



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

**DIJANILSON ILOIA DA SILVA**

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO PROPOSTA METODOLÓGICA NO ENSINO  
DE GEOMETRIA NOS ANOS FINAIS DE FUNDAMENTAL**

**CAMPINA GRANDE - PB  
2024**

DIJANILSON ILOIA DA SILVA

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO PROPOSTA METODOLÓGICA NO ENSINO  
DE GEOMETRIA NOS ANOS FINAIS DO FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Matemática.

**Área de concentração:** Educação Matemática.

**Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Ma. Maria da Conceição Vieira Fernandes.

**CAMPINA GRANDE - PB  
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586r Silva, Dijanilson Iloia da.

A robótica educacional como proposta metodológica no ensino de Geometria nos anos finais do fundamental [manuscrito] / Dijanilson Iloia da Silva. - 2024.

61 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Ma. Maria da Conceicao Vieira Fernandes, Departamento de Matemática - CCT".

1. Robótica educacional. 2. Geometria. 3. Strandbeest. 4. Metodologia ativa. I. Título

21. ed. CDD 629.807

DIJANILSON ILOIA DA SILVA

A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO PROPOSTA METODOLÓGICA NO  
ENSINO DE GEOMETRIA NOS ANOS FINAIS DO FUNDAMENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso  
de Matemática da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito  
parcial à obtenção do título de  
Licenciado em Matemática

Aprovada em: 19/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado eletronicamente por:

- **Maria da Conceicao Vieira Fernandes** (\*\*\*.640.424-\*\*), em **21/11/2024 14:35:50** com chave **0ceb4feaa82f11efaec306adb0a3afce**.
- **Katia Suzana Medeiros Graciano** (\*\*\*.413.144-\*\*), em **21/11/2024 21:35:49** com chave **b8a72dbaa86911ef9d061a1c3150b54b**.
- **José Joelson Pimentel de Almeida** (\*\*\*.846.264-\*\*), em **22/11/2024 07:22:59** com chave **bf7c2242a8bb11ef9dea1a7cc27eb1f9**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QrCode ao lado ou acesse [https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar\\_documento/](https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/) e informe os dados a seguir.

**Tipo de Documento:** Folha de Aprovação do Projeto Final

**Data da Emissão:** 16/12/2024

**Código de Autenticação:** 1f3aa4



Aos meus pais e minha família, pelo afeto,  
tempo e apoio, dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pelo discernimento dado durante a graduação.

Agradeço também às pessoas essenciais na minha formação enquanto indivíduo e profissional, meus pais, Maria José Iloia e José Alves da Silva, por todo o apoio e dedicação, pelo incentivo financeiro e emocional. Lembrarei sempre de todas as madrugadas acordando cedo para me verem sair de casa em segurança, do cuidado e da preocupação. Sem vocês esse sonho não seria possível.

Além deles, agradeço aos meus irmãos (Jaiane, Janaína, Helena, Dimas, Denilson e Daylson) pelo apoio durante o curso, pela hospedagem para que eu pudesse ter acesso ao transporte e pelo incentivo emocional. Obrigado por facilitarem essa jornada.

Destaco, ainda, meus agradecimentos aos meus amigos Iara, Samuel, Mayze, Karla, Renata, Anderson, Weverton, Allan (in memoriam), Lucas, Luana, Diego, Tayane, Letícia, Suzany, Jucileide, Rodrigo, Gabriel, Jardeane, Renata Maria, Amanda e Eduarda. Obrigado pela força, pelos momentos felizes e por tornarem a caminhada mais leve.

A todos que complementaram minhas vivências acadêmicas na Universidade Estadual da Paraíba, aos meus alunos, ao grupo do curso de educação física, ao grupo LEEMAT, à Verônica minha preceptora do PRP e aos meus colegas de turma.

À Profa. Ma. Maria da Conceição Vieira Fernandes, por todo apoio e dedicação, pelas indicações que enfatizaram e estruturaram minha pesquisa. Além disso, pelas contribuições e metodologias de ensino, que me fizeram escolhê-la como orientadora, pela mediação na escolha do tema e desenvolvimento do trabalho de forma eficaz e proveitosa.

Aos examinadores, Profa. Ma. Kátia Suzana Medeiros Graciano e o Prof. Dr. José Joelson Pimentel de Almeida, pelo aceite ao convite e pelas contribuições em suas aulas, durante meu período enquanto graduando.

À coordenação do curso de Matemática, por seu empenho.

“A geometria existe por toda a parte. É preciso, porém, olhos para vê-la, inteligência para compreendê-la e alma para admirá-la.”

(Johannes Kepler)

## RESUMO

O presente trabalho tem como base a utilização da Robótica Educacional como proposta metodológica para o ensino de Geometria nos anos finais do Ensino Fundamental, como um mecanismo facilitador para a atribuição de sentido e construção do saber. Junto a isso, mostra como a ação intencional do professor, na aplicação da prática, pode influenciar positivamente na compreensão conceitual de estruturas e definições geométricas, alinhando características conceituais e figurais dos entes geométricos sob uma perspectiva lúdica, presente na construção de um protótipo robótico. Além disso, a pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, partindo de uma abordagem comparativa, realizada em duas turmas de 7º ano e duas turmas de 8º ano, na E.M.E.I.F Frei Herculano, localizada no município de Ingá, Paraíba. Dessa forma, o estudo consolidou-se a partir de uma visão construcionista, em que os alunos desenvolveram um mecanismo (*Strandbeest*) partindo de noções geométricas e, assim, desenvolveram noções e conceitos de forma prática, baseando-se em uma metodologia de ensino ativa, verificando sua aplicação, discutindo seus conceitos e estabelecendo ideias fundamentais para a consolidação do saber geométrico. Fica evidente, portanto, as contribuições e o êxito da prática, ao passo que, os alunos puderam, a partir do potencial atrativo da Robótica Educacional, construir e fundamentar seu pensamento baseado na usabilidade e aplicabilidade da matemática, mudando suas visões acerca da relevância do que se aprende e desmitificando a ideia da inutilidade funcional da Matemática escolar.

**Palavras-Chave:** robótica educacional; geometria; *strandbeest*; metodologia ativa.

## ABSTRACT

The present study is based on the use of Educational Robotics as a methodological proposal for teaching Geometry in the final years of Elementary School, serving as a facilitating mechanism for meaningful learning and knowledge construction. Additionally, it highlights how the teacher's intentional actions in implementing this practice can positively influence students' conceptual understanding of geometric structures and definitions, aligning conceptual and visual characteristics of geometric entities within a playful perspective, present in the construction of a robotic prototype. Furthermore, this research is a case study, using a comparative approach conducted in two 7th-grade classes and two 8th-grade classes at E.M.E.I.F Frei Herculano, located in Ingá, Paraíba. Thus, the study was consolidated from a constructivist viewpoint, where students developed a mechanism (*Strandbeest*) based on geometric concepts, allowing them to understand and apply these notions practically, using an active teaching methodology to assess its application, discuss concepts, and establish fundamental ideas for consolidating geometric knowledge. The study reveals the contributions and success of this approach, as students, through the engaging potential of Educational Robotics and the practical encouragement provided by the use of the MDM, were able to build and base their thinking on the usability and applicability of mathematics, changing their perceptions of its relevance and demystifying the idea of school mathematics' functional uselessness.

**Keywords:** educational robotics; geometry; *strandbeest*; active methodology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Strandbeest de Theo Jansen.....	35
Figura 2 -	Esquema de desenvolvimento do Strandbeest.....	36
Figura 3 -	Definição de quadriláteros.....	41
Figura 4 -	Representação feita pela aluna A.....	41
Figura 5 -	Representação feita pela aluna B.....	42
Figura 6 -	Representação feita pela aluna C.....	42
Figura 7-	Tabela da distância entre dois pontos.....	43
Figura 8 -	Distância entre dois pontos.....	45
Figura 9 -	Alunos perfurando os palitos e afixando-os para formar a estrutura..	46
Figura 10-	Grupo de alunos assistindo ao vídeo de estruturação do robô.....	47
Figura 11 -	Representação das “patas” e do triângulo da base do protótipo.....	48
Figura 12 -	Movimento realizado pelo protótipo simulando uma passada.....	49
Figura 13 -	Aluno D (8º ano) .....	52
Figura 14 -	Aluna E (7º ano) .....	53
Figura 15 -	Aluno F (8º ano) .....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
MD	Material Didático
MDM	Material Didático Manipulável
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Primeiro postulado de Euclides.....	20
Quadro 2 – Objetos do conhecimento e unidades temáticas do 7° ano.....	22
Quadro 3 – Objetos do conhecimento e unidades temáticas do 8° ano.....	23

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1</b>	JUSTIFICATIVA.....	15
<b>2</b>	<b>ASPECTOS GERAIS SOBRE OS PROCESSOS DE ENSINO DE GEOMETRIA</b> .....	17
2.1	O ENSINO DA MATEMÁTICA E A MATEMÁTICA DO ENSINO.....	18
2.2	OS CONCEITOS FUNDAMENTAIS: PONTO, RETA E PLANO.....	19
2.2.1	Geometria e o ensino.....	21
<b>3</b>	<b>METODOLOGIAS ATIVAS</b> .....	25
3.1	MATERIAIS DIDÁTICOS MANIPULÁVEIS.....	26
<b>4</b>	<b>O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO METODOLOGIA</b> .....	29
4.1	CONHECENDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	29
4.2	CONSTRUTIVISMO E CONSTRUCIONISMO.....	31
<b>5</b>	<b>STRANDBEEST</b> .....	35
5.1	FUNCIONAMENTO DO MECANISMO.....	36
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	38
6.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	38
6.2	MATERIAIS NECESSÁRIOS.....	38
6.3	LOCAL E SUJEITO DA PESQUISA.....	39
<b>7</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>40</b>
7.1	ETAPAS DA APLICAÇÃO.....	40
7.1.1	Representação figural a partir da definição de quadrilátero.....	40
7.2	PRIMEIROS PASSOS PARA A CONSTRUÇÃO.....	43
7.2.1	Construção do Strandbeest.....	45
7.3	FUNCIONAMENTO DO ROBÔ E RELAÇÃO COM O OBJETO MATEMÁTICO.....	48
7.3.1	Grupo B.....	51
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	57
	<b>APÊNDICE A – MOTOR DE REDUÇÃO DC</b> .....	60
	<b>APÊNDICE B – ORDEM DE DISPOSIÇÃO E AFIXAÇÃO DOS PALI-TOS</b> .....	61

## 1 INTRODUÇÃO

No âmbito de discussões sobre como se estrutura o ensino de Geometria na Educação Básica, no Brasil, os debates sobre as metodologias e práticas realizadas pelos professores ganham notoriedade, sobretudo, no que tange a inserção de conceitos e definições no processo de construção e formalização do saber matemático. Segundo Costa (2019) “Somando-se a isso, vários estudos foram desenvolvidos com o fim de compreender e de promover o desenvolvimento do pensamento geométrico em estudantes do ensino básico”. Junto a isso, surge o interesse em discutir, observar e aplicar novas práticas, fundamentadas a partir desse movimento.

Nesse sentido, explorar como os aspectos dos processos de ensino se fundamentam a partir da distinção da Matemática enquanto campos de estudo e de ensino, nos leva a uma compreensão de como o saber matemático é desenvolvido, formalizado e adaptado às noções didáticas inerentes ao saber escolar, como discutido por Valente (2022) e Moreira e David (2005). Esse processo investigativo demonstra a relevância em diversificar as práticas e propostas exploradas, a fim de estabelecer um progresso na construção do saber matemático, Costa (2019).

Além disso, em termos de comparação, as habilidades previstas no campo da geometria, como as relações conceituais e propriedades de triângulos, quando relacionadas a outras habilidades matemáticas, apresentam um desempenho de compreensão e rendimento avaliativo inferior ao previsto pelos Parâmetros Nacionais Curriculares (PCN's, 1998), Costa (2019).

Nesse sentido, o presente trabalho busca mover ações de incentivo ao ensino de geometria a partir de novas práticas que alinhem o conhecer e o explorar a partir de uma outra visão, buscando relacionar elementos didáticos, conceitos e materiais manipuláveis, conferindo-o uma significação pedagógica. Assim, a intencionalidade atribuída à prática, pelo professor, pode auxiliar na desmitificação da inutilidade do conhecimento matemático a partir da exploração construtiva e da fundamentação do pensamento sob bases que dialoguem com a linguagem interpretativa do aluno, alinhando estruturas conceituais e figurais.

Nessa linha, a pesquisa teve início a partir do planejamento baseado na introdução de assuntos das unidades temáticas de Geometria e Grandezas e Medidas, em duas turmas de 7º ano e duas turmas de 8º ano, na E.M.E.I.F. Frei Herculano, localizada no município de Ingá, Paraíba. Nesse cenário a aplicação da prática foi baseada

na introdução inicial de conceitos, partindo da aplicação prática da construção de um protótipo do Mecanismo Jansen, estrutura desenvolvida pelo artista Theo Jansen a partir de noções de proporcionalidade, mecânica e algoritmos computacionais. Além disso, as noções de Robótica Educacional e o uso de Materiais Didáticos Manipuláveis (MDM) e as visões defendidas por autores de influência nos ramos da educação, estruturaram a aplicação como arcabouço metodológico para o ensino de geometria.

Dessa forma, a pesquisa foi fundamentada a fim de compreender as noções de como o pensamento geométrico se estrutura, baseado nas visões de Eves (2011) e Pereira (2020). Além de destacar como a mediação do professor é de suma importância para que a aplicação de metodologias e práticas que envolvam a ludicidade e o dinamismo não percam seu caráter pedagógico, Valente (2022) e Roldão (2007).

Além disso, destaca-se, nas atribuições do Mecanismo Jansen, a utilização das metodologias ativas que exerçam seu papel de transformar o aluno no principal autor na construção do seu saber, unindo esses métodos à utilização de Materiais Didáticos Manipuláveis, de encontro as ideias de Lorenzato (2010), Bacich e Moran (2018) e Silva e Moura (2020).

Nesse cenário, o problema de pesquisa explorado pelo presente trabalho, se debruça sob duas principais inquietações a respeito de “Como o ensino de Geometria pode ser explorado de modo a instigar o interesse do aluno pelo Aprender e não apenas pelo Memorizar?” e “Qual o papel do professor na atribuição de sentido às práticas e métodos explorados no âmbito escolar?”.

A partir dessa ótica, a Robótica Educacional entra como facilitadora de atribuição de sentido às noções geométricas a partir de seu potencial atrativo. Isto é, mesmo alunos que não sintam um interesse inicial pela exposição conceitual, ou até mesmo dinâmica, sentem uma certa motivação em participar da prática por seu caráter inovador no âmbito escolar.

Com isso, a pesquisa objetiva trazer uma reflexão sobre o uso da Robótica Educacional sob uma perspectiva metodológica, nos Anos Finais do Fundamental, alinhando elementos conceituais e noções de Geometria, estabelecendo conexões e formalizando o saber matemático a partir da relação entre conceito e figura, além de desconstruir a visão da matemática escolar como algo inerente apenas ao âmbito curricular, explorando sua aplicação a partir de situações que permitam outras formas de se aprender.

Além disso, o presente trabalho almeja contemplar os seguintes objetivos específicos:

- Discutir sobre os aspectos gerais inerentes ao uso da robótica educacional e o ensino da Geometria;
- Aplicar conceitos geométricos, em aula, a partir de uma visão construtivista;
- Identificar relações entre Material Didático Manipulável, robótica educacional e o ensino da Matemática como agentes no desenvolvimento do aprendizado;
- Explorar o uso da robótica educacional como metodologia de ensino;
- Refletir a respeito das contribuições do uso de abordagens práticas na construção do saber matemático; e,
- Verificar o aprendizado a partir do uso da Robótica Educacional como metodologia de ensino.

Espera-se, portanto, que o uso do MDM, unido às noções de Robótica Educacional, quando empregadas a partir de um objetivo educacional e em ações intencionais realizadas pelo professor, instiguem o interesse e levistem debates, em sala, sobre questões que, em outrora, são discutidas de forma sistematizadas ou sem o aprofundamento necessário. Fazendo, assim, com que os alunos sejam capazes de tecer relações entre os elementos e conceitos, tal qual desenvolver seus sentidos: crítico, lógico, exploratório e dedutivo.

Nesse sentido, o presente trabalho está organizado em 8 seções, dispostas da seguinte maneira: Introdução, contendo as noções iniciais a respeito da proposta; Aspectos gerais sobre os processos de ensino de geometria, no que confere as formas de se ensinar e se aprender no contexto da Geometria; Metodologias ativas, que busca ampliar as visões acerca do uso de metodologias que instiguem o senso autônomo dos alunos; O uso da robótica como metodologia, que visa explorar as aplicações da robótica no campo educacional; *Strandbeest*, que discorre sobre o elemento principal do trabalho aplicado; Metodologia, que destaca as abordagens metodológicas da construção do trabalho; Resultados e discussões, que aborda a aplicação, as implicações e discussões da pesquisa e as Considerações finais.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Ao ingressar como professor da educação básica no ano de 2023, sempre me deparei com questões pertinentes ao âmbito escolar, relacionadas à complexidade da disciplina, à falta de interesse ou questões afins. Todavia, me deparei com visões que, a meu ver, já fossem discussões transpassadas, que não existissem mais, em que, por diversas vezes ao introduzir um novo conteúdo, a explicação introdutória vinha acompanhada das falas “em que vou usar isso?” ou “pra que aprender isso se não vou usar?”, pensamentos associados ao desinteresse pelo conteúdo que iria ser explorado.

Nesse cenário, iniciei um processo de reflexão sobre como os alunos vislumbravam aqueles conceitos matemáticos e qual a significação usual que lhes eram atribuídos a partir das práticas escolares. Com isso, dentre as questões emergentes desse processo de reflexão, busquei focar no conteúdo que se iniciaria para o terceiro bimestre do ano letivo de 2024, voltado a unidade temática Geometria. Com isso, minha principal inquietação teve relação com a causa da permanência desse desinteresse e desvalorização do conhecimento matemático e como o professor poderia agir para modificar esse contexto partindo do ponto de como os alunos aprendem.

Nesse sentido, destaca-se que, na atuação docente existem poderes simbólicos que atuam diretamente sobre sua função profissional, destacando estudantes que não querem aprender, a imposição curricular governamental ou a atuação familiar ineficiente. Assim, para se alinhar aos processos dinâmicos inerentes a sua prática, o professor precisa se adaptar constantemente as demandas de sua profissão. Nesse sentido, Tardif (2014), destaca:

Como dizíamos, os alunos são clientes forçados, obrigados que são a ir para a escola. A centralidade da disciplina e da ordem no trabalho docente, bem como a necessidade quase constante de "motivar" os alunos, mostram que os professores se confrontam com o problema da participação do seu objeto de trabalho - os alunos - no trabalho de ensino e aprendizagem. Eles precisam convencer os alunos que "a escola é boa para eles", ou imprimir às suas atividades uma ordem tal que os recalcitrantes não atrapalhem o desenvolvimento normal das rotinas do trabalho. (Tardif; Lessard, 2014, p. 35).

Existe, portanto, uma forte relação entre o professor e o objeto humano de trabalho, os quais atribuem às manifestações pedagógicas efeitos imprevisíveis, reque-rendo do professor uma adaptabilidade aos contextos da ação pedagógica. Nesse

sentido de modificações, Tardif (2001) pontua que “a pedagogia é uma tecnologia constantemente transformada pelo trabalhador, que a adapta às exigências variáveis da tarefa realizada”. Com isso, ao considerarmos tecnologias simbólicas - como a linguagem – focando no seu elo entre trabalho e objeto, elencamos os efeitos dos processos sobre como o professor pode construir conhecimento a partir de sua prática e de seus discursos, Junior (2019).

Em primeiro caso, a culpabilização integral do profissional docente é uma visão equivocada, pois o problema abordado possui vertentes estruturais, construídas a partir da desvalorização do saber, decorrente de diversos fatores. Assim, é interessante analisarmos não apenas a partir de como se ensina, mas também de como se aprende. Dessa forma, o educador matemático buscará novas atribuições sobre os processos de aquisição de conhecimento, o papel das interações e os fatores culturais como elementos relevantes nos processos de construção de saber do sujeito aprendente, Moura (2000).

Paralelo a isso, enxergar formas de desmitificar essas ideias a partir de práticas que utilizem seu potencial atrativo para relacionar o objeto matemático e sua funcionalidade na construção do saber enquanto indivíduo, me motivaram a buscar alternativas de práticas que fossem não tão usuais, até então, ao contexto escolar presente.

Foi a partir disso que surgiu a ideia de trazer a Robótica Educacional como uma nova abordagem da introdução de um conteúdo. Foi assim, que em minhas pesquisas, encontrei um vídeo do Canal Manual do Mundo, intitulado “Robô que anda igual uma aranha: faça em casa” e ao analisar o conteúdo do vídeo, enxerguei uma boa oportunidade de exploração de seu potencial didático-pedagógico. Posteriormente, iniciei pesquisas para entender o funcionamento do elemento de estudo e, assim, fundamentar e organizar a prática a partir da compreensão de suas estruturas.

A partir disso, iniciei o planejamento de como a prática poderia ser explorada, quais os objetivos, os materiais necessários e quais objetos do conhecimento e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) poderiam ser contempladas. Assim, surgiu o elemento principal do trabalho, o *Strandbeest*, considerando que, na prática, foi realizada a construção de um protótipo a partir das noções estabelecidas por Theo Jansen em seus mecanismos, definidos como Mecanismo Jansen.

## 2 ASPECTOS GERAIS SOBRE OS PROCESSOS DE ENSINO DE GEOMETRIA

A Matemática como campo de estudo se desenvolveu a partir de diversos processos que conceituaram, padronizaram e formalizaram noções advindas da observação e de mensurações práticas, assim como de questões de natureza mais abstrata. A partir dessa ótica, podemos enxergar que a Matemática como campo de ensino buscou adaptar essa linguagem mais complexa, inerente ao formalismo matemático, à uma noção mais didática, através de metodologias e práticas que auxiliem na compreensão do objeto em estudo. Segundo Eves (2011),

Como vimos, a ênfase inicial da matemática ocorreu na aritmética e na mensuração prática. Uma arte especial começou a tomar corpo para o cultivo, aplicação e ensino dessa ciência prática. Nesse contexto, todavia, desenvolvem-se tendências no sentido da abstração e, até certo ponto, passou-se então a estudar a ciência por si mesma. Foi dessa maneira que a álgebra evoluiu ao fim da aritmética e a geometria teórica originou-se da mensuração (Eves, 2011, p.57).

Nesse cenário, analisando o vasto domínio da Matemática, elencamos o campo da Geometria, destacando sua estruturação enquanto objeto de ensino. Segundo Pereira (2020), a Geometria é idealizada a partir da ideia de “conceito” e “figura”, destacando que entes geométricos podem ser descritos sob essas duas visões. Assim, o objeto conceitual se estrutura a partir de definições logico-formais, já o figural, na decomposição e manipulação de objetos geométricos, sendo um complementar ao outro. Nesse sentido, Pereira (2020) destaca:

(...) a geometria, em especial, lida com entidades mentais que possuem, simultaneamente, características conceituais e figurais. Ou seja, na perspectiva do autor, as entidades mentais, também designadas por ele como entes geométricos, refletem tanto propriedades espaciais (forma, posição, tamanho), quanto qualidades conceituais (idealidade, abstração, generalidade). Tais entes possuem, portanto, duas componentes: uma figural e uma conceitual. (Pereira, 2020, p. 70)

Nessa perspectiva, cabe identificar como o ensino de geometria pode ser fundamentado se baseando nessas duas noções, de modo a se relacionarem de forma proveitosa a partir de diferentes métodos e práticas de ensino que unam as propriedades figurais e conceituais como complemento pedagógico na formação do pensamento geométrico.

A partir disso, refletir sobre como as diferentes metodologias se aplicam no ensino da Matemática, com enfoque na área de geometria, contribui para o entendimento de como as práticas pedagógicas influem no processo de construção do saber. Nesse sentido, discorrer sobre como o ensino da matemática é estruturado, no aspecto curricular, abre espaço para reflexões sobre melhores formas de se oferecer um ensino pautado sob maiores possibilidades didático-pedagógicas, que complementem as práticas usuais e fomentem qualitativamente estruturas tradicionais ou sistêmicas.

## 2.1 O ENSINO DA MATEMÁTICA E A MATEMÁTICA DO ENSINO

Em primeiro lugar, cabe destacar as distinções entre o Ensino de Matemática e a Matemática do Ensino, trazendo a ideia das aplicações de cada campo. Temos então, segundo Valente (2022), que o ensino de Matemática “revela-se como o processo de passagem do campo disciplinar matemático para o meio escolar”. Sob essa ótica, o Ensino de Matemática se baseia na organização do saber matemático, seus elementos, noções e abstrações, tornando-o passível de transmissão e compreensão aos níveis elementares do conhecimento escolar.

Por outro lado, Valente (2022) traz a ideia de Matemática do Ensino, destacando-a como o campo que se interessa majoritariamente pela epistemologia. Nesse sentido, o autor afirma:

Matemática do ensino apresenta-se como um conjunto ordenado de temas que o professor deverá mobilizar tendo em vista a aprendizagem de seus alunos, num dado período de tempo. [...] refere-se a um significado dado a um certo tema para o ensino, um significado para os alunos, uma definição inicial. De fato, não se trata de definição nos termos do campo disciplinar matemático. Considera-se significado o modo como o professor deverá se referir a um dado tema da matemática do ensino, de maneira a introduzi-lo em suas aulas, tendo em vista o inicial contato do aluno com um novo assunto (Valente, 2022, p.49).

Nesse cenário, compreendemos que o Ensino de Matemática e a Matemática do Ensino, são campos que norteiam o modo como o saber matemático se estrutura, é compreendido e transmitido. Assim, podemos destacar a Matemática a se ensinar - objeto de estudo; e a matemática para ensinar - no que confere aos instrumentos e práticas aplicadas para a construção do saber. Nessa amalgama de definições, tecem-se relações entre como se apresenta o processo de introdução do conteúdo de

geometria plana (objeto de estudo), baseado a partir de diferentes perspectivas didático-pedagógicas.

Nessa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca o ensino de Matemática baseado na relação entre formalismo e experimentação,

Apesar de a Matemática ser, por excelência, uma ciência hipotético-dedutiva, porque suas demonstrações se apoiam sobre um sistema de axiomas e postulados, é de fundamental importância também considerar o papel heurístico das experimentações na aprendizagem da Matemática (Brasil, 2018, p. 263).

Nessa instância, percebe-se a necessidade em tecer conexões entre os sistemas formais, dedutivos e lógicos presentes nos objetos matemáticos e suas possíveis representações visuais, táteis ou manipuláveis. Para isso, cabe, inicialmente, analisar como o ensino de Geometria, no Brasil, é contemplado e explorado, no que corresponde aos anos finais do Ensino Fundamental, fazendo recortes e pondo em evidência as noções de quadriláteros, triângulos, medidas e proporções e suas relações.

## 2.2 OS CONCEITOS FUNDAMENTAIS: PONTO, RETA E PLANO

No contexto do desenvolvimento do campo da Geometria, faz-se necessário a abordagem primária dos objetos básicos de estudo. Nesse cenário, vale destacar que os conceitos primários da geometria: Ponto, Reta e Plano – não podem ser precisamente definidos. Segundo Pinho et al. (2010), Euclides, em sua obra *Os elementos* traz a definição de linha como algo que tem comprimento mas não possui largura, não deixando claro, também, as definições desses conceitos. Desse modo, ideias fundamentais ou auto evidentes são tomadas como Conceitos Primitivos, o que ocorre com as noções de ponto, reta e plano, pois apesar de não possuírem uma definição precisa, podem ser concebidos intuitivamente.

Ainda, partindo das referências de Pinho et al. (2010), “Segundo Euclides ‘Uma reta é uma linha cujos pontos estão distribuídos uniformemente sobre si’”. Nessa perspectiva, o ponto é entendido como algo que não pode ser decomposto, no sentido matemático está ligado a uma abstração do nosso senso de indivisibilidade, algo sem extensão, um objeto de dimensão zero. Essa noção induz intuitivamente a ideia de linha como sendo a junção de infinitos pontos formando um objeto unidimensional.

Esses conceitos alicerceiam mais um dos processos de formalização do objeto geométrico, estruturado da seguinte maneira:

**Quadro 1** - Primeiro postulado de Euclides

<p>Postulado 1 (Euclides): É possível traçar uma reta entre quaisquer dois pontos.</p>	<p>“Os postulados de Euclides foram formulados com o intuito de fundamentar as construções geométricas tornando-as independentes das limitações dos instrumentos de desenho. Podemos ainda formular o mesmo postulado de uma maneira mais sintética, sem a linguagem devida a construções geométricas”.</p>
<p>Axioma 1.1 (Postulado 1, segunda versão): Dois pontos quaisquer determinam uma única reta.</p>	<p>“a preocupação com a unicidade não estava presente na formulação de Euclides, pois esta era considerada "visualmente óbvia".</p> <p>Dados dois pontos, A e B, em uma reta, dizemos intuitivamente que um terceiro ponto C está entre os dois se para irmos de A até B sobre a reta, obrigatoriamente passarmos por C. Assim, podemos definir o que vem a ser um segmento de reta”.</p>
<p>Definição 1.1: Dados dois pontos A e B sobre uma reta, dizemos que o segmento AB é o conjunto de pontos formado por A, B e por todos os pontos entre A e B.</p>	<p>“Dados dois pontos A e B sobre uma reta, dizemos que o segmento AB é o conjunto de pontos formado por A, B e por todos os pontos entre A e B”.</p>

**Fonte:** adaptado de Pinho, J. L. R., Batista, E. & Carvalho, N. T. B. Geometria I, Florianópolis, 2010.

O quadro acima apresenta o processo de formalização da ideia de reta a partir de dois pontos quaisquer, partindo de definições e axiomas utilizados por Euclides, a

fim de estabelecer uma conexão lógico-formal da instituição do pensamento matemático a partir de conceitos primários.

As noções geométricas primárias atribuídas por Euclides, norteiam os principais fundamentos presentes na Geometria. Com isso, é necessário entender como o ensino de Geometria se estrutura, além de observar como esses e outros conceitos são discutidos e apresentados em sala de aula e como são compreendidos e construídos conscientemente.

### 2.2.1 Geometria e o ensino

No ensejo de discussões de como se estrutura o ensino da Geometria, é preciso compreender a importância do papel do professor em meio a esse processo. Nesse sentido, os profissionais da educação, segundo Roldão (2007), “promovem intencionalmente a aprendizagem de alguma coisa para alguém”. Logo, ensinam não apenas por ter domínio do conteúdo, mas por saber explicá-lo, por dominar a prática do ensino em sua complexidade. Nesse sentido, o “saber ensinar” é estruturado a partir de diversos conhecimentos, sobrepostos em práticas, métodos e processos pedagógicos que se moldam e se aperfeiçoam a partir da própria prática, através da autoavaliação.

Sob essa ótica, os métodos e práticas se orientam no contexto da Matemática Escolar, que segundo Moreira e David (2005, p.20) é “um conjunto de saberes produzidos e mobilizados pelos professores de Matemática em sua ação pedagógica na sala de aula da escola [...]”. Ou seja, refere-se a todas as ações realizadas pelos professores de matemáticas que possuam um objetivo de aprendizagem ou exerçam uma função pedagógica.

Na perspectiva da Matemática escolar, analisando a Geometria como unidade temática de ensino, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca:

No Ensino Fundamental – Anos Finais, o ensino de Geometria precisa ser visto como consolidação e ampliação das aprendizagens realizadas. Nessa etapa, devem ser enfatizadas também as tarefas que analisam e produzem transformações e ampliações/reduções de figuras geométricas planas, identificando seus elementos variantes e invariantes, de modo a desenvolver os conceitos de congruência e semelhança. Esses conceitos devem ter destaque nessa fase do Ensino Fundamental, de modo que os alunos sejam capazes de reconhecer as condições necessárias e suficientes para obter triângulos congruentes ou semelhantes e que saibam aplicar esse conhecimento para realizar demonstrações simples, contribuindo para a formação de um

tipo de raciocínio importante para a Matemática, o raciocínio hipotético-dedutivo. (Brasil, 2018, p.272)

Dessa forma, estima-se o desenvolvimento de algumas habilidades e competências baseadas na correta introdução do conteúdo. Com isso, os conteúdos da unidade temática Geometria e de Grandezas e Medidas são estruturadas a fim de cumprir uma cronologia na construção do saber matemático, baseando-se em conceitos fundamentais e primários, para que se estabeleçam noções de maior complexidade ou que sejam obtidas a partir de noções básicas.

Sob esse aspecto, a BNCC organiza os conteúdos, as competências e as habilidades previstas para cada fase de ensino a fim de alicerçar uma base de conhecimento sólida e progressiva, sistematizando cada conhecimento a sua respectiva fase de ensino. Com isso, enfatizamos parte da estrutura prevista para o 7º ano e 8º ano do Ensino Fundamental, destacando os objetos de conhecimentos das unidades temáticas de Geometria e Grandezas e medidas, dando embasamento ao aporte teórico-pedagógico do nosso trabalho.

Assim, vale destacar que os conceitos e procedimentos não estão completamente expressos no quadro abaixo. Destacaremos, a priori, as noções que estiveram presentes em termos de referência curricular no desenvolvimento metodológico da prática. Com isso, segundo a BNCC, para o 7º ano, os conhecimentos são organizados da seguinte maneira:

**Quadro 2** - Objetos do conhecimento e unidades temáticas do 7º ano

7º Ano	
Unidades Temáticas	Objetos de conhecimento
Geometria	Simetrias de translação, rotação e reflexão.
	Triângulos: construção, condição de existência e soma das medidas dos ângulos internos
Grandezas e Medidas	Problemas envolvendo medições
	Equivalência de área de figuras planas: cálculo de áreas de figuras que podem ser decompostas por outras,

	cujas áreas podem ser facilmente determinadas como triângulos e quadriláteros
--	---

Fonte: adaptado da BNCC, Brasil (2018)

No que confere às habilidades do 7º ano previstas para que sejam desenvolvidas e aperfeiçoadas a partir do desenvolvimento do conteúdo, sobretudo, referindo-se à prática aplicada, destacamos as que se relacionam de forma mais completa com a proposta do uso da robótica como arcabouço metodológico no ensino de Geometria, definidas e estruturadas da seguinte maneira:

- (EF07MA25) Reconhecer a rigidez geométrica dos triângulos e suas aplicações, como na construção de estruturas arquitetônicas (telhados, estruturas metálicas e outras) ou nas artes plásticas;
- (EF07MA26) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um triângulo qualquer, conhecidas as medidas dos três lados;
- (EF07MA29) Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de grandezas inseridos em contextos oriundos de situações cotidianas ou de outras áreas do conhecimento, reconhecendo que toda medida empírica é aproximada.

Para o 8º ano, destacamos os objetos de conhecimento fundamentais para o desenvolvimento do trabalho, relacionados às mesmas unidades temáticas. Dispostos da seguinte forma:

**Quadro 3** – Objetos do conhecimento e unidades temáticas do 8º ano

8º Ano	
Unidades Temáticas	Objetos de conhecimento
Geometria	Congruência de triângulos e demonstrações de propriedades de quadriláteros
	Transformações geométricas: simetrias de translação, reflexão e rotação

Grandezas e medidas	Área de figuras planas
---------------------	------------------------

**Fonte:** adaptado da BNCC, Brasil (2018)

As habilidades previstas para essa fase de ensino, nortearam as atribuições e os objetivos primários de conhecimento nas turmas de 8º ano, sendo ponto de base e de referência da aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo. Estruturadas como a sequência a seguir:

- (EF08MA14) Demonstrar propriedades de quadriláteros por meio da identificação da congruência de triângulos;
- (EF08MA19) Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de área de figuras geométricas, utilizando expressões de cálculo de área (quadriláteros, triângulos e círculos), em situações como determinar medida de terrenos.

A partir da estruturação curricular proposta pela BNCC, é importante exibir os métodos usuais de como o conhecimento matemático é difundido. Nesse cenário, cabe destacar, também, as relações sobre como o conhecimento geométrico é construído a partir de diferentes visões e metodologias, destacando seu referencial visual e conceitual como principais atores na construção do pensamento geométrico. Com isso, frisa-se o objetivo de estabelecer noções de como as metodologias influenciam o processo do ensinar e do aprender no campo da matemática.

### 3 METODOLOGIAS ATIVAS

Métodos tradicionais ainda são fortemente presentes no ensino de Matemática, tendo por base uma visão de controle e padronização que se ancoram no tecnicismo e em metodologias focadas na objetividade, o que, apesar de exercer sua funcionalidade educacional, não contempla as diferentes formas de se ensinar e aprender, tendo em vista que, diferentes indivíduos aprendem de diferentes modos, em tempos diferentes e com diferentes aparatos.

Consoante a isso, percebe-se que a usabilidade desses modelos sistêmicos de aprendizagem necessita de aprimoramento, para que as vivências escolares não se tornem monótonas e que o ensino possa ser oferecido a partir de uma maior gama de técnicas e práticas pedagógicas que incentivem a participação ativa, a autonomia e instiguem o interesse pelo aprender.

Nesse sentido, ressalta-se como o uso de metodologias influi no modo como o aluno interage, compreende e cria interesse pela aula. Segundo Bacich e Moran (2018), metodologias são diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem pautadas sob abordagens, técnicas e estratégias que podem ser específicas ou diferenciadas. Daremos enfoque, então, às metodologias ativas, onde essas diretrizes são estruturadas de modo a ampliarem os ambientes de aprendizagem, criando situações que promovam uma maior autonomia no processo de desenvolvimento cognitivo do aprendiz. Nesse sentido, Bacich e Moran afirmam:

Assim, as metodologias ativas procuram criar situações de aprendizagem nas quais os aprendizes possam fazer coisas, pensar e conceituar o que fazem e construir conhecimentos sobre os conteúdos envolvidos nas atividades que realizam, bem como desenvolver a capacidade crítica, refletir sobre as práticas realizadas, fornecer e receber feedback, aprender a interagir com colegas e professor, além de explorar atitudes e valores pessoais (Bacich e Moran, 2018, p. 41).

Dessa forma, apresentar aos alunos novas possibilidades de aprender, é fundamental para um desenvolvimento cognitivo mais fluido e completo. Enfatizando assim, as capacidades: criativa, exploratória, dedutiva, lógica e reflexiva, através do contato com situações de aprendizagem que os aproximem de uma nova visão sobre o que se estuda, além de enfatizar as relações de interação e compreensão.

O objetivo das Metodologias Ativas é projetar no sujeito aprendente a capacidade de se colocar como agente que desenvolva o protagonismo na conquista da própria aprendizagem, buscando encontrar soluções para um

problema ou uma situação que motivem a construção de meios para apontar alternativas que possam agregar conhecimentos e trazer estratégias para se chegar a uma aprendizagem que possa modificar a si mesmo ou o seu entorno (Silva e Moura, 2020, p. 9).

Logo, percebe-se como o uso de metodologias ativas enriquecem as relações de ensino-aprendizagem, tornando o sujeito aprendente protagonista de seu processo de construção do saber. Sob essa ótica, apresentaremos como esse tema pode ser de grande valia para o ensino de Matemática, sobretudo, as noções geométricas de quadriláteros, retas, pontos, medidas e proporções.

Além disso, confere ressaltar os meios de aplicações dessas metodologias, que fomentam e estruturam as práticas a partir de instrumentos didático-pedagógicos visuais, táteis, interativos, digitais ou manipuláveis.

### 3.1 MATERIAIS DIDÁTICOS MANIPULÁVEIS

Nesse certame de discussões sobre o uso de metodologias, cabe ressaltar que na prática aplicada, as noções de robótica foram desenvolvidas a partir da manipulação de materiais concretos, a fim de construir o elemento educacional-base do trabalho, ou seja, não foram utilizados protótipos já prontos e acabados, o desenvolvimento se deu a partir da construção realizada pelos próprios estudantes. Dessa forma, a elaboração prática do modelo proposto foi tomada como recurso de auxílio para uma melhor compreensão dos conceitos geométricos.

Para Lorenzato (2010), o material concreto é essencial apenas para a aprendizagem inicial, não sendo suficiente para a abstração matemática. Sob essa ótica, destaca-se que o material palpável entra como recurso que facilita a compreensão inicial de conceitos e ideias, fortalecendo as noções primárias sobre o objeto matemático, para que seja possível estabelecer relações posteriores entre o físico e o abstrato. Ainda, segundo Lorenzato (2010), “para se alcançar a abstração é preciso começar pelo concreto”, sendo esse um dos caminhos essenciais para a formação inicial de conceitos.

A respeito do uso de objetos concretos, apresentaremos algumas definições que buscam defender as ideias do que seriam Materiais Didáticos Manipuláveis, que segundo Passos (2006), são:

[...] Objetos ou coisas que o aluno é capaz de sentir, tocar, manipular e movimentar. Podem ser objetos reais que têm aplicação no dia a dia ou podem ser objetos que são usados para representar uma ideia. [...] Os materiais manipuláveis são caracterizados pelo envolvimento físico dos alunos numa situação de aprendizagem ativa (Passos, 2006, p.5).

Nesse universo, temos que materiais manipuláveis são todo elemento concreto que o aluno possa utilizar como instrumento de aprendizado a partir de sua manipulação. Vale ressaltar que, Material Didático (MD) e Material Didático Manipulável (MDM), distinguem-se pelo fato do modo como o aluno pode manuseá-lo. Então, apesar do objeto matemático abstrato poder ser explorado, também, por meio de definições formais, o uso do MDM pode auxiliar na percepção de forma mais clara.

Por outro lado, a mera manipulação de objetos não confere ao estudante o saber ou aprender. É preciso uma abordagem direcionada, partindo da mediação do professor, respaldada sob um objetivo de aprendizagem, em que o MDM exerça uma função integrada às necessidades educacionais. Dessa forma, deve-se buscar a união entre a abstração e o físico, para que o linhame entre essas duas formas de percepção de um mesmo objeto sejam exploradas de modo a manter o conhecimento físico e matemático interligados. Para Lorenzato (2010),

[...] conhecimento físico é aquele que existe na realidade externa que as pessoas veem e é diferente do conhecimento matemático: este consiste nas relações que o indivíduo constrói em sua mente. [...] quando a criança repete oralmente a sequência "um, dois, três, quatro, cinco" não dá para saber se ela o faz por ter memorizado nomes ou se ela já construiu o conceito de número cinco. O mesmo pode dar-se na matemática escrita, com reprodução de grafismos sem significado para o aluno. É uma faceta do analfabetismo matemático escolar (Lorenzato, 2010, p.19)

Seguindo essa ótica, sendo a Matemática um campo desenvolvido a partir de ideias e abstrações de representações de elementos, é preciso nortear a exploração de elementos físicos buscando desenvolver o senso hipotético-dedutivo, para que a representação não sistematize apenas uma forma de enxergar o objeto em estudo e faça com que o aluno somente repita ou memorize tais noções. É necessário, então, relacionar com clareza as duas ideias para que o aluno seja capaz de identificar conceitos abstratos e manipular objetos a partir do desenvolvimento funcional do pensamento.

Um exemplo disso é a ideia de quadrilátero, que segundo Pinho et. Al. (2010) quadriláteros podem ser entendidos como figuras que possuem quatro lados. Mas que quando questionados, temos em mente a figura de quadrados, retângulos ou

elementos que exerçam conceitos visuais fixos de paralelismo e congruência. Isso ocorre pelo fato da nossa estrutura cognitiva estar ligada a uma única ideia de quadrilátero, baseada, em sua maioria, nas representações figurais e na deficiência conceitual e lógica do objeto.

Dessa forma, há uma limitação no nosso pensamento geométrico quando associamos nossa resposta aos quadriláteros especiais, desconsiderando uma gama de representações figurais existentes, causados pela desconexão das estruturas físicas e abstratas como visões complementares na construção pensamento geométrico.

Retornando ao contexto anterior, Cavalcante (2007) aborda que os materiais concretos podem ser classificados, também, como: estruturados ou não-estruturados, em que, no primeiro caso, os materiais são produzidos com funcionalidades específicas, baseadas em noções matemáticas; para o segundo caso, são materiais que não necessariamente possuem uma finalidade educacional, mas que são explorados a fim de se obter um objetivo ou função educacional específica.

Consoante a isso, elenca-se a funcionalidade educacional atribuída a elementos/objetos do cotidiano, que a partir da manipulação e estruturação, adquirem um teor pedagógico. Dessa forma, apresentamos a utilização da Robótica Educacional sob uma perspectiva metodológica, a partir da construção de elementos e manejo de materiais, dando-lhes um sentido e uma funcionalidade educacional direcionada.

## 4 O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO METODOLOGIA

Na atmosfera de práticas e metodologias que se prontifiquem a mobilizar e aperfeiçoar o trabalho docente, traremos a utilização da robótica educacional como metodologia no ensino de Geometria. Nesse sentido, a priori, denotaremos o que se entende por robótica e como ela pode ser vista enquanto um elemento metodológico.

Além disso, no ensejo de discussões sobre a implementação de tecnologia nos mais diversos meios, Caetano (2019) chama a atenção sobre as visões contrastantes a respeito do uso da tecnologia, em que define noções fundamentadas a partir do receio e aversão às noções tecnológicas como *tecnofobia*. Por outro lado, discute que a visão irreflexiva e ingênua do advento da tecnologia como grande impulsionadora do progresso humano, é tido como *tecnofilia*. Esses dois conceitos ancoram as visões presentes na sociedade, exemplificando como a inserção dos meios tecnológicos nas esferas sociais é encarada pelos indivíduos.

Com isso, apresentamos como o uso da robótica pode influenciar as reflexões sobre o uso de meios tecnológicos nos processos cotidianos, citando sua aplicação em diversas esferas, como: na automação de fábricas, nas indústrias e nos ramos hospitalares e educacionais. Nesse sentido, a Robótica se ambienta não em função da substituição humana, mas na contribuição da execução de atividades monótonas, padronizadas, repetitivas ou que exijam uma maior precisão.

Consoante a isso, buscamos abordar a usabilidade da Robótica, não a partir de seu uso laboral, mas partindo de sua função pedagógica. Tomaremos, a priori, algumas definições a respeito da Robótica e Robótica Educacional, a fim de tecer relações e estabelecer conexões e distinções entre seus aspectos, usos, estruturas e finalidades.

### 4.1 CONHECENDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Inicialmente, destacaremos o que se entende por robótica, Santin et al. (2012), compreendem a robótica como “a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real, com ou sem intervenção humana”. Nesse sentido, a robótica é o campo que permeia os elementos desenvolvidos a partir do preceito da autonomia a partir de sistemas e algoritmos tecnológicos.

Além disso, trazendo a utilização da robótica para campo educacional, Chavarría e Saldaño discorrem sobre o foco dessa abordagem, apontando que,

a Robótica Educacional é considerada como uma interface que ativa o processo de interação entre o aluno e a conceituação da tecnologia para resolver uma situação-problema, através de um processo, que é tanto educacional quanto tecnológico, e que permite o acesso e a familiarização dos princípios, do funcionamento e da aplicação da tecnologia na elaboração e automação do robô-solução (Chavarría e Saldaño, 2010, p.02, tradução nossa)

Com isso, para que ocorra essa familiarização entre as situações-problemas relacionados ao senso tecnológico e o educacional, é necessário que haja uma gama de conhecimentos, habilidades e atitudes (mobilizadas pelos professores) unindo a robótica ao teor didático-pedagógico explorado em sala, Junior (2019).

Sob esse viés, para apresentarmos as noções de como se deu o processo introdutório, e de como a robótica educacional é usada na contemporaneidade, reportemo-nos a alguns autores que discutem como ocorre o processo de construção do conhecimento. Nesse sentido, abordaremos as ideias de Seymour Papert, principal idealizador das ideias que fundamentam a robótica como recurso metodológico, e de Jean Piaget, que influenciou fortemente as noções iniciais do uso da robótica educacional por Papert.

Vale ressaltar que, segundo Junior (2019), a robótica educacional apresenta alguns desafios perante sua aplicação, destacando a desarticulação com o currículo, os tipos de robôs utilizados e a inserção da robótica unida às práticas pedagógicas, relacionando-os, principalmente, com o alto custo das ferramentas, o tempo de planejamento das atividades, questões de gênero e as dificuldades em gerenciar as turmas.

Além disso, Junior (2019) também aborda a visão de que o currículo contempla as necessidades curriculares voltadas às tecnologias, aplicando políticas públicas educacionais de implementação desses sistemas nas escolas, mas que, em muitos casos, os professores não recebem a formação necessária para lidarem com o uso e a inserção da robótica de forma plena em suas práticas escolares.

De modo oposto, podemos destacar, também, os casos em que os profissionais das instituições de ensino promovem práticas educacionais voltadas à inserção de tecnologias, mas não recebem o incentivo ou não possuem acesso aos materiais necessários para o desenvolvimento da prática. Ambas as situações ruminam no enfraquecimento de propostas e na descontinuidade de projetos que incentivem o uso e o acesso às noções tecnológicas no âmbito educacional.

Nesse sentido, Alimisis (2013) sugere a reformulação de todo o processo de ensino e aprendizagem, pautado na visão crítica de que a inclusão da robótica nos processos de ensino ainda é permeada sob um contexto tradicional e pouco motivante para os alunos. Nesse sentido, nosso trabalho busca aplicar a robótica a partir não da competição como objetivo final, como ocorre majoritariamente, mas da construção do elemento em sua origem, empregando uma significação didática e usual a sua estrutura. Com isso, as atribuições do trabalho se baseiam em noções construtivistas e construcionistas, em que o processo de desenvolvimento cognitivo é construído através da prática.

#### 4.2 CONSTRUTIVISMO E CONSTRUCIONISMO

Na atmosfera de noções sobre como o campo da construção do conhecimento se idealiza, Jean Piaget propõe a ideia da subdivisão dessa construção em três partes: a acomodação, a assimilação e a equilibração. Essa fundamentação compõe as bases de um modelo denominado construtivismo, que se baseia no estudo de como o conhecimento é construído no ser humano, a partir da fundamentação teórica difundida por Jean Piaget. Segundo Campos (2011), para Piaget, o conhecimento não era algo unicamente inerente ao próprio sujeito, nem se organizava a partir da mera observação do meio ao qual estava inserido; em sua perspectiva, o conhecimento nasce por meio da interação direta do indivíduo com o meio, baseado em estruturas já existentes. Desse modo, a construção do conhecimento é influenciada, ora pelas estruturas cognitivas inerentes ao sujeito, ora pelas relações com o objeto.

Essa relação entre o sujeito e o objeto se baseia em processos, tidos por Piaget como adaptação ou equilibração, subdividido em duas ideias: assimilação e acomodação. A assimilação pode ser entendida como o processo interpretativo realizado pelo indivíduo a um estímulo externo, em que busca integrá-lo ao seu sistema cognitivo. A acomodação se dá pelo processo de modificação das estruturas cognitivas do sujeito para uma melhor compreensão em função das particularidades do objeto a ser assimilado, Campos (2011).

Assim, o indivíduo se adapta ao meio externo a partir de processos contínuos e permanentes de assimilação e acomodação, o que, por ser esse um processo exercido pelo indivíduo repetidamente, foi denominado construtivismo, fazendo alusão a

visão de que novos conhecimentos e processos cognitivos estão sendo construídos pelo indivíduo a partir da sua constante interação com o meio.

a atividade intelectual começa com a confusão da experiência com a consciência de si, por causa da indiferenciação caótica da acomodação e assimilação. Ou seja, o conhecimento do mundo exterior se inicia com a utilização imediata das coisas, ao passo que o conhecimento de si é obstruído por esse contato puramente prático e utilitário (Piaget, 1996, p. 361).

De encontro a isso, Campos (2011) também afirma que essas estruturas são construídas a partir da inserção de novas informações, ou seja, quando uma nova informação é enviada pelo meio, o processo de assimilação identifica semelhanças a esquemas cognitivos pré-existentes, e quando a variedade de esquemas não for mais suficiente, a percepção do objeto passará por um processo de acomodação, a qual uma nova estrutura é construída para que o organismo possa se ajustar ao novo objeto. Assim, o sujeito se desenvolve internamente a partir da reestruturação e ampliação de seus sistemas cognitivos primários, chegando enfim a um sistema de equilíbrio.

Ainda, para Campos (2011),

o construtivismo assume que a construção do conhecimento é uma reestruturação de conhecimentos anteriores, muito mais que a substituição de alguns conhecimentos por outros. É uma reorganização do que já foi estruturado para um novo nível. Significa dizer que não se trata apenas de reproduzir respostas prontas, mas sim de desenvolver novas soluções, a partir das próprias estruturas internas do sujeito (Campos, 2011, p. 83).

Pensando na forma como o conhecimento é construído, sobretudo, ligado ao ensino da Matemática, é importante destacarmos o uso da simbologia, dos signos e dos sistemas didáticos que auxiliam na percepção da linguagem matemática de uma forma mais eficiente. Sob esse viés, analisar como a informação é internalizada pelo indivíduo e como ele desenvolve seu processo cognitivo, abre caminhos para novas abordagens que enriquecerão seu repertório. Com isso, entender como o processo construtivista se estrutura, é fundamental para que a sala de aula seja um ambiente de construção de conhecimento e não apenas de transmissão.

De encontro a isso, o Construcionismo, pautado na teoria construtivista de Piaget, baseia-se na ideia de que o estudante constrói conhecimento a partir da prática, a partir de uma visão mais concreta e menos abstrata. Assim, o processo de “aprender fazendo” auxilia no sentido autônomo do aluno, trazendo-o a um papel mais ativo e

tornando-o responsável pela construção do seu saber. Dessa forma, o aprendiz é, não aquele que apenas responde à estímulos externos, mas que consegue analisar, interpretar, discutir e solucionar situações adversas. Um sujeito capaz de construir seu próprio conhecimento.

Essa ideia é tomada como base do processo de introdução das noções iniciais e da usabilidade da Robótica no ensino e foi explorada inicialmente por Saymond Papert em 1964, com o desenvolvimento da linguagem LOGO, uma linguagem computacional voltada para crianças, que visava inserir o uso de tecnologias de informação no processo educacional, Campos (2011).

Assim, Papert se apresenta como precursor da utilização da Robótica Computacional como ferramenta de desenvolvimento e de construção do conhecimento. Seus estudos defendiam, principalmente, a ideia de que o uso da tecnologia unida às noções de Robótica, auxiliavam na construção do conhecimento a partir da prática e experimentação. Ou seja, o indivíduo se inseria no processo criativo, exploratório e de aprendizado a partir da prática de criar, programar e solucionar problemas, desenvolvendo-se cognitivamente a partir da manipulação das ferramentas digitais de programação.

Se em um projeto não existe a construção de objetos físicos, não é Robótica Educacional. Se em um projeto os objetos construídos pelos estudantes não são programados por eles, não é Robótica Educacional. Desde os primeiros trabalhos Seymour Papert se preocupou em envolver as crianças em programação de computadores. [...] Se em um projeto o estudante não cria seus objetos de estudos de maneira livre e colaborativa, não é Robótica Educacional. A aprendizagem se desenvolve no processo criativo e colaborativo, onde o estudante adquire conhecimento com/pela e na criação de seus objetos de estudo (Prado; Morcelli, 2019, p. 40).

Assim, o estudante desempenha um papel fundamental na construção de seu conhecimento, sobretudo, para que a prática se caracterize como robótica educacional.

De encontro a isso, a inserção de recursos educacionais unidos às noções de robótica, devem ser empregados de forma estruturada, planejada e de modo a atingir objetivos de aprendizagem pré-estipulados. Sob esse viés, apresentaremos a prática de inserção da Robótica no ensino da geometria, abordando não somente como o uso da robótica pode enriquecer os meios e processos pedagógicos, mas como a Matemática se apresenta em diferentes contextos, alicerçado nos conceitos defendidos por Papert e Piaget.

Para tal, utilizaremos um protótipo do modelo *strandbeests*, mecanismo desenvolvido pelo artista Theo Jansen a partir de canos de P.V.C., que tinha por base de funcionamento noções matemáticas e da conexão entre teorias evolutivas-biológicas, computacional e mecânica.

## 5 STRANDBEEST

O elemento principal trabalhado em sala, foi baseado no Mecanismo Jansen, do Holandês Theo Jansen, desenvolvido inicialmente com a proposta da criação de criaturas análogas a seres vivos, idealizadas a partir da necessidade de sistemas que influenciassem na diminuição do avanço do nível do mar. A priori, esses mecanismos buscam simular a mecânica e autonomia de seres biológicos, a partir de proporções, noções tecnológicas e algoritmos provenientes de coordenadas, além de fatores naturais como: vento, chuva, areia e mar. Isto é, que interajam e se norteiam a partir das condições dispostas no ambiente ao qual estejam inseridos.

Foi assim que, em 1990, finalmente lhe ocorreu a ideia dos “animais de praia”, que surgiu a partir de sua preocupação com a elevação dos níveis do mar nos Países Baixos. Como solução para o problema, Jansen imaginou animais feitos de tubo plástico que viveriam nas praias carregando grandes quantidades de areia e jogando ao ar para que o vento pudesse aumentar as dunas da costa e assim evitar o avanço do mar sobre as cidades. (Caetano, 2019, p.37).

Jansen foi responsável pela criação e desenvolvimento de diversas técnicas e sistemas de simulação, a fim de mimetizar os padrões de movimentos presentes em seres na natureza e, assim, desenvolveu o *Strandbeest* (animal de praia), criatura constituída por canos de PVC e um sistema de algoritmos baseados na computação evolutiva, sistema de desenvolvimento de padrões baseados na teoria de Charles Darwin.

**Figura 1:** *Strandbeest* de Theo Jansen



Fonte: <https://dornob.com/wp-content/uploads/2016/09/Jensen-strandbeests-beach-animals-4.jpg>

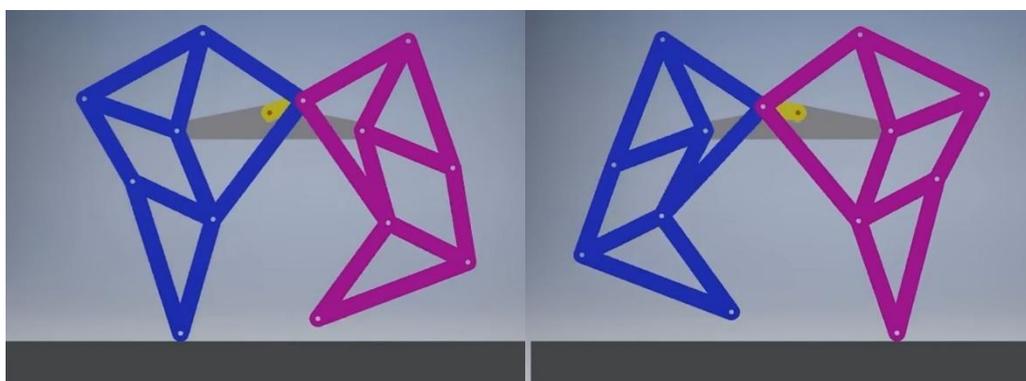
Esse mecanismo (*Strandbeest*) é utilizada em diversos campos, tanto pelas noções artísticas, quanto por seu potencial exploratório, sobretudo, no ensino superior, nos campos de: Matemática, Física, Engenharia mecânica, Mecatrônica, resolução de problemas, cálculo, álgebra linear, EDO, entre outras, Gomes (2021). Nesse sentido, a aplicação do trabalho buscou explorar as noções desenvolvidas por Jansen a partir de uma nova ótica, aproximando os conceitos geométricos de proporcionalidade, medidas e algoritmos presentes em seus mecanismos, aos conteúdos da educação básica, sobretudo, nas práticas aplicadas nos anos finais do Ensino Fundamental.

### 5.1 FUNCIONAMENTO DO MECANISMO

O mecanismo funciona a partir da rotação de um eixo (motor) acoplado a uma manivela conectada as “patas” por uma estrutura triangular. Dessa forma, ao ativar o motor de redução (DC) com alguma fonte de energia, a rotação do eixo faz com que as articulações presentes nas patas se movimentem de forma a representar uma passada. Além disso, a disposição das “patas” do mecanismo, espelhadas com relação umas às outras, garante ao mecanismo que enquanto uma das patas se movimenta por cima, a outra forneça sustentação em contato com o solo, movimentando-se por baixo.

Esse esquema demonstra a forma com que ocorre o movimento:

**Figura 2:** Esquema de movimento do *strandbeest*



Fonte: <https://youtu.be/LK7M2ftEfrg?si=jClczSB4sHMIJxWj>

Com isso, é possível perceber a deformação dos quadriláteros durante o movimento, relação que deve ser explorada em sala para fomentar as discussões a

respeito das relações compreendidas. Além disso, esse movimento faz com que o robô se torne uma estrutura autônoma, conferindo-o um aspecto lúdico de observação, ao passo que representa também uma máquina realizando uma ação a partir de algoritmos e esquemas tecnológicos.

## 6 METODOLOGIA

### 6.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

No que se refere ao tipo de pesquisa utilizado na estrutura metodológica da pesquisa, destacamos a abordagem comparativa, que segundo Sátyro e D'Albuquerque (2020, p. 05), o “método comparativo diz respeito ao uso de comparações entre certo número de casos a fim de inferir sobre algum fator comum a eles”, nesse sentido, a abordagem comparativa busca fazer uma análise a partir da comparação de potenciais elementos presentes na pesquisa, a fim de conferir a eles alguma fundamentação.

Além dessa, podemos definir nossa pesquisa como um estudo de caso, que segundo Yin (2005, p.32) “investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Nesse mesmo sentido, Chizzotti (2006) afirma:

O estudo de caso é uma caracterização abrangente para designar uma diversidade de pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários casos a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, objetivando tomar decisões a seu respeito ou propor uma ação transformadora (Chizzotti, 2006, p. 102).

Nesse contexto, nossa pesquisa se orienta a partir da comparação de elementos a partir do estudo da aplicação de um caso particular, organizando os dados e informações de forma crítica a fim de avaliar e realizar ações a partir das estruturas obtidas.

### 6.2 MATERIAIS NECESSÁRIOS

- 01 motor DC 3-6V com caixa de redução;
- 20 cm de fio ligação;
- 104 palitos de picolé 115mm x 7,87mm;
- 02 palitos de churrasco de bambu 180cm x 3mm;
- 01 caixa de palitos de dente;
- 02 pilhas AA;

- Alicates de corte;
- Régua;
- Caneta;
- Furadeira portátil/máquina de solda portátil;
- Supercola.

### 6.3 LOCAL E SUJEITO DA PESQUISA

A atividade foi planejada em paralelo à aplicação do conteúdo previsto para o 3º bimestre, em turmas de 7º e 8º ano, tendo como principal elemento de estruturação a sequência de conteúdos do livro didático, a fim de embasar as noções primárias sobre o que se estuda, partindo de uma abordagem mais prática, não totalmente ligada à forma de exposição presente no livro.

A aplicação da atividade ocorreu na escola Frei Herculano, no município de Ingá, Paraíba. A exploração do conteúdo teve como ponto de partida o conteúdo programático para o terceiro bimestre, que exploravam as noções de polígonos e quadriláteros, suas propriedades, medidas e noções geométricas gerais, conteúdo programado para o terceiro bimestre letivo.

A prática foi aplicada nas turmas do 7º ano A (14 estudantes) e 7º ano B (13 estudantes), ambas as turmas com faixa etária entre 12 e 15 anos. Além dessas, a proposta foi explorada, também, nas turmas do 8º ano A (10 estudantes) e 8º ano B (9 estudantes), com faixa etária entre 14 e 16 anos. Ao todo, 46 alunos de 12 a 16 anos estavam imersos no processo prático do desenvolvimento do projeto. Além disso, a prática foi contemplada em um total de 8 aulas em cada uma das turmas.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, mostraremos como se deu a estruturação e aplicação da proposta metodológica que relaciona o uso de metodologias ativas a partir de materiais manipuláveis, noções de robótica e o ensino de geometria. Relacionando e apresentando as discussões, questionamentos, benefícios e problemáticas inerentes à aplicação da prática às fundamentações teóricas citadas anteriormente.

### 7.1 ETAPAS DA APLICAÇÃO

A exploração dos objetos em estudo, deu-se a partir de duas abordagens analíticas: a da pré-exposição ao conteúdo e a da pós-exposição ao conteúdo. Além disso, no decorrer do desenvolvimento da prática, outros conceitos e ideias foram sendo abordados, discutidos e estruturados a partir das percepções dos alunos.

Assim, a aplicação contemplou quatro etapas: (i) Exploração conceitual da definição de quadrilátero e sua representação figural a partir de tal conceito; (ii) Divisão de cada turma em grupos com quatro alunos, divisão dos materiais e instruções da proposta; (iii) Construção do *Strandbeest* a partir da manipulação do material e das noções geométricas e de medidas; (iv) Exploração do conteúdo relacionando figura e conceito.

Essas etapas visam estruturar o modelo de aplicação a partir de uma visão sequencial da implementação prática da atividade, estabelecendo pontos de partida e garantindo uma série ordenada de ações realizadas pelo professor atribuindo à prática uma função educacional.

#### 7.1.1 Representação figural a partir da definição de quadrilátero

Para fins de comparação, chamaremos as turmas de 7° ano A e 8° ano A de GRUPO A. De mesmo modo, chamaremos as turmas de 7° ano B e 8° ano B de GRUPO B. Essa distinção será levada em conta a partir da aplicação da primeira etapa, em que no grupo A, a definição de quadriláteros foi apresentada anteriormente à aplicação do projeto, ou seja, sem a representação visual do objeto, já no Grupo B, a definição foi apresentada pós-aplicação da atividade. O que dialoga com as visões

de Pereira (2020) e Valente (2022), no que tange a forma como o professor aborda inicialmente um novo conteúdo, relacionando as estruturais conceituais e figurais.

Para o Grupo A, foi pedido para que, a partir da definição de quadriláteros, fizessem em uma folha à parte a representação do objeto a partir de suas interpretações daquele conceito. Abaixo, a definição exposta para a análise:

**Figura 3:** Definição de quadriláteros

**Dados quatro pontos A, B, C e D, entre os quais não há três colineares, chama-se quadrilátero ABCD a reunião dos segmentos de reta  $\overline{AB}$ ,  $\overline{BC}$ ,  $\overline{CD}$  e  $\overline{DA}$ .**

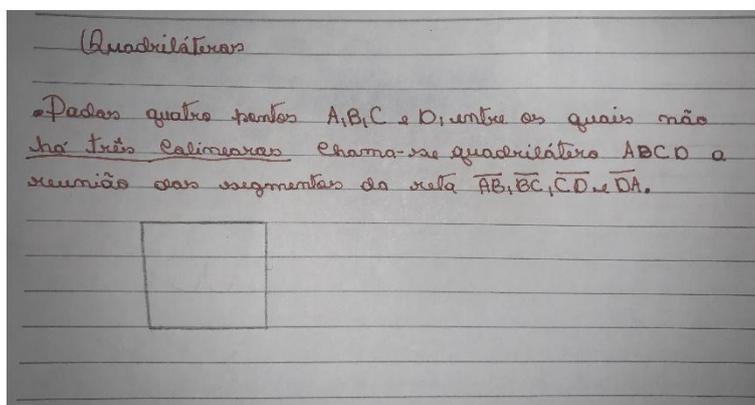
**Fonte:** adaptado do livro didático (Iezzi et. al, 2022, p.115).

Essa análise do modo como o aluno interpreta um conceito formal está paralela às discussões de Pereira (2020), evidenciando como o aluno interpreta um conceito formal sem um contato inicial com o objeto figurar presente em entes geométricos.

Para razões de pesquisa, dentre todos os alunos do Grupo A que representaram a definição exposta acima, daremos enfoque às respostas mais frequentes. Tomaremos, então, três alunos do Grupo A, de nomes fictícios - A, B e C (vale destacar que, de início, os alunos não foram orientados com relação a acertos e erros, apenas foram orientados a representar da forma que compreendessem a definição).

Para o primeiro caso, temos a representação feita pela aluna A (7º ano):

**Figura 4:** Representação feita pela aluna A



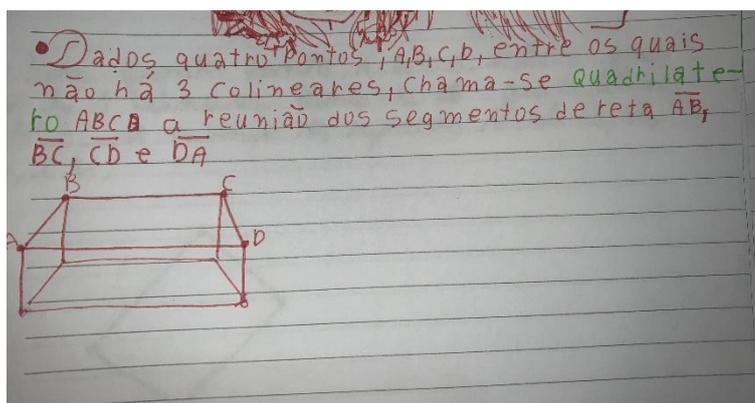
**Fonte:** elaborada pelo autor (2024)

Nesse primeiro caso, a aluna representou um quadrilátero de forma correta, mas sem identificar os pontos A, B, C e D. Quando questionada sobre a figura, ela

respondeu que “Quadrilátero é um quadrado, porque é formado por quatro lados”. Essa representação também foi observada em parte da turma, o que retorna a ideia de que muitos alunos limitam o conceito de quadrilátero a ideias superficiais, isto é, não desenvolveram por completo o senso hipotético-dedutivo com relação a esse ente geométrico, previsto pela BNCC (2018) para essa fase de ensino.

Para o segundo caso, temos a seguinte representação:

**Figura 5:** Representação feita pela aluna B (8º ano)

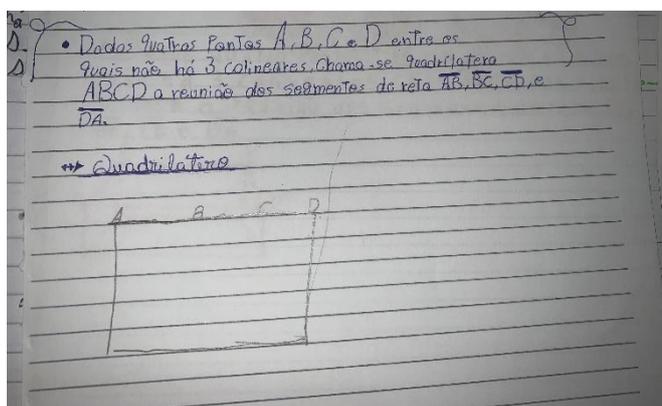


Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Nessa visão, a aluna B não consegue distinguir entes geométricos planos e espaciais a partir da definição, não compreendendo as distinções entre objetos bidimensionais e tridimensionais. Quando questionada sobre sua representação, a aluna respondeu que “Fiquei na dúvida se era para responder assim ou pra fazer só o quadrado”. O que se alinha com o pensamento de Valente (2022), em como o aluno interpreta o objeto a partir da significação inicial que lhe é atribuída.

No terceiro caso, temos a seguinte representação feita pela aluna C:

**Figura 6:** Representação feita pela aluna C (7º ano)



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Nessa representação, a aluna associa a ideia dos pontos A, B, C e D, mas não os relaciona aos vértices do quadrilátero. Nesse sentido, o pensamento geométrico presente na definição foi estruturado, mas não corretamente.

Nas demais representações, esse padrão presente nas figuras 1, 2 e 3 se repetiu. É claro que alguns alunos representaram corretamente e com uma maior variedade de figuras, que não o quadrado ou o retângulo, mas nas duas turmas poucos conseguiram desenvolver o pensamento geométrico a partir da definição de forma plena, e representar o objeto a partir da total compreensão dos elementos. O que evidencia um déficit interpretativo dos conceitos primários fundamentais difundidos por Euclides.

A partir dessa abordagem, deu-se início à construção do *strandbeest* utilizando materiais concretos e atribuindo-lhes sentido pedagógico a partir das relações estabelecidas com os objetos em estudo.

## 7.2 PRIMEIROS PASSOS PARA A CONSTRUÇÃO

Em um primeiro momento, foi entregue a cada grupo um conjunto de 13 palitos de madeira (palitos de picolé). No momento seguinte, foram expostas algumas medidas escritas no quadro, cada uma identificada com uma letra do alfabeto, que iam de A a L, correspondendo à distância entre dois pontos de uma reta (entenderemos a 'reta' como sendo os palitos de picolé), para que fizessem a conversão de milímetro para centímetros. Cada medida estava disposta da seguinte maneira:

**Figura 7:** Tabela da distância entre dois pontos

<b>A</b>	68mm	<b>G</b>	54mm
<b>B</b>	57mm	<b>H</b>	50mm
<b>C</b>	76mm	<b>I</b>	67mm
<b>D</b>	55mm	<b>J</b>	90mm
<b>E</b>	84mm	<b>K</b>	104mm
<b>F</b>	54mm	<b>L</b>	53mm

Foi solicitado, então, que cada grupo se estruturasse em dividir as funções de cada membro, de modo que todos participassem do processo de construção. A partir disso, com o auxílio de réguas, cada grupo iniciou a marcação e identificação dos palitos de picolé (identificando com letras e pontos com distâncias pré estabelecidas no quadro acima).

Nesse processo, a principal dificuldade observada foi na conversão das medidas, de milímetros para centímetros; considerando que apontaremos apenas os questionamentos tomados como mais relevantes em cada turma, a fim de extinguir observações repetidas ou de menor interesse ao objetivo do trabalho.

Foi solicitado então que observassem as marcações na régua. A partir disso, levantou-se a discussão sobre o que significavam aqueles “tracinhos pequenos”, gerando o seguinte debate:

**Pesquisador:** Observem a régua e tentem converter a medida de milímetro para centímetro.

**Turma 8º A:** alguns alunos citaram o fato de que entre o espaço de cada centímetro, existiam 10 ‘tracinhos’ menores. A partir disso, um aluno percebeu que na medida entre os dois pontos do palito A (68mm) existiam 6 cm e restavam 8 ‘tracinhos’.

A partir dessa observação, os demais grupos interpretaram essa conversão a partir da soma de 10mm em 10mm, até alcançarem o valor correspondente. Nesse momento, foi importante que essa construção do pensamento fosse desenvolvido a partir da observação, pois eles conseguiram relacionar a ideia dos “traços” presentes na régua, às noções de centímetro e milímetro. Com isso, construíram inicialmente o pensamento a partir da observação e o estruturaram, ao perceberem que 10mm = 1cm, assim como explorado por Pereira (2020) e Valente (2022).

Além disso, em todas as turmas, a medida da distância entre dois pontos, em que os alunos demarcavam os pontos partindo da lateral da régua e não do ponto 0, foi tido como um problema interpretativo também. O que foi corrigido a partir de uma breve orientação, mas que evidenciou as dificuldades que alguns alunos apresentam em realizar tarefas básicas, geradas, muitas vezes, pela falta de contato prático e funcional de como realizar medidas, muitas vezes relativizadas por se acreditar ser uma ação de senso comum.

A partir da definição de cada medida, cada grupo usou a criatividade para caracterizar os palitos de suas equipes, a fim de despertar o senso lúdico-criativo e

auxiliar no sentido de pertencimento da equipe como parte do processo. A imagem abaixo exemplifica as marcações estabelecidas:

**Figura 8:** Distância entre dois pontos



**Fonte:** elaborado pelo autor (2024)

Em cada turma (constituída por dois grupos), os alunos organizaram o material seguindo as mesmas medidas, totalizando oito partes, sendo uma de cada grupo. Assim, as noções matemáticas inerentes da manipulação do objeto matemático puderam ser vivenciadas por todos os estudantes, ao passo que cada um exercia uma função, seja de medida, perfuração, observação ou avaliação do material desenvolvido pelo grupo. Assim, o uso do MDM auxiliou na fundamentação e construção inicial do pensamento matemático, como discutido por Lorenzato (2010).

### 7.2.1 Construção do Strandbeest

A partir da demarcação dos pontos, com o auxílio de uma máquina de solda, sob supervisão do professor, os alunos perfuraram os pontos com furos de aproximadamente 2,4 mm de diâmetro. Vale destacar, que para a construção da estrutura, os palitos A, B, D, E e F, terão um dos furos com aproximadamente 4,5 mm de diâmetro. Isso ocorre pois os furos menores servirão para a afiação dos palitos de picolé a partir de um palito de dente prensado, como uma espécie de “parafuso”, para gerar sistemas de articulações. Por outro lado, os cinco furos maiores servirão para a afiação do que seriam as pernas do robô em sua base, composta por um motor de redução e dois palitos de churrasco.

Assim, a montagem se estabelece nos seguintes passos: (i) demarcação da distância entre os dois pontos, a partir das medidas apresentadas na figura 7; (ii) perfuração dos pontos, com o uso de um ferro de solda portátil, sob a supervisão do professor; (iii) corte das sobras dos palitos, respeitando um espaço de 5mm entre a extremidade e o ponto demarcado; (iv) montagem das articulações a partir da inserção de um palito de dente nas perfurações, a partir disso, o palito é prensado com o uso de um alicate de modo a estruturar o movimento como uma espécie de parafuso (passo a passo disponível da sequência de disposição de cada parte disponível no Apêndice B; (v) montagem da base com a formação de um triângulo a partir de dois palitos medindo 53mm e um palito com 104mm de distância entre seus pontos, a partir disso, esses triângulos são acoplados no motor de redução DC (disponível no apêndice A) e uma manivela de 20mm é afixada em seu eixo de rotação, com um palito colado que será inserido nos furos A e E de cada uma das “patas”. Essa base triangular deve ser acoplada também do outro lado do motor.

Representamos essa estruturação nas figuras 9 e 11:

**Figura 9:** Alunos perfurando os palitos e afixando-os para formar a estrutura



**Fonte:** elaborado pelo autor (2024)

Esse passo foi importante para as percepções das relações entre os conceitos fundamentais de ponto e reta apresentados por Euclides, além de servir de base para a exploração da formalização do pensamento matemático, ao passo que conseguiram relacionar o ‘palito’ como a reta compreendida a partir da distância entre os dois pontos. Essa ideia faz menção à tabela adaptada das obras de Pinho et al. (2010).

Além disso, as noções advindas da construção e da manipulação dos materiais, tal como as ideias de rigidez de um triângulo, a percepção das relações de desigualdade triangular e a interpretação geométrica de ponto, reta e figuras planas, vão de encontro às discussões de Papert e Piaget, em que o construcionismo e o construtivismo se fundamentam na forma em como os alunos adquirem conhecimento através da exposição a novos sistemas a partir da prática. Nesse sentido, a assimilação e a acomodação ocorrem ao passo que uma nova definição lhes são atribuídas a partir de suas percepções no decorrer da prática.

Vale destacar, ainda, que o professor deve acompanhar e destacar possíveis erros ou equívocos no processo de medida da distância entre os pontos, para que o elemento final funcione corretamente. Entretanto, em caso de disfunções métricas, o erro também pode exercer uma função pedagógica, ao passo que, com o mau funcionamento do elemento, eventuais falhas na montagem sirvam para exemplificar as noções de congruência, simetria e proporcionalidade. Assim, se atribui um significado à compreensão desses conceitos, de modo que se observe, na prática, suas aplicações, contribuições – podendo ser representadas com exemplos cotidianos – e sua importância para o bom funcionamento de diversos sistemas.

Caso necessário, é aconselhável que o professor apresente o vídeo “Robô que anda igual uma aranha: faça você mesmo” do canal do Youtube (Manual do Mundo, 2022) material fonte da elaboração do trabalho, disponível em: <https://youtu.be/LK7M2ftEfrq?si=OAAf9jPpFLbUTDED>.

**Figura 10:** Grupo de alunos assistindo ao vídeo de estruturação do robô

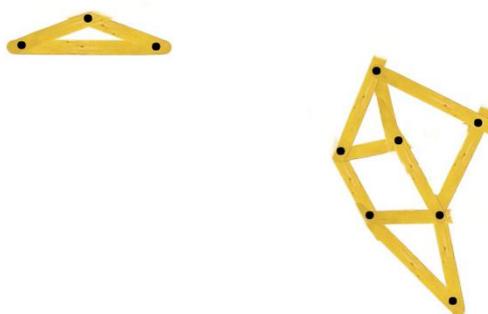


**Fonte:** elaborado pelo autor

Após a montagem de cada uma das oito partes do robô por cada um dos grupos, cada equipe afixou sua parte correspondente na estrutura de base do robô. Cabe ressaltar que a base do robô é composta por: um motor de redução, duas pilhas AA, fios que ligam o motor à estrutura que contém as pilhas (que pode ser montada com papelão), dois triângulos feitos com palitos de picolé e dois palitos de churrasco.

Destaca-se que a base do robô é desenvolvida em um momento à parte e é um fator crucial para o entendimento do material como um protótipo robótico, utilizando o potencial atrativo das noções de robótica para instigar o interesse dos alunos na funcionalidade do elemento e na efetivação das ideias de proporção e deformação de figuras, além de noções iniciais de mecânica.

**Figura 11:** Representação das “patas” e do triângulo da base do protótipo



**Fonte:** elaborado pelo autor (2024)

Pela imagem acima, é possível perceber as relações e objetos geométricos presentes nas “patas” do protótipo do *Strandbeest*: triângulos, quadriláteros, pontos e retas. A partir de tais elementos, foi possível debater sobre a estrutura dos polígonos, sobretudo, triângulos e quadriláteros, destacando seus elementos, classificações, propriedades, além de sua construção. Tais aplicações, contemplaram as habilidades (EF07MA25), (EF07MA26) e (EF07MA29), previstas pela BNCC para o 7º ano, assim como as habilidades (EF08MA14) e (EF08MA19), estipuladas para o 8º ano.

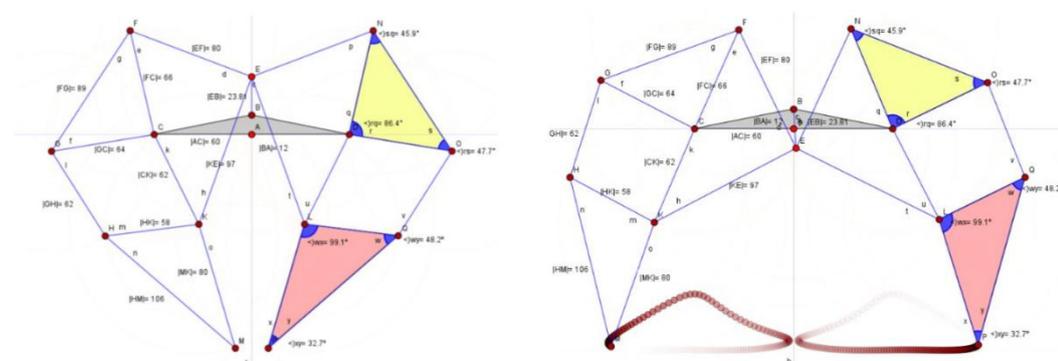
### 7.3 FUNCIONAMENTO DO ROBÔ E RELAÇÃO COM O OBJETO MATEMÁTICO

A partir da manipulação dos materiais e da montagem do robô, é o momento de acioná-lo, observando e indagando os alunos sobre quais relações são visíveis em seu funcionamento.

No processo de ativação do robô, foi explorado a ludicidade, por ser um elemento não usual no âmbito educacional onde foi realizada a pesquisa, além do potencial atrativo, que chamou atenção de outras turmas e membros da escola. Além disso, esse momento de observação de como as noções geométricas se relacionam com o correto funcionamento do elemento, como ele se move, como suas partes se interligam e como ocorre o processo algorítmico de suas proporções, é de extrema importância para os questionamentos, discussões e relações entre conceito e figura durante a sequência de conteúdo, como discutidos por Pereira (2020).

No funcionamento do robô, é possível observar o seguinte movimento:

**Figura 12:** Movimento realizado pelo protótipo simulando uma passada



Fonte: Gomes (2021)

Percebe-se nessa simulação a ação realizada no movimento, em que quando uma das “patas” rotaciona por cima, a outra realiza o movimento espelhado, mas rotacionando por baixo, o que confere um movimento mimetizado das funções biológicas dos seres. Isso é possível pelas relações de proporcionalidades desenvolvidas por Jansen durante anos de pesquisa, até o desenvolvimento do mecanismo.

Nessa parte da atividade, todas as turmas participantes puderam ter o contato com o protótipo do mecanismo Jansen em funcionamento. Nessa atmosfera, é de suma importância a ação intencional do professor como mediador dos questionamentos, para que a atividade não perca sua funcionalidade pedagógica, como discutido por Roldão (2007), momento em que se destacam os seguintes debates a partir das indagações a seguir:

1. O que de diferente vocês observam nos triângulos e nos quadriláteros?
2. Por que o robô consegue se mover?
3. Onde será que está a Matemática nesse robô?

Traremos, novamente alguns recortes das discussões originadas nas quatro turmas, elencando as discussões de maior relevância para o embasamento do estudo.

- **Turma 8° ano A** – As principais discussões a partir dos questionamentos surgiram em torno de que os quadriláteros se “amassavam”, trazendo a ideia de que são figuras que se deformam. A partir dessa visão, um outro aluno deduziu que as marcações das articulações poderiam ser vistas como os pontos A, B, C e D, do quadrilátero. Ainda nesse ambiente de percepções, o interesse pelos aspectos tecnológicos, do teor robótico do material, foi também levantado, discutindo-se sobre a necessidade da efetivação de mais atividades práticas que instiguem a construção e manipulação de materiais.
- **Turma 8° ano B** – Os debates na turma do 8° ano B, giraram em torno dos questionamentos anteriores, mas acrescido da ideia de que enquanto os quadriláteros se mexiam, os triângulos permaneciam parados. Essa ideia apontada por alguns alunos, remete as noções da rigidez geométrica do triângulo, que embasou discussões sobre o motivo pelo qual apenas os quadriláteros se deformavam.
- **Turma 7° ano A** – Nesse caso, uma das “patas” do protótipo precisou ser reestruturada, pois sua desproporcionalidade com relação as outras ocasionou o mal funcionamento do mecanismo. Nesse sentido, quando questionados sobre o motivo do ocorrido, um aluno levantou a hipótese de que “foi porque erraram alguma medida e ficou torto”. A partir dessa resposta, discutimos sobre as noções de proporcionalidade obtidas através das relações das distâncias entre os dois pontos, abordando introdutoriamente as ideias de congruência de triângulos.
- **Turma 7° ano B** – No 7° ano B, a atmosfera de ideias se entrelaçou em torno de como a matemática estaria presente naquele robô, a fim de firmar debates sobre a usabilidade matemática para além de fórmulas e padrões aritméticos. Nesse sentido, as discussões e percepções giraram em torno das noções das medidas demarcadas entre os dois pontos, além das figuras planas presentes na estrutura de cada parte do objeto. Além disso, as visões sobre como a matemática e as relações presentes no mecanismo são elementos usuais no dia a dia, basearam as compreensões acerca de como o estudo da matemática

influencia na nossa percepção da realidade, desenvolve nosso raciocínio e nossos sentidos: lógico, hipotético e dedutivo, como proposto pela BNCC.

Sob essa perspectiva, a Matemática Escolar apresentada por Moreira e David (2005), apresenta-se sob a introdução de conjunto de saberes produzidos, fundamentados e discutidos dentro de sala de aula, em que as discussões e percepções de cada elemento do Mecanismo Jansen (*Strandbeest*) embasaram as noções e definições abordadas pelo livro didático.

Outrossim, as noções atribuídas a partir do mecanismo, concretizaram um pensamento geométrico inicial, não substituindo a formalidade conceitual das definições de cada objeto geométrico, suas noções, elementos e propriedades. Isto é, a prática serviu como complemento metodológico para fundamentar as noções iniciais sobre os entes geométricos e os objetos do conhecimento discutidos na unidade, dando base às relações posteriores entre o físico e o abstrato, como defendido por Lorenzato (2020).

Paralelo a isso, a prática aplicada se encaixa nas definições de uma metodologia ativa, ao passo que os estudantes são expostos a situações que incentivem a exploração e a autonomia na interpretação de um objeto em estudo. Além do uso e manipulação de materiais atribuindo-lhes uma significação didática, um sentido matemático, envolvendo os alunos em um objetivo de aprendizagem Passos (2006) e Cavalcante (2007).

Nesse certame, todo o processo de planejamento, construção e discussões dos elementos, partiram das relações entre MDM e Robótica Educacional, a fim de se explorar as unidades do conhecimento de Geometria e Grandezas e medidas a partir de práticas que unam métodos tradicionais a abordagens que alcem o aluno a um papel mais ativo e autônomo. Isto é, onde ele construa seu conhecimento a partir de suas próprias interpretações, pensando e conceituando o que faz a partir de tais relações observadas, Bacich e Moran (2018) e Silva e Moura (2020).

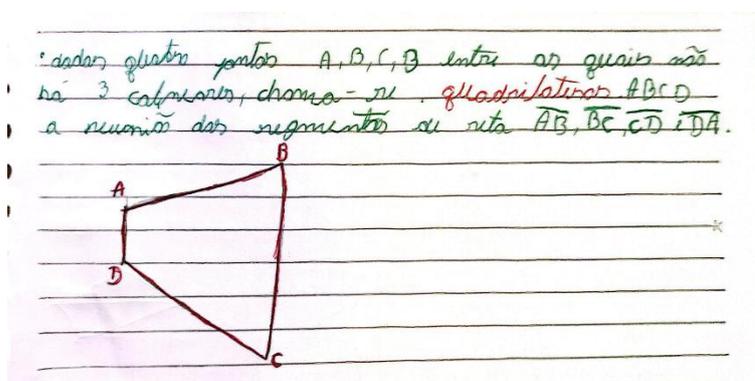
### 7.3.1 Grupo B

Como explorado no início do capítulo, a atividade foi realizada sob duas óticas de aplicação conceitual de um mesmo objeto. No primeiro caso, discutimos como os alunos enxergavam as definições formais sem um contato prévio com representações

físicas ou figurais, analisando como se dava o processo interpretativo inicial de um novo conceito.

Agora, abordaremos o segundo caso, em que a definição formalizada em termos matemáticos foi exposta a partir da exploração da atividade prática vista no capítulo. Para isso, chamaremos as duas turmas utilizadas no processo (7º ano B e 8º ano B) de Grupo B. De forma análoga ao Grupo A, selecionamos três alunos que representem as respostas mais frequentes a partir da mesma definição de quadriláteros exposta no contexto anterior. Os alunos identificados com nomes fictícios de: aluno D, aluno E e aluno F, representaram a definição imposta da seguinte maneira:

**Figura 13:** Aluno D (8º ano)

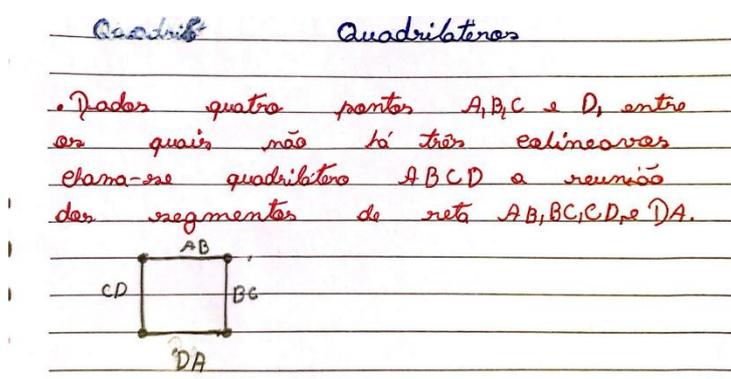


**Fonte:** elaborado pelo autor (2024)

Nessa representação, percebemos uma certa evolução no que se refere às limitações representativas de um quadrilátero, presentes no Grupo A, em que o aluno identifica as mesmas noções, mas em uma figura que não necessariamente parta das ideias de quadrados ou retângulos. Isso evidencia que a partir das deformações dos quadriláteros presentes no mecanismo, foi possível identificar outras estruturas que estão englobadas na mesma definição.

Considerando um outro tipo de representação, temos pela aluna E:

**Figura 14:** Aluna E (7º ano)

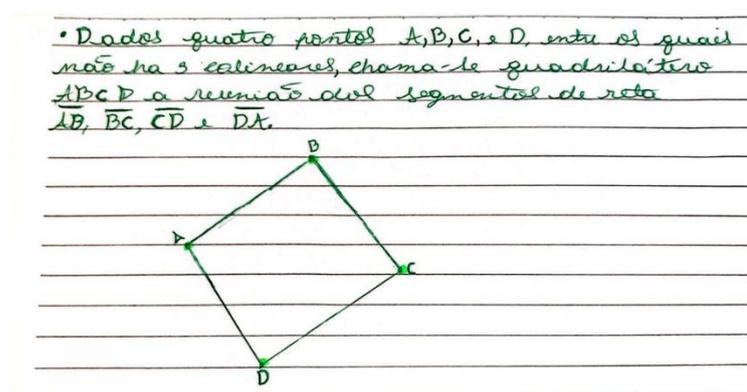


Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Nesse caso, a aluna já consegue identificar os seguimentos de retas definidos a partir da ligação entre dois pontos, conceito defendido por Euclides no Quadro 1. Nessa representação, a aluna ainda permanece na representação paralela e nas noções de congruência dos lados e dos ângulos, mas consegue enxergar as relações entre pontos e retas. Pensamento construído a partir da construção das partes do mecanismo e suas relações matemáticas.

Já no último caso, o aluno F fez a seguinte representação:

**Figura 15:** Aluno F (8º ano)



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Nessa visão, o aluno consegue identificar os pontos A, B, C e D relacionando-os aos vértices do quadrilátero, além disso, as diferentes posições de uma mesma figura com relação a sua rotação.

As demais representações seguem os mesmos pensamentos, representados nas ideias dos alunos D, E e F. Destacando que alguns alunos ainda permaneceram

com algumas limitações com relação a representação figural de um objeto a partir de sua definição, mas agora em um nível muito inferior aos resultados do grupo A. O que indica um resultado satisfatório com relação aos objetivos da atividade.

Nesse contexto, o uso dos materiais manipuláveis como elementos de desenvolvimento da robótica educacional como instrumento metodológico, influenciaram as noções de como os alunos interpretam conceitualmente um novo conteúdo, alicerçado a partir da exposição do antes e do depois da aplicação da prática. Além disso, o uso construtivo da robótica, ajudou a instigar o interesse dos alunos pelo processo de aprendizagem, atribuindo à prática um caráter atrativo, que surge como auxílio na desmitificação da inutilidade do pensamento matemático e na referência estruturada das relações conceituais do pensamento a partir de uma abordagem prática, Lorenzato (2010); Bacich e Moran (2018); Passos (2006).

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, a partir das relações apresentadas é possível identificar as contribuições do uso da robótica em uma perspectiva metodológica no ensino de Geometria. Nesse contexto, destacam-se as noções construídas a partir da manipulação intencionada dos objetos, além da atribuição do saber a partir das ações realizadas pelos professores.

Nesse sentido, percebe-se que os objetivos propostos foram contemplados, a partir da reflexão acerca do uso da robótica educacional sob uma perspectiva educacional, contemplada a partir da exploração de como o conhecimento do aluno foi construído de forma mais sólida e estruturada a partir da aplicação da prática. Além disso, a utilização do MDM, proposta por Lorenzato (2010), foi de extrema importância na atribuição de sentido pedagógico entre o objeto de estudo e materiais não usuais, servindo de instrumento educacional na introdução de conceitos, a partir da ação intencional exercida pelo professor.

Além disso, as estruturas conceituais e figurais, defendidas por Valente (2022), foram conectadas seguindo a exposição e construção do elemento, associando debates sobre as percepções dos objetos, sua estrutura e funcionamento, aos conceitos geométricos. Dessa forma, a Matemática escolar, elencada por Moreira e David (2005), é entendida a partir de sua estruturação usual, tida, agora, como elemento de desenvolvimento cognitivo do sujeito aprendente, sendo entendida pelo aluno como uma área essencial para a compreensão de questões inerentes a uma ampla gama de situações e não apenas ao ciclo escolar.

Nesse cenário, fica evidente as contribuições da proposta aplicada para o Ensino de Matemática, sobretudo, no campo da Geometria, além da funcionalidade educacional da inserção das noções da robótica no ensino, apesar das dificuldades encontradas. Nesse sentido, o Mecanismo Jansen (*Strandbeest*) é um excelente instrumento de atribuição de sentido ao que se ensina, além de seu potencial atrativo, que serve de auxílio para a introdução de um novo conteúdo, quebrando os estigmas associados a não usabilidade daqueles conceitos no cotidiano.

Dessa forma, a sala de aula funciona como um lugar em que o sujeito aprendente constrói seu conhecimento unido à mediação do professor, fazendo com que o campo da Geometria seja explorado de uma forma mais ampla e transformando a escola em um lugar de construção de conhecimento e não apenas de transmissão.

Assim, os questionamentos sobre qual sentido do aprender no campo da matemática e do seu uso numa perspectiva social, podem ser esclarecidos e compreendidos a partir de uma visão mais assertiva, diminuindo concepções errôneas e melhorando o interesse pelo desenvolvimento do saber matemático.

Portanto, o professor exerce um importante papel no que se refere a inserção de metodologias focadas no modo em como o aluno aprende. Assim, o uso de práticas que instiguem o interesse primário pelo que se irá ensinar, pode ser um agente facilitador na atribuição de sentido ao saber escolar. Assim, o aluno aprende a partir de uma base instrucional mais sólida e menos deslocada de sua realidade, enfraquecendo paradigmas e trazendo um caráter de maior relevância sob o que se ensina e o que se aprende.

## REFERÊNCIAS

- ALIMISIS, D. Educational robotics: Open questions and new challenges. **Themes in Science and Technology Education**, v. 6, n. 1, p. 63-71, 2013. Disponível em: <http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/119>.
- BACICH, L; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares Nacionais: matemática**. Brasília: MEC; SEF, 1998.
- CAETANO, M. M. **A gênese do *strandbeest***: alguns aspectos sobre os limites entre organismos e máquinas. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Antropologia Social) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.
- CAMPOS, F. R. **Currículo, tecnologias e robótica na educação básica**. Dissertação (Doutorado em Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011).
- CAVALCANTE, L. B.; ROCHA, J. A.; LIMA, J. M.; ROCHA, C. Materiais Didáticos e aula de Matemática. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 9, 2007, Belo Horizonte. **Anais do IX ENEM: SBEM / SBEM-MG**, 2007, p. 1-13.
- CHAVARRÍA, M.; SALDAÑO, A. La robótica educativa como una inovativa interfaz educativa entre el alumno y una situación-problema. **Didáctica y Educación**, n. 2, 2010.
- CHIZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 8. Ed. São Paulo: Cortez, 2006.
- COSTA, A. P. **A construção de um modelo de níveis de desenvolvimento do pensamento geométrico: o caso dos quadriláteros notáveis**. Dissertação (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.
- EVES, H. **Introdução à história da matemática** / Howard Eves, tradução Hygino H. Domingues. 5º ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011.
- GOMES, M. A. **Modelagem e desenvolvimento de um mecanismo Jansen para o uso como material de apoio da disciplina de mecanismos**. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.
- IEZZI, G.; DOLCE, O.; MAHADO, A. **Matemática e realidade**. Cap. 9, p. 115. Ed. 10, São Paulo, 2022.

JUNIOR, L. A. S. **O discurso de professores de ciências relativo ao uso da robótica na cidade do Recife**. Dissertação (Pós-graduação no Ensino de Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

LORENZATO, S. **Para aprender matemática**. 3. ed. rev. Coleção formação de professores – Campinas, SP: Autores Associados, 2010.

KUMAR, R. Theo Jansen on his passion for developing strandbeests into ever evolving creatures. Stirword, 2020. Disponível em: <https://dornob.com/wp-content/uploads/2016/09/Jensen-strandbeests-beach-animals-4.jpg>. Acesso em: 19/08/2024.

MANUAL DO MUNDO. Robô que anda igual aranha: faça você mesmo. YouTube, 26/03/2022. Disponível em: <https://youtu.be/LK7M2ftEfrg?si=OAAf9jPpFLbUTDED>. Acesso em: 12/05/2024.

MOREIRA, P.C.; DAVID, M.M.M.S. **A formação matemática do professor: licenciatura e prática docente escolar**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

MOURA, M, O. **O educador matemático na coletividade de formação: uma experiência com a escola pública**. 2000. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PASSOS, C. L. B. Materiais manipuláveis como recurso didático na formação de professores. In: LORENZATO, S. (ED) **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. São Paulo: Autores Associados, p. 77-92, 2006.

PEREIRA, A. N. **Conhecimentos matemáticos para o ensino de geometria na educação básica**. 2020. Dissertação (Doutorado em Educação Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

PIAGET, J. **A construção do real na criança**. Tradução Ramon Américo Vasques. 3 ed. São Paula: Ed. Ática, 1996.

PINHO, J. L. R.; BATISTA, E.; CARVALHO, N. T. B. **Geometria I**. 2 ed. – Florianópolis: EAD/UFSC/CED/CFM, 2010.

PRADO, J. P. A.; MORCELI, G. Robótica educacional: do conceito e robótica aplicada à concepção dos kits. In PERALTA, D. A. (Org.). **Robótica e Processos Formativos: da epistemologia dos kits**. Porto Alegre: Editora Fi, 2019. P. 31-57.

ROLDÃO, M, do C. Função docente: natureza e construção do conhecimento profissional. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 34, jan-abr 2007.

SANTIN, M. M.; SILVA, J. A. da S.; BOTELHO, S. S. da C. TOPOBO. Aspectos motivacionais do uso da robótica com crianças. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 3, p. 1-11, 2012.

SÁTYRO, N. G. D.; D'ALBUQUERQUE, R. W. O que é um estudo de caso e quais as suas potencialidades? **Revista Sociedade e Cultura**. V. 23, 2020.

SILVA, J.T.; MOURA, D.B. **Metodologias ativas na aprendizagem: um desafio para o professor do século XXI**. Formação Docente e Trabalho Pedagógico: Diálogos Fecundos. Org. Andréa Koachhann. Editora Scotti, Goiânia, 2020. p. 193- 209.

TARDIF, M. O trabalho docente, a pedagogia e o ensino: interações humanas, tecnologias e dilemas. **Cadernos de Educação**, n. 16, 2001.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. 9. Ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

VALENTE, W. R. A matemática do ensino como um saber profissional do professor que ensina matemática: contribuições da história da educação matemática para a educação matemática. In. **Tendências em educação matemática na infância**. [livro eletrônico] org. CIRÍACO, K. T.; OLIVEIRA, C. A. SBEM, 2022.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.

**APÊNDICE A – MOTOR DE REDUÇÃO DC**

**APÊNDICE B – ORDEM DE DISPOSIÇÃO E AFIXAÇÃO DOS PALITOS**