica na Matemática facilita a aquisição de *drivers* e conecta a aprendizagem com o cotidiano dos estudantes, potencializando seu interesse em áreas STEM.

De acordo com Hiebert e Carpenter (1992), a capacidade dos estudantes de resolver problemas matemáticos é frequentemente promovida pela construção gradual do conhecimento, onde a aplicação prática dos conceitos permite uma maior compreensão e habilidades de resolução de problemas. Neste estágio, os estudantes começam a entender como diferentes variáveis e parâmetros afetam os resultados, evidenciando uma transição de uma abordagem empírica para uma abordagem mais analítica e teórica. Tal desenvolvimento também está alinhado com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968), que sugere que novos

conhecimentos são assimilados e compreendidos mais profundamente quando conectados a conhecimentos prévios relevantes.

No Ensino Médio, a compreensão dos estudantes sobre o LEGO Classroom e seus resultados reflete um entendimento maior acerca da aplicação Matemática na programação. Esta evolução é apoiada pela teoria de Kolb (1984), que enfatiza a importância da experiência prática e da reflexão na consolidação do conhecimento. Os estudantes demonstram uma capacidade de realizar cálculos e otimizar a programação com base em análises detalhadas dos resultados, o que indica um desenvolvimento significativo dos *drivers* conceituais.

A capacidade de aplicar conceitos matemáticos, como inércia rotacional e coeficiente de arrasto, mostra uma integração profunda de teoria e prática, como proposto por Schoenfeld (1992), que argumenta que a compreensão Matemática avançada é desenvolvida através da prática contínua e da aplicação de conhecimentos em contextos desafiadores. Os estudantes do Ensino Médio são capazes de utilizar cálculos para otimizar o desempenho do robô, demonstrando uma habilidade para traduzir a teoria Matemática em soluções práticas e eficientes. Isso é indicativo de uma aprendizagem que vai além da mera aplicação de fórmulas, para uma compreensão mais abrangente e estratégica do uso do software e da Matemática na programação.

6.3 IMPACTO DOS *DRIVERS* MATEMÁTICOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E PERFORMANCE COM O ROBÔ

Diante dos resultados obtidos, evidenciou-se que a aplicação de conceitos matemáticos é mais básica e prática, com um impacto direto na solução de problemas simples e na programação do robô. Os *drivers* matemáticos no Ensino Fundamental anos finais são fundamentais para a compreensão prática e empírica da RE.

No nível intermediário (8º e 9º ano), a aplicação dos conceitos matemáticos torna-se mais integrada, permitindo uma resolução de problemas mais eficaz e uma melhoria no desempenho do robô. Os *drivers* matemáticos modificados incluem uma maior capacidade de aplicar fórmulas e técnicas Matemáticas para ajustar e otimizar a programação.

Já no Ensino Médio, a resolução de problemas e o desempenho do robô são altamente impactados pelos *drivers* matemáticos. Os estudantes utilizam cálculos e técnicas de otimização para aprimorar a performance do robô e resolver problemas desafiadores, demonstrando uma integração avançada entre os conceitos matemáticos e a programação com o LEGO Classroom.

Konan e Araújo (2021) apontam que o fracasso na aprendizagem da Matemática nas escolas públicas se deve à falta de preparação e desenvolvimento profissional de alguns professores, e que a Matemática é percebida como uma disciplina difícil por muitos estudantes, com altas taxas de estudantes precisando de recuperação ou reprovando. Porém, de acordo com Santos (2024), o aprendizado de conceitos matemáticos no Ensino Fundamental é um processo gradual e construtivo, sendo importante o papel do educador para mediar este processo.

Santos e Pinho (2024) salientam que métodos pedagógicos que priorizam a experimentação, a resolução de problemas e a contextualização de conceitos em situações da vida real favorecem a internalização e a aplicabilidade da Matemática pelos estudantes. Além disso, os autores destacam que o uso de recursos didáticos diversos, como jogos e tecnologias digitais, tem se mostrado promissor para o engajamento e a compreensão dos estudantes, e que a memorização excessiva e a descontextualização da Matemática são fatores que contribuem para o desinteresse e as dificuldades de aprendizagem dos estudantes.

A fim de superar esses desafios, o uso da RE tem se mostrado uma ferramenta eficiente no desenvolvimento das habilidades cognitivas dos estudantes, especialmente na aplicação de conceitos matemáticos em contextos práticos e concretos. Neto et al., (2015) apontam que essa abordagem possibilita aos estudantes uma aprendizagem ativa e participativa, onde os conceitos abstratos ganham uma aplicação real no processo de resolução de problemas.

Albertoni et al. (2020); Azevedo e Maltempi (2020) e Fagundes (2005) indicam que, ao integrar a Matemática com a robótica, os estudantes desenvolvem uma compreensão aprofundada dos conceitos, pois são capazes de ver os resultados imediatos de suas ações na programação e no comportamento do robô.

Além disso, o uso da RE fomenta a capacidade dos estudantes de lidar com problemas de maneira criativa e colaborativa uma vez que ao trabalhar em equipe, eles aplicam suas habilidades Matemáticas, discutem e testam diferentes abordagens para resolver os desafios que surgem durante o processo de programação.

Ressalta-se ainda que diferença entre a aplicação prática dos conceitos matemáticos na robótica e o ensino teórico tradicional é significativa, sobretudo, em termos dos resultados tangíveis alcançados pelos estudantes. Enquanto o ensino teórico tradicional da Matemática muitas vezes se concentra na abstração dos conceitos, com o objetivo de desenvolver o raciocínio lógico e a resolução de equações de forma isolada, a RE oferece uma abordagem prática, onde os estudantes veem a aplicação imediata de seus conhecimentos.

Na prática com robótica, os estudantes utilizam conceitos como geometria, álgebra e trigonometria para resolver problemas relacionados ao movimento, direção e precisão do robô. Essa aplicação direta proporciona *feedback* imediato, favorecendo a retenção do conhecimento e a correção de erros de forma intuitiva. Diferentemente do ensino teórico, onde os resultados são frequentemente abstrações ou soluções numéricas, na robótica os estudantes observam o impacto prático de suas decisões Matemáticas, como o ajuste de um ângulo para alterar a trajetória do robô. Segundo Oliveira (2019), o aprendizado contextualizado tende a ser mais envolvente e motivador, pois os estudantes conseguem visualizar o propósito de suas atividades Matemáticas, o que muitas vezes falta no ensino teórico tradicional.

Casagrande; Trentin e Teixeira (2016) mostram que a aplicação prática da Matemática na robótica melhora a compreensão dos estudantes, pois a teoria é imediatamente vinculada à realidade, solidificando o entendimento dos conceitos e promovendo habilidades críticas, como a resolução de problemas e o pensamento sistêmico.

Assim, pode-se afirmar que, enquanto no ensino tradicional os estudantes podem lutar para entender a relevância de um conceito matemático abstrato, na robótica eles o aplicam em um projeto concreto, tornando o aprendizado mais significativo. Em termos de resultados, estudantes que aprendem matemática por meio da robótica frequentemente demonstram maior capacidade de aplicar o conhecimento em situações novas e complexas, contrastando com o aprendizado teórico, que muitas vezes se limita à reprodução de métodos já ensinados. A robótica, portanto, representa uma convergência entre prática e teoria que pode potencializar o aprendizado matemático.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos achados na pesquisa realizada, pode-se concluir que os objetivos propostos foram alcançados. Observou-se que a linguagem verbal dos estudantes demonstrou uma progressiva **evolução** na resolução dos testes, evidenciando a transição de uma compreensão empírica para uma abordagem mais técnica e conceitual da RE. Nos níveis iniciais, os estudantes identificam e programam formas geométricas simples, como círculos e quadrados, enquanto nos níveis mais avançados, como no Ensino Médio, há uma aplicação mais complexa de conceitos geométricos, como pentágonos e hexágonos, além de trigonometria e cálculos de funções. A descrição dos *drivers* empregados mostra a compreensão crescente da flexibilidade e potencial do *LEGO Classroom* e do equipamento robótico.

Além disso, as modificações cognitivas observadas ao longo dos diferentes níveis escolares indicam o desenvolvimento na estrutura cognitiva dos estudantes. Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, os estudantes apresentam a compreensão prática e imediata dos conceitos matemáticos e do funcionamento do robô, enquanto nos **outros** níveis (Ensino Médio), há uma aplicação de fórmulas Matemáticas, uso de álgebra e trigonometria, e uma análise técnica dos fatores que afetam o desempenho dos robôs.

Por fim, a análise dos mecanismos externos apontou que a compreensão Matemática dos estudantes é registrada e mediada por *drivers* cada vez mais sofisticados. A transição do uso de operações básicas e formas geométricas simples para a utilização de cálculos, funções Matemáticas e conceitos de engenharia demonstra a aquisição e modificação dos *drivers* ao longo do processo educativo.

Portanto, a RE, integrada ao *LEGO Classroom*, favorece o desenvolvimento conceitual dos estudantes em Matemática, com impacto significativo na aquisição e modificação de *drivers* cognitivos e técnicos. As atividades práticas com o *LEGO Classroom* estimulam a compreensão de conceitos matemáticos e promovem a aplicação desses conceitos de maneira mais técnica e estruturada à medida que os estudantes progridem nos anos escolares.

Cabe salientar que a utilização do *LEGO Classroom* e da RE funcionou como mediadores cognitivos que facilitaram a compreensão dos conceitos matemáticos pelos estudantes. O progresso observado, especialmente nas turmas mais avançadas, indica que os estudantes, ao serem expostos a essas ferramentas, passaram a organizar e estruturar suas cognições de forma mais complexa, aplicando conceitos matemáticos com maior metodologia

e flexibilidade. O desenvolvimento progressivo dos estudantes, desde a compreensão prática e empírica nas séries iniciais até o uso de cálculos e abstrações Matemáticas no Ensino Médio, reflete como esses mediadores ampliaram suas capacidades cognitivas, permitindo uma evolução contínua no raciocínio e na aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Entre as limitações deste estudo, destaca-se a variação no número de estudantes em cada turma, o que impactou a representatividade dos dados coletados. Algumas turmas contaram com um número maior de participantes, proporcionando uma amostra mais robusta, enquanto outras tiveram uma menor representatividade, o que pode ter limitado a diversidade de respostas e a profundidade das análises.

Sugere-se que, em futuros estudos, seja considerada uma maior uniformidade no número de participantes por turma para garantir que todas as faixas etárias e níveis escolares sejam representados de maneira equitativa, permitindo uma comparação mais equilibrada entre os diferentes grupos.

Além disso, a amostra foi composta por estudantes de uma única instituição, o que pode restringir a generalização dos achados para outros contextos escolares com diferentes realidades socioeconômicas, níveis de acesso à tecnologia e metodologias de ensino. Além disso, a dependência de um único software e equipamento específico pode ter limitado a diversidade de experiências e ferramentas que poderiam enriquecer a compreensão dos conceitos matemáticos por parte dos estudantes.

Outra limitação significativa refere-se ao curto período de observação, que pode não capturar todas as nuances do desenvolvimento conceitual dos estudantes ao longo do tempo, especialmente em relação à maturação cognitiva necessária para a assimilação de conceitos mais abstratos.

Sugere-se ainda, para estudos futuros, a ampliação da amostra para incluir instituições com diferentes perfis, além da incorporação de outros softwares e tecnologias robóticas que possam complementar a aprendizagem Matemática. Outro caminho a ser explorado é a investigação das interações sociais e emocionais dos estudantes durante as atividades com robótica, avaliando como essas dimensões influenciam sua aprendizagem conceitual e seu engajamento nas aulas de Matemática.

Reforça-se, ante o exposto, a importância de abordagens interdisciplinares e práticas no processo de aprendizagem. A integração de tecnologia, como a RE, entende a facilitar a compreensão de conceitos abstratos e engajar os estudantes de maneira ativa e participativa. No

entanto, é essencial que o ensino de Matemática vá além da mera aplicação de técnicas e cálculos, promovendo uma compreensão crítica dos conceitos e preparando os estudantes para resolver problemas de forma criativa e colaborativa. Assim, o ensino de Matemática deve estar continuamente adaptado às novas tecnologias e práticas pedagógicas, estimulando o desenvolvimento integral dos estudantes e a aplicação dos conhecimentos em contextos reais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. H. B. **Os jogos como metodologia facilitadora do ensino de Matemática**. 2015.

ALBERTONI, N. R. M. et al. Metodologias de Ensino de Matemática na Robótica Educacional: um mapeamento sistemático. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 18, n. 2, p. 460-469, 2020.

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

ALBUQUERQUE, S. M.; MOREY, B. B. Aritméticas produzidas no período islâmico medieval. **Anais-Seminário Nacional de História da Matemática**, v. 15, 2023.

ALENCAR, N. S. B. **Práticas exitosas no ensino de matemática**: com a palavra, os professores iniciantes. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação: Psicologia da Educação) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Psicologia da Educação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2022.

ALMEIDA NETO, Carlos Alves de. **O uso da robótica educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte, 2014.

ANDRADE, K. L. B. et al. **Jogos no ensino de Matemática**: uma análise na perspectiva da mediação. 2017.

ARAGÃO, F. **Robótica educativa na construção do pensamento matemático**. 2019. 153 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2019.

ARAÚJO, C. A. P.; SANTOS, J. P.; MEIRELES, J. C. Uma proposta de investigação tecnológica na Educação Básica: aliando o ensino de Matemática e a Robótica Educacional. **Revista Exitus**, v. 7, n. 2, p. 127-149, 2017.

AURELIANO, P. V. C. et al. Linha de montagem: projeto interdisciplinar relacionando robótica com o estudo de funções matemáticas. In: **Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2020. p. 209-218.

AUSUBEL, D P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V. Processo formativo em Matemática e robótica: construcionismo, pensamento computacional e aprendizagem criativa. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 7, n. 2, p. 85-107, 2020.

AZEVEDO, I. F.; ALVES, F. R. V. Trigonometria e suas aplicações no Geogebra: aulas experimentais com estudantes do Ensino Médio. **TANGRAM-Revista de Educação Matemática**, v. 2, n. 2, p. 102-115, 2019.

BARBOSA, F. da. et al. Robótica educacional em prol do ensino de Matemática. In: **Anais do XXI Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2015. p. 271-280.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições, v. 70, p. 225, 1977.

BARREIRA, J. S. et al. Mediação docente na elaboração de estratégias de resolução de problemas matemáticos de estudantes do 5º ano de uma escola do campo. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, 2020.

BAUMGARTEL, P. O uso de jogos como metodologia de ensino da Matemática. **Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-graduação em Educação Matemática**, Xx, 2016.

BONILLA, M. H.; PRETTO, N. **Movimentos colaborativos, tecnologias digitais e Educação**. Em Aberto, v. 28, n. 94, 2015.

BORBA, M.; DA SILVA, R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. Autêntica Editora, 2020.

BOSSA, N. A. A Psicopedagogia no Brasil: contribuições a partir da prática/Nádia A. Bossa—3, ed—Porto Alegre: Artmed, 2007.

BOYER, C. B. **A History of Mathematics**. 2nd ed. Revised by Uta C. Merzbach. New York: John Wiley & Sons, 2011.

BOYER, C. **História da Matemática**. 3 edição. Editora: Edgard Blucher Ltda 2010.

BRASIL Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Física**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Física**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.

BRUNER, J. S. **Studies in cognitive growth**. APA PsycNet, 1966.

CABRAL, M. A. **A utilização de jogos no ensino de matemática**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Matemática). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CAROLOS, F. L. **Os jogos matemáticos como metodologia auxiliar no ensino e aprendizagem das quatro operações fundamentais**. 2014. 14 p. Monografia (Licenciatura em Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

CASAGRANDE, E.; TRENTIN, M. A. S.; TEIXEIRA, A. C. Uma proposta de utilização da robótica na compreensão de conceitos da função polinomial do 2 grau. **Revista Tecnologias na Educação**, n. 14, 2016.

CASTRO, M. P. **A Matemática no Brasil**. 2 ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1999.

CASTRO, T. B. de. **A história da Matemática como motivação para o processo de aprendizagem e contextualização dos conteúdos matemáticos na Educação Básica**. Dissertação (Mestrado em Matemática). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2016, 43f.

CETIC. **Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação**. Disponível em: <https://cetic.br/pt/pesquisa/educacao/>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL (CGI.br). **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios 2020**. São Paulo: CGI.br, 2021. Disponível em: https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20211124201233/tic_domicilios_2020_livro_eletronico.pdf. Acesso em: 6 maio 2025.

CORREA, J. **Um Estudo Intercultural da Dificuldade Atribuída à Matemática**, 1999. 2016.

CUNHA, J. M. **Robótica educacional no ensino de matemática**. 2024. 118 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2024.

D'AMBRÓSIO, U. **Da realidade a ação**: Reflexões sobre a Educação e Matemática. Campinas: Unicamp, 1996.

EBERHARDT, I. N.; COUTINHO, C. V. Dificuldades de aprendizagem em Matemática nas séries iniciais: diagnóstico e intervenções. **Revista Vivências**, vol. 7, no. 13, 2011, pp. 62-70.

ELORZA, N. S. **O uso de jogos no ensino e aprendizagem de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**: levantamento de teses e dissertações. 2013.

EVES, H. **An Introduction to the History of Mathematics**. 6th ed. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1990.

FAGUNDES, C. A. N. et al. Aprendendo Matemática com Robótica. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 3, n. 2, 2005.

FIORENTINI, D. et al. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no Ensino da Matemática. **Boletim da SBEM-SP**, v. 4, n. 7, p. 5-10, 1990.

GALVÃO, A. P. **Robótica educacional e o ensino de matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no Ensino Fundamental**. Orientador: José Ricardo e Souza Mafra. 2018. 133 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018.

GALVÃO, I. **Henri Wallon: uma concepção dialética do desenvolvimento infantil**. Editora Vozes, 2023.

GERHARDT, R.; SILVA, A. M. T. B. O que dizem os professores e os estudantes acerca da Matemática e seu Ensino What teachers and students say about Mathematics and their Teaching Dicen los profesores y los alumnos acerca de la matemática y su Enseñanza. **Soc. Dev**, v. 8, n. 5, p. e49851018, 2019.

GESSES, G. J. **Estado da arte das pesquisas em robótica educacional no ensino de matemática**. 2022. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2022.

GIESELER, L. C. et al. A Proposição e Resolução de Problemas na aprendizagem de Matemática: possibilidades para o Ensino Superior. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, v. 7, n. especial, p. e4004-e4004, 2021.

GIL, A. C.; VERGARA, S. C. Tipo de pesquisa. **Universidade Federal de Pelotas. Rio Grande do Sul**, p. 31, 2015.

GIOVANNI, J. R. et al. **A conquista da matemática**, 6º Ano. São Paulo: FTD, 2012.

GÓES, A. R. T. **Ensino da Matemática**: concepções, metodologias, tendências e organização do trabalho pedagógico. Editora Intersaberes, 2023.

GROENWALD, C. L. O.; SILVA, C. K.; MORA, C. D. Perspectivas em Educação Matemática/Perspectives in Mathematics Education. **Acta Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 37-56, 2004.

GROENWALD, C. L. O.; TIMM, U. T. Utilizando curiosidades e jogos matemáticos em sala de aula. **Educação matemática em revista-RS**, v. 1, n. 2, 2000.

GUEDES, A. L.; CASTRO, T. B. Perspectivas do uso da robótica educativa na educação infantil e no Ensino Fundamental. In: **Anais do XIX Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2013. p. 410-414.

GÜNTHER, I. Universais No Desenvolvimento Cognitivo. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 1, n. 3, p. 253-268, 1985.

HIEBERT, J.; CARPENTER, T. P. Handbook of research on mathematics teaching and learning. **Learning and teaching with understanding**, p. 65-97, 1992.

JANEGITZ, L. E. **A disciplina didática realizada de forma conjunta nos cursos de licenciatura em Matemática, física e química**: um estudo de caso. 119 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2023.

JANUARIO, G. **Desenvolvimento curricular em Matemática a partir de projetos integradores**: estudo com professoras em formação inicial. Boletim Online de Educação Matemática, v. 10, n. 19, p. 44-62, 2022.

KONAN, D. I. ARAÚJO, L. C. F. **A tradição do ensino de Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental II e Ensino Médio**. 2021. Disponível em: [https://www.minerva.edu.py/archivo/13/9/Artigo%20\(Mestrado\)%20Luiz%20Farias%20Araujo-%20Dinazilda%20Konan.pdf](https://www.minerva.edu.py/archivo/13/9/Artigo%20(Mestrado)%20Luiz%20Farias%20Araujo-%20Dinazilda%20Konan.pdf). Acesso em: 12 ago. 2024.

KUNZLER, O. J. et al. A robótica no ensino de Matemática. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 20, p. e8761-e8761, 2021.

LESEUX, S. L. **Os desafios da aprendizagem matemática no Ensino Médio**: um reflexo da aprendizagem matemática do Ensino Fundamental. 2017. 176 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Educação, Cuiabá, 2017.

LIMA, E. M. et al. Robótica e o Ensino de Matemática: Construindo um semáforo simples em sala de aula. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. 2020, v. 5, p. 67-77.

LIMA, K. P.; POERSCH, K. G.; EMMEL, R. Dificuldades de ensino e de aprendizagem em Matemática no oitavo ano do Ensino Fundamental. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2020.

LING, L. C. A.; OLIVEIRA, D. Tecnologias no ensino da Matemática em uma experiência com a robótica educacional. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 7, p. 918-938, 2023.

LIRA, B. C. **Passo a passo do trabalho científico**. Editora Vozes, 2019.

MACIEL, D. **Mudança no ensino da Matemática a partir do ENEM**: uma análise em livros didáticos do Ensino Médio. 2013. 47f. Monografia (Graduação em Matemática). Pará de Minas: Faculdade de Pará de Minas, 2013.

MARCZAL, D. et al. FARMA: Uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem de conceitos matemáticos. In: **Anais dos workshops do congresso brasileiro de informática na Educação**. 2015. p. 23.

MELO, M. C. P.; JUSTULIN, A. M. Resolução de Problemas: um caminho para o ensino da Matemática. **Ensino e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1, p. 112-128, 2019.

MENEZES, S. B. D. Jogos Matemáticos: Estímulo e Aprendizagem. **Revista Psicologia & Saberes**, v. 9, n. 16, p. 4-21, 2020.

MESQUITA, L. et al. **Jogos matemáticos como possibilidade de situação desencadeadora de aprendizagem de operações aritméticas em sala de recursos multifuncional**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

NETO, R. P. B. et al. Robótica na Educação: uma revisão sistemática dos últimos 10 anos. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2015. p. 386.

OLIVEIRA, I. R. et al. Obstáculos da aprendizagem Matemática no Ensino Fundamental II—um olhar sobre os resultados da avaliação do SAEPE 2021 no município de Goiana-PE. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 1, p. 5749-5762, 2023.

OLIVEIRA, M. Uma reflexão sobre a ideia de superação do ensino tradicional na Educação Matemática: a dicotomia entre a abordagem clássica e abordagens inovadoras em foco. **Revista BOEM**, v. 7, n. 14, p. 79-93, 2019.

OLIVEIRA, R. S.; CARISSIMI, A. S. TOSCANI, S. S. **Sistemas operacionais. Revista de informática teórica e aplicada**. Porto Alegre. Vol. 8, n. 3, p. 7-39, 2001.

OLIVEIRA, S. G.; CALEJON, L. M. O jogo Torre de Hanói para o ensino de conceitos matemáticos. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 4, p. 149-158, 2016.

PACHECO, M.; ANDREIS, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia, João Pessoa**, v. 38, p. 105-119, 2018.

PADRÓN, O.; GROENWALD, C. **Juegos y curiosidades en el currículo de Matemática**. 2007.

PASSOS, C. L.; NACARATO, A. M. Trajetória e perspectivas para o ensino de Matemática nos anos iniciais. **Estudos Avançados**, v. 32, p. 119-135, 2018.

PAVANELLO, R. M. O abandono do ensino de Geometria: uma visão histórica. **Campinas: UNICAMP (Dissertação de Mestrado)**, 1989.

PEREIRA, E.; GUERRA, E. A. A utilização de applets no Geogebra para a aprendizagem da Trigonometria no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, p. 53-72, 2016.

PERRONI, P. **Brincando com múltiplos e divisores: o jogo como mais uma estratégia para o ensino da Matemática na sala de aula**. 2021.87 f. Universidade Estadual Paulista (UNESP), São José do Rio Preto/SP, 2021.

PIEIDADE, P. A Matemática no Ensino Médio: o conhecimento construído na escola e as avaliações externas como indicador de proficiência. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 28, p. 731-752, 2020.

PONTES, E. A. S. et al. Investigação Experimental de um Produto Educacional: um jogo matemático desenvolvido a partir do conceito intuitivo de probabilidades. **RACE-Revista de Administração do Cesmac**, v. 7, p. 20-30, 2020.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

PROENÇA, M. C. Resolução de Problemas: uma proposta de organização do ensino para a aprendizagem de conceitos matemáticos. **Revista de Educação Matemática**, v. 18, p. e021008-e021008, 2021.

RAMOS, A. F. **Estudo do processo de internalização de conceitos de química usando software de modelagem molecular** / Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática), ULBRA - Canoas, 2015.

RASHED, R]. **The development of Arabic mathematics: between arithmetic and algebra**. Springer Science & Business Media, 2013.

RIBEIRO, D. F. **Inovação e Resistência: uma análise do ensino da Matemática em uma escola pública**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

RIBEIRO, M. S. **O ensino de Matemática por meio de jogos para estudantes da escola do campo do Colégio Estadual Calunga I**. 2018.

RICARDO, J.; MAFRA, S.; SANTOS, I. P. Robótica Educacional e aprendizagem de Matemática: integrando experimentações com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental acerca de conceitos geométricos. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 9, n. 27, p. 01-18, 2022.

ROCHA, C. J. T. da et al. Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de Ciências e Matemática. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, 2020.

ROCHA, E. P. et al. A robótica na Educação Básica: perspectivas curriculares e qualidade de ensino. **Revista Foco**, v. 16, n. 9, p. e3058-e3058, 2023.

RODRIGUES, M. Interações sociais na aprendizagem da Matemática. **Quadrante**, v. 9, n. 1, p. 3-47, 2000.

ROMANELLO, L. A.; DOMINGUES, N. S. Fases das tecnologias digitais na exploração matemática em sala de aula: das calculadoras gráficas aos celulares inteligentes. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 30, p. 105-122, 2018.

SÁ, P. F. **As atividades experimentais no ensino de Matemática**. REMATEC, v. 15, n. 35, p. 143-162, 2020.

SANTOS, I. **Contribuição da robótica como ferramenta pedagógica no ensino da matemática no terceiro ano do Ensino Fundamental**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) – Centro Universitário Internacional Uninter, Curitiba, 2017.

SANTOS, J. L.; RODRIGUES, M. A. T. Jogos matemáticos como ferramenta de aprendizagem no 5º ano do Ensino Fundamental. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 371-388, 2018.

SANTOS, M.; PINHO, A. M. O Aprendizado Do Conceito Matemático No Ensino Fundamental IE II. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 3, p. 1688-1697, 2024.

SANTOS, R.; COSTA, A. P. Robótica educacional no ensino de Matemática: uma análise de produções científicas brasileiras. **Educação Online**, v. 18, n. 42, p. e231801-e231801, 2023.

SILVA, A. F. RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional. 127 f. **Tese (Doutorado em Automação e Sistemas; Engenharia de Computação; Telecomunicações)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009, 2020.**

SILVA, M. P. da; BARBOSA, F. C. Matemática e Física em experiências de Robótica Livre: explorando o sensor ultrassônico. **Texto Livre**, v. 14, p. e29629, 2022.

SILVA, R. S. R. et al. Aspectos do pensamento computacional de estudantes do Ensino Fundamental. **Debates em Educação**, v. 13, n. 31, p. 231-255, 2021.

SOUZA, B. C. **A Teoria da Mediação Cognitiva: os impactos cognitivos da Hipercultura e da mediação digital**. 2004. 282 f. Tese (Doutorado em Psicologia), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SOUZA, B. C.; SILVA, A. S.; SILVA, A. M.; ROAZZI, A.; CARRILHO, S. L. S. Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. **Computers in Human Behavior**, v. 7, p. 10.1016, 2012.

SOUZA, I. L. M.; SAMPAIO, L.; ANDRADE, W.. Explorando o Uso da Robótica na Educação Básica: um estudo sobre ações práticas que estimulam o Pensamento Computacional. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2018. p. 639.

SOUZA, M. G. de. **Das transformações de Galileu a Lorentz : compreendendo as simulações mentais e as concepções de estudantes do Ensino Médio sobre relatividade especial** / Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática), ULBRA. – 2021.

SOUZA, M. G.; SERRANO, A. The Impact of the Usage of Hypercultural Mediation in the Teaching of Special Relativity in High School in Brazil. **Acta Scientiae**, v. 2, n. 4, 2020.

SOUZA, M. S. X. M; CASTRO, J. B. O uso da Robótica no Ensino e na Aprendizagem da Matemática: uma Revisão Sistemática de Literatura. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 5, n. 4, p. 55-76, 2022.

STOICA, A. Using Math Projects in Teaching and Learning. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, vol. 180, 2015, pp. 702-708.

TREVISAN, A. L. et al. Ações do professor para a promoção do raciocínio matemático em aulas de cálculo diferencial e integral. **Educação e Pesquisa**, v. 49, p. e251659, 2023.

TREVISAN, R. **Uma investigação dos drivers e representações mentais presentes nas interpretações privadas de estudantes de mecânica quântica: um estudo pela técnica Report Aloud** / Tese (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática), ULBRA. – 2020.

TREVISAN, R.; SERRANO, A.; WOLFF, J. F. S. RAMOS, A. F. Peeking into their mental imagery: The Report Aloud technique in science education research. **Ciência e Educação**, v. 25, n. 3, p. 647-664, 2019.

VALENTE, W. R.; BERTINI, L.; MORAIS, R. Novos aportes teórico-metodológicos sobre os saberes profissionais na formação de professores que ensinam Matemática. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 2, 2017.

VIANA, C. S. et al. As olimpíadas brasileiras de Matemática das escolas públicas na formação de professores e estudantes. **Revista Margens Interdisciplinar**, 2013.

WOLFF, J. F. S., **Qual a mudança na estrutura cognitiva dos estudantes após o uso de simulações computacionais? Uma investigação da relação entre representações computacionais internalizadas e aprendizagem significativa de conceitos no campo das colisões mecânicas em Física**. Tese (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática), ULBRA. – 2015.

ZILIO, C. **Robótica educacional no Ensino Fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da matemática**. 2020. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO



UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
DIRETORIA ACADÊMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Aluno _____ Série: _____

INSTRUMENTO PARA PRODUÇÃO DE DADOS: PÓS-TESTE

Caro(a) estudante, solicito sua colaboração, respondendo às questões formuladas a seguir.

Seus dados pessoais não serão divulgados.

1- Descreva de acordo com seus conhecimentos, quais as formas geométricas que você consegue programar o Brick (EV3).

2 - Como você consegue calcular o tempo que vai ser gasto com a utilização de uma bateria? e explique como você pode providenciar uma troca?

3 – Quais os conteúdos matemáticos que você percebe na robótica? E dê alguns exemplos, pode se expressar à vontade, como se estivesse explicando a um colega, utilizando textos, mapa mental, diagramas, desenhos e outros recursos visuais para facilitar sua explicação.

APÊNDICE B – ROTEIRO DE DIÁRIO DE OBSERVAÇÃO



UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
DIRETORIA ACADÊMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Professor Pesquisador: Adriano Alves da Silva Data ____/____/____

INSTRUMENTO PARA PRODUÇÃO DE DADOS: DIÁRIO DE OBSERVAÇÃO

Diário de Observação: Aqui registro as aulas e observações executadas na sala Robótica Educacional.

- 1- Qual a atividade a ser executada?

- 2 - Quais conhecimentos de Matemática que você encontrou na atividade?

- 3- Quais métodos que você utilizou para resolver a atividade a ser executada?