



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO  
PERNAMBUCANO  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA  
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

**ANDERSON LUCAS LEITE**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA**

SALGUEIRO-PE

2024

**ANDERSON LUCAS LEITE**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Licenciatura Plena em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador(a): Prof. Me. Getúlio Eduardo Rodrigues de Paiva.

SALGUEIRO-PE

2024

Ficha Catalográfica  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
IF Sertão PE – Campus Salgueiro

---

L533 Leite, Anderson Lucas.

Robótica educacional como metodologia de ensino de física /  
Anderson Lucas Leite. - Salgueiro, 2024.

41 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano,  
Campus Salgueiro, 2024.

Orientação: Prof. Msc. Getúlio Eduardo Rodrigues de Paiva.

1. Ensino de Física. 2. Ensino Médio. 3. Física. 4. Robótica Educacional. I. Título.

CDD 530.07

---

**Para citar esse documento:**

LEITE, Anderson Lucas. **Robótica educacional como metodologia de ensino de física.** Salgueiro, PE, 2024, 41f. Monografia (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do sertão Pernambucano (IF Sertão PE) / Campus Salgueiro, Salgueiro, PE, 2024.



INSTITUTO FEDERAL  
Sertão Pernambucano



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
CAMPUS SALGUEIRO  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

## ATA DE DEFESA PÚBLICA

Ata de defesa pública da monografia apresentada com Trabalho de Conclusão de Curso do aluno **ANDERSON LUCAS LEITE**, concluinte do curso de Licenciatura em Física.

Aos cinco dias do mês de novembro do ano de dois mil e vinte e quatro, reuniram-se, no Auditório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano/*campus* Salgueiro, os pesquisadores **Jose Jerfeson Barros dos Santos** (membro externo), **Samuel Santos Feitosa** (membro interno) e **Getúlio E. R. Paiva** (orientador) para a banca de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso do estudante **ANDERSON LUCAS LEITE** intitulado “**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA**”. O orientador iniciou os trabalhos às dezenove horas e quarenta minutos. A apresentação do candidato foi finalizada às vinte horas e quarenta cinco minutos, momento em que a banca procedeu com as arguições. Em seguida, os membros da banca se reuniram no mesmo espaço para deliberar sobre a aprovação ou reprovação do candidato. Após essas deliberações, o estudante foi considerado **aprovado** com nota de **8,0 (oito pontos)**, mediante a entrega das correções textuais solicitadas por esta banca no prazo regimental. Sem mais, encerra-se a presente ata de defesa pública que segue lavrada pelos membros da banca.

Salgueiro, 05 de novembro de 2024

### BANCA EXAMINADORA

Prof. Getúlio E. R. Paiva (orientador)  
IF SERTÃO-PE/*campus* Salgueiro

Prof. Samuel Santos Feitosa (membro interno)  
IF SERTÃO-PE/*campus* Salgueiro

Prof. José Jerfeson Barros dos Santos (membro externo)  
EREM Professor Urbano Gomes de Sá

Dedico este estudo a todas as pessoas que me apoiaram durante esse processo. A meus pais que sempre me incentivaram a estudar e seguir em frente. A minhas avós, meu grande exemplo de persistência mesmo em meio às diversidades. A minha família por ser meu alicerce em todas as fases em minha vida. Ao todos por todo amor, apoio e compreensão em dias turbulentos. A meus amigos, por nunca me abandonarem nessa jornada. Dedico esse estudo a todos vocês com muito amor e com a certeza de que estarão presentes em todas minhas próximas conquistas.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradecer a Deus por, ao longo deste processo complicado e desgastante, me ter feito ver o caminho, nos momentos em que pensei em desistir. Não posso deixar de agradecer a este Instituto Federal por ser um espaço que privilegia o conhecimento e onde todas as ideias são bem recebidas. Deixo também um agradecimento especial aos meus professores, pois sem eles esta monografia não teria sido possível. Aos meus pais, eu devo a vida e todas as oportunidades que nela tive e que espero um dia poder lhes retribuir. Agradeço ainda aos meus amigos e familiares que ao longo desta etapa me encorajaram e me apoiaram, fazendo com que esta fosse uma das melhores fases da minha vida.

“Estudar física é estar na trilha  
do campeão”.  
(Isidor Isaac Rabi)

## RESUMO

O Ensino de Física no ensino médio tem passado por diversas transformações, tendo em vista que se faz necessário mostrar na escola as possibilidades proporcionadas pela física e pela ciência de um modo geral como formas de construção de realidades sobre o mundo. A robótica educacional caracteriza-se por um ambiente de trabalho multidisciplinar que promove a integração de conceitos de diversas disciplinas como: Matemática, Física, Linguagem e Ciências, além de abranger tecnologias como: mecânica, eletrônica, informática e entre outras. Os alunos tiveram a oportunidade de montar e programar seu próprio sistema robótico, controlando-o através de um computador com *software* especializado. Este estudo consiste em uma pesquisa de campo de caráter exploratório que possui o objetivo de aplicar a robótica educacional como metodologia de ensino de física. Na qual realizou a aplicação com alunos da eletiva de Física do 2º ano do ensino médio que foram atribuídos à função de construir carros e calcularem a velocidade média destes.

**Palavras-chave:** Ensino Médio. Física. Robótica Educacional.

## **ABSTRACT**

The teaching of physics in high school has undergone several transformations, considering that it is necessary to show in school the possibilities provided by physics and science in general as ways of constructing realities about the world. Educational robotics is characterized by a work environment multidisciplinary that promotes the integration of concepts from different disciplines such as Mathematics, Physics, Language and science, in addition to covering technologies such as: Mechanics, electronics, IT and others. Students had the opportunity to assemble and program their own robotic system, controlling it through a computer with specialized software. This study consists of an exploratory field research that aims to apply educational robotics as a methodology for teaching physics. In which he carried out the application with Physics elective students in the 2nd year of high school who were assigned the task of building cars and calculating their average speed. In which he carried out the application with Physics elective students in the 2nd year of high school who were assigned the task of building cars and calculating their average speed.

**Keywords:** Physics. Educational Robotics. Middle school.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	- Kit 9797 da marca Lego MINDSTORMS Education NXT 2.0 .....	25
<b>FIGURA 2</b>	- Tela inicial do software utilizado para programação dos carros robôs ...	25
<b>FIGURA 3</b>	- Montagem do carro robô com auxílio Kit de Robótica Educaciona destinado ao estudo de cinemática (velocidade média) .....	26
<b>FIGURA 4</b>	- Montagem do carro robô com auxílio Kit de Robótica Educaciona destinado ao estudo de cinemática (velocidade média) .....	26
<b>FIGURA 5</b>	- Montagem do carro robô com auxílio Kit de Robótica Educaciona destinado ao estudo de cinemática (velocidade média) .....	27
<b>FIGURA 6</b>	- Carro (robô) construído pelo grupo1 .....	28
<b>FIGURA 7</b>	- Carro (robô) construído pelo grupo 2 .....	29
<b>FIGURA 8</b>	- Carro (robô) construído pelo grupo 3 .....	30
<b>FIGURA 9</b>	- Carro (robô) construído pelo grupo 4 .....	31
<b>FIGURA 10</b>	- Carro (robô) construído pelo grupo 5 .....	32
<b>FIGURA 11</b>	- Competição dos carros robôs na quadra poliesportiva .....	36
<b>FIGURA 12</b>	- Carro vencedor, produzido pelo grupo 3 .....	36

## LISTA DE GRÁFICOS

**GRÁFICO 1** – Velocidades obtidas no laboratório pelos Grupos 1, 2, 3, 4 e 5.

..... 34

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – Dados colhidos no laboratório para obtenção da velocidade média pelo grupo 1 .....	29
<b>TABELA 2</b> – Dados colhidos no laboratório para obtenção da velocidade média pelo grupo 2 .....	30
<b>TABELA 3</b> – Dados colhidos no laboratório para obtenção da velocidade média pelo grupo 3 .....	31
<b>TABELA 4</b> – Dados colhidos no laboratório, para obtenção da velocidade média pelo grupo 4 .....	32
<b>TABELA 5</b> – Dados colhidos no laboratório para obtenção da velocidade média pelo grupo 5 .....	33
<b>TABELA 6</b> – Colocação dos carros robô na corrida na quadra poliesportiva .. .....	36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
IA	Inteligência Artificial
V <sub>m</sub>	Velocidade Média
$\Delta s$	Variação do espaço
$\Delta t$	Variação do tempo
s	Segundos
m/s	Metros por segundos
km/h	Quilômetros por horas
cm	Centímetros
ZDP	Zona de Desenvolvimento Próximo
EREMOM	Escola de Referência em Ensino Médio Odorico Melo

## LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca Registrada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	14
<b>2 A ROBÓTICA EDUCACIONAL</b>	16
2.1 ORIGEM	19
2.2 AS TEORIAS DE APRENDIZAGEM DE JEAN PIAGET E LEV VYGOSTSKY	22
<b>3 METODOLOGIA</b>	24
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	28
<b>5 CONCLUSÃO</b>	37
<b>REFERÊNCIAS</b>	38

## 1 INTRODUÇÃO

Ao analisar o contexto escolar, nota-se que ele se encontra cada vez mais associado às incertezas, aos novos desafios e à heterogeneidade, nas quais a escola é direcionada a ter uma formação compatível com o mundo contemporâneo, no sentido de garantir uma preparação para encarar o que se espera encontrar depois dela (Ricardo; Freire, 2007).

Segundo Freire e Guimarães (2003), o uso das tecnologias no âmbito escolar não vem para anulá-la, mas sim para contribuir com o surgimento de uma escola que atenda às novas exigências sociais, que não se esquivem em dialogar e conviver com os meios de comunicação. Tendo em vista a necessidade de uma educação que promova a criatividade e o sentido de invenção dos indivíduos (Resnick, 2007), reconhecendo a importância dessas habilidades para os dias atuais.

Sendo assim, o meio de aprendizagem pode ser definido a partir de um conceito sintético, como o modo com que o ser humano retém novos conhecimentos, como afloram novas responsabilidades e como mudam seus comportamentos através de experiências renovadas (Silva, 2021).

Diante desta perspectiva, Liguori (1997) aponta que, a escola, percebendo as mudanças na sociedade, deve preparar os alunos para a vida de acordo com estas. Assim, em resposta às necessidades do atual mundo produtivo, deve-se garantir aos estudantes o mínimo de conhecimento tecnológico que os capacitem a enfrentar alguns dos desafios que lhes são colocados diariamente.

Dessa forma, na era digital em que se vive, a utilização da tecnologia no currículo escolar é um aspecto novo e cada vez mais necessário, em especial, para o ensino da física. Para isso é possível utilizar elementos como, a robótica educacional (RE), simuladores e aplicativos, que ajudam a suprir a falta de estrutura de muitas escolas, como a carência de um laboratório de física (Diniz, 2001).

Essa abordagem da tecnologia para a aprendizagem condiz com as orientações presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), promovendo um ensino de física mais inclusivo e protagonista no cotidiano do estudante. A sua utilização possibilita ainda não repetir os erros do passado, como a escassez do ensino experimental de física que viabiliza um ensino menos expositivo, com menor foco nas técnicas de memorização, mas sim no estímulo à curiosidade do estudante e o seu espírito científico; levando-o a observar no seu cotidiano os conceitos que estão sendo debatidos em sala de aula (Maulaes, 2017).

Logo, a utilização da RE é uma forma de viabilizar o conhecimento científico-tecnológico e, ao mesmo tempo, induzir a criatividade e a experimentação com um forte apelo lúdico. Através dela, o aluno entra em contato com novas tecnologias com aplicações práticas ligadas a assuntos que fazem parte do seu cotidiano, utilizando conhecimentos sobre mecânica, matemática, programação, dentre outros (Oliveira, 2007).

O seu uso permite que os estudantes explorem novas ideias e descubram novos caminhos na aplicação de conceitos adquiridos em sala de aula e na resolução de problemas, desenvolvendo a capacidade de elaborar hipóteses, realizar pesquisas, investigar soluções, desenvolver a capacidade crítica e reflexiva, exercitar o raciocínio lógico, estabelecer relações e tirar conclusões (Santos, Menezes, 2005; Cruz *et al.*, 2007; Liguori, 1997).

Contudo, para isso é necessário que os professores se sintam confortáveis para utilizar esses novos auxiliares didáticos, que os conheça e domine os principais procedimentos técnicos para a sua utilização (Kenski, 2003). Tendo em vista que, ensinar não é apenas transmitir conhecimento, mas sim criar possibilidades para produção ou construção do mesmo. O professor ao entrar na sala de aula deve estar aberto a indagações, à curiosidade e a inquietude dos alunos, para que a educação seja pautada na apreensão da realidade, e no exercício do seu senso crítico (FREIRE, 1996).

Portanto, entende-se que, a robótica pode ser uma forte aliada no processo de cativar o conhecimento, pois sendo bem conduzida, tende a possibilitar uma aprendizagem ativa, dialogal e participativa, onde o aluno passa a atuar como sujeito do processo de construção do seu conhecimento. Ela permite a união de vários recursos tecnológicos em situações de ensino-aprendizagem de uma forma lúdica, interessante e motivadora. Além de oportunizar o estímulo ao pré-*design*, a engenharia e habilidades de computação, desenvolvendo atividades altamente relevantes para a modernização do currículo escolar (Expoente, 2005).

Desse modo, este estudo busca aplicar a RE como metodologia de ensino de física e apresentar uma pesquisa exploratória e como tal possui como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (Gil, 1991).

## 2 A ROBÓTICA EDUCACIONAL

A Robótica pode ser descrita como “a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com pouca ou nenhuma intervenção humana” (Ars Consult, 1995, p. 21). Essa é uma área multidisciplinar, que integra disciplinas como Matemática, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Inteligência Artificial, entre outras. Com o avanço atual dos inúmeros recursos que os sistemas de microcomputadores oferecem, a Robótica vem ganhando espaço, permitindo inclusive o desenvolvimento de robôs inteligentes.

Além disso, a robótica caracteriza-se pelo desenvolvimento em grupo de suas atividades, possibilitando aos sujeitos trabalharem em conjunto, exercerem funções de cooperação e colaboração. Nesse sentido, durante o processo de trabalho, desenvolvem-se as habilidades de discussão e trabalho em grupo, organização, criação e comunicação, além de fortalecer outras características que nos tornam aptos a conviver e trabalhar em sociedade (Moraes, 2010; Steffen, 2002).

Segundo o Dicionário Interativo da Educação Brasileira, Robótica Educacional ou Pedagógica é um termo que define ambientes de aprendizagem onde utilizam-se materiais de sucata ou de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares, viabilizando programar, de alguma forma, o funcionamento de modelos (Menezes; Santos, 2015).

Para outros autores, a Robótica Educativa se refere ao controle de mecanismos eletroeletrônicos por um computador capaz de interagir com o meio e executar ações definidas por um programa, criado a partir destas interações. Trata-se, portanto, de uma proposta educacional apoiada na experimentação e recursos metodológicos que propiciem o alcance de importantes objetivos educacionais (Araújo E Abib, 2003; Maisonnette, 2002).

Tendo em vista que a aprendizagem é fundamentalmente uma experiência social, de interação pela linguagem e pela ação, a utilização da robótica possibilita a criação de novas formas de interação com o mundo. Essa interação deve favorecer a cooperação e autonomia, assegurando o protagonismo do indivíduo na construção do conhecimento e possibilitando resultados de ordem cognitiva, afetiva e de ação (Silva *et al.*, 2009).

Assim, na construção de um modelo robótico, a cooperação ocorre quando os problemas são analisados e resolvidos em grupo e a autonomia é exercida na medida em que cada indivíduo tem responsabilidade por uma parte da solução, e no respeito

aos demais. No qual, todos participam da solução, unindo a dúvida de um e a certeza do outro para que o grupo cresça e se desenvolva (Silva *et al.*, 2009).

A partir dela é possível contribuir para a formação de novas competências por promover o contato direto com as tecnologias, permitindo sua construção ou desconstrução abrangendo novos conhecimentos e possibilitando ao aluno planejar, projetar, criar, desenvolver e avaliar a aquisição e a apropriação do que foi aprendido (Brito *et al.*, 2018).

Com isso, dado o seu caráter multidisciplinar, a robótica constitui-se como uma área interdisciplinar, que estimula os educandos a buscarem soluções envolvendo conhecimentos de outras áreas, permitindo-o à experimentação e testagem de hipóteses, bem como favorecendo a mediação pedagógica do professor, e colaborando para a formação do cidadão alfabetizado tecnologicamente, capaz de atuar ativamente na sociedade a partir de um novo ambiente educacional (Brito *et al.*, 2018).

Logo, para que o professor consiga utilizar a RE a favor da aprendizagem ele precisa ir além da mudança nos materiais e métodos. É necessário antes de tudo, compreender que o foco da aprendizagem é a busca da informação significativa (Brito *et al.*, 2018), da pesquisa e do desenvolvimento de projetos e não somente da transmissão de conteúdos específicos (Moran, 2009). Nessa mesma perspectiva, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) afirmam que,

Uma consequência imediata da sociedade de informação é que a sobrevivência nesse ambiente requer o aprendizado contínuo ao longo de toda a vida. Esse novo modo de ser requer que o aluno, para além de adquirir determinadas informações e desenvolver habilidades para realizar certas tarefas, deve aprender a aprender, para continuar aprendendo. Essas novas exigências requerem um novo comportamento dos professores que devem deixar de serem transmissores de conhecimentos para serem mediadores, facilitadores da aquisição de conhecimentos; devem estimular a realização de pesquisas, a produção de conhecimentos e o trabalho em grupo (BRASIL, 2013, p. 163.).

Percebe-se, pois, a valorização das Diretrizes Curriculares Nacionais para a promoção de um currículo integrado, que possibilite o desenvolvimento de habilidades que vão além da retenção de conteúdo, mas da sua aplicabilidade no cotidiano do aluno para que este seja capaz de criar soluções para problemas a partir do que foi aprendido.

Para isso, a respeito da metodologia de ensino que deve ser adotada, as DCN

afirmam que a pesquisa deve ser adotada como princípio pedagógico, devendo estar presente em toda a educação escolar dos que vivem/viverão do próprio trabalho. Visto que, a partir dela será possível instigar a curiosidade do estudante sobre o mundo que o cerca, gerando inquietude e possibilitando que o estudante possa ser protagonista na busca de informações e de saberes (Brasil, 2013).

Dessa forma, a escola da atualidade tem como um de seus desafios, o de reestruturar a sua prática sob pena de se tornar um ambiente contraditório, no qual ao invés de os estudantes estarem aprendendo, encontram-se apenas dissolvidos na passividade da absorção de conteúdo. E, para que isso não aconteça a escola deve considerar como alternativa o uso de instrumentos e maneiras inovadoras de ensinar e, nessa perspectiva, a RE parece ser uma alternativa promissora (Brito *et al.*, 2018).

Nesse sentido, a prática pedagógica precisa ser contextualizada e deve aproximar o conteúdo ao cotidiano do aluno, para que este possa estabelecer relação entre os conceitos e sua aplicabilidade a partir da linguagem matemática, e o uso da RE é uma prática potencializadora para tanto (Carvalho, 2013). Devendo o professor atuar como mediador nesse processo (Zilli, 2004).

Portanto, nota-se que a mediação é um desafio a ser superado, pois o professor precisa desenvolver essa habilidade e desvincular-se do papel de transmissor de conhecimento, uma prática já consolidada no modelo de educação tradicional (Brito *et al.*, 2018). E essa mudança na forma de ensinar, reflete inclusive, no comportamento dos alunos, na sua motivação e interesse para o aprendizado, como é possível notar no estudo de Maliuk (2009):

A turma era considerada extremamente desmotivada e desinteressada. Quando os alunos tinham a oportunidade de sair da sala—durante trocas de períodos, aulas de Educação Física, entradas e saídas da escola, etc., sempre eram vistos gritando ou correndo pelos corredores, brigando ou incomodando outras turmas. [...] todos os grupos queriam mostrar seu trabalho. [...] pela primeira vez, ao baterem nas portas de outras turmas, não corriam para se esconder no momento em que o professor abrisse a porta, mas aguardavam com um grande sorriso de satisfação a expressão de surpresa de todos que admiravam suas construções. Voltaram para aula mais animados do que nunca e sua única tristeza se deu no momento de desmontar os robôs, pois parecia que nesse pequeno espaço de tempo já haviam criado vínculos afetivos com os mesmos. No mesmo dia, ao ir devolver a chave do Laboratório de Informática à secretária, a secretária fez grandes elogios às montagens que os alunos levaram para mostrar. Mas o mais marcante foi sua pergunta final: -Escuta, essa não era aquela turma terrível? Terrível aqui no sentido de bagunceira. E mais: “bagunça” não produtiva (Maliuk, 2009, p. 79-80).

Sendo assim, a utilização da robótica no ambiente escolar é responsável pela

mudança de comportamento dos estudantes e dos funcionários. Alunos que antes eram tidos como desmotivados, pela escola, demonstraram maior motivação e consequente interesse; funcionários que antes viam esses alunos como terríveis, agora os elogiavam (Maliuk, 2009).

Contudo, para tanto, é preciso desenvolver o interesse dos jovens para essas atividades, identificando a afinidade deles com cada abordagem, para que se sintam instigados, por exemplo, quando as atividades são trabalhadas através de histórias ou em contato com outros campos do saber e áreas de interesse, como música e arte (Resnick, 2000). Já que diferentes estudantes são atraídos por diferentes tipos de atividades de robótica, para aqueles que possuem interesse em carros despertam sua motivação para criar carros motorizados, enquanto aqueles com interesse em arte ou música são mais propensos a fazer criações robóticas artísticas (Benitti, 2012).

Outro fator que desperta o interesse dos jovens pela RE é a personificação, um aspecto inovador que pode ser introduzido nas atividades de robótica para torná-las mais significativas para os alunos, por exemplo quando estes movimentam seu próprio corpo e depois programam um robô para cumprir uma determinada tarefa (Lu et al., 2011). Outra maneira de facilitar o aprendizado personificado com os robôs seria fazer com que os aprendizes manipulem o sistema robótico, fazendo perguntas para reencenar ou seguir movimentos dos robôs através dos gestos, por exemplo (De Koning; Tabbers, 2011).

Logo, nessa perspectiva, Martins (2012) utilizando a Robótica da LEGO em aulas de Matemática numa escola de Porto Alegre, constatou, dentre outros resultados, um maior envolvimento dos estudantes nos estudos de matemática e robótica, e o desenvolvimento da habilidade de resolução de problemas a partir aceitação do erro como uma estratégia para essa busca. Portanto, a utilização da robótica educacional implica em ganhos para o processo de ensino e aprendizagem.

## **2.1 ORIGEM**

A Robótica Educacional foi desenvolvida a partir das ideias de Seymour Papert, seu precursor. Ele escreveu dois livros de grande relevância para essa temática: “LOGO: computadores e educação” e “A Máquina das Crianças”: repensando a escola na era da informática. Lançados, respectivamente, nas décadas de 1980 e 1990, abordando as suas principais ideias e quais conclusões foram encontradas em seus estudos com crianças de todas as idades (Santos; Silva, 2020).

Papert, era matemático e trabalhou com Jean Piaget (1959-1964), aonde voltou sua atenção para a natureza do pensamento a partir da infância (Papert, 1985). Logo após, mudou-se para Cambridge e passou a desenvolver seus estudos ainda com foco na natureza do pensamento, em especial, como fazer as máquinas pensarem, a Inteligência Artificial (IA) (Santos; Silva, 2020).

Apesar de ser influenciado pelas ideias de Piaget, Papert ainda se questionava sobre como criar condições para que mais conhecimento pudesse ser adquirido pelas crianças, diante da ideia piagetiana de que elas aprendem muito mais sem serem ensinadas (Papert, 1985). A partir disso, ele formulou duas ideias que permearam a primeira obra e que deram origem a sua trajetória como idealizador de um ambiente computacional para aprendizagem. São elas:

- 1) Mudanças significativas em padrões de desenvolvimento intelectual acontecerão através da mudança cultural; e 2) o mais provável condutor de mudanças culturais potencialmente relevantes no futuro próximo é a presença cada vez mais difundida do computador (Papert, 1985, p. 252).

Assim, em 1967, Papert começou a esboçar suas ideias para uma linguagem de programação que seria adequada para crianças, a LOGO. Para ele, o ideal seria criar uma linguagem de forma facilitada para iniciantes que não detém o domínio da Matemática, cuja é a principal disciplina trabalhada e foco de sua aprendizagem (Santos; Silva, 2020).

Para Papert (1985) o uso da LOGO propicia o sentimento de domínio sobre os modernos e poderosos equipamentos tecnológicos; maior intimidade com a ciência, Matemática e construção de modelos intelectuais; maior capacidade de exploração a partir da própria maneira de pensar; percepção do funcionamento contínuo das coisas, não estando necessariamente certas ou erradas; as crianças aprendem que o professor também é um aprendiz; e elas transferem os hábitos da vida real para a construção de teorias científicas (Santos; Silva, 2020).

Essas vantagens estão atreladas às duras críticas feitas pelo autor à cultura e ao ensino da escola tradicional que se perpetua, em alguns lugares, até os dias atuais. Como ocorre na cultura de aptidões e inaptidões, que rotulam os estudantes em matemáticos ou não matemáticos, artísticos ou não artísticos etc.; a divisão do conhecimento em Humanas e Exatas, e a classificação das pessoas como inteligentes para uma dessas áreas; e o modelo de aprendizagem matemática decoreba, que não é significativo para o aprendiz (Papert, 1985).

Para romper com esses paradigmas foi criada uma linguagem de programação associada ao ambiente LOGO, composto por uma linguagem e uma tartaruga cibernética. Sua primeira versão (1968-1969) não possuía a parte gráfica: os alunos escreveram programas que transformaram inglês em Pig Latin, programas para jogos de estratégia (PAPERT, 1985). Contudo, o ambiente mais popular do LOGO envolveu a Tartaruga (*Turtle*), cuja representação tinha caráter abstrato nas telas dos computadores ou poderia ser um objeto lúdico físico capaz de andar e ser tocado (Santos; Silva, 2020).

Nesse sentido, a Tartaruga virtual ou física foi criada sob a perspectiva de ser um “objeto-de-pensar-com”, cujo objetivo era estimular a aprendizagem das crianças a partir da apropriação destas à sua própria maneira, assim como a experiência que o próprio Papert tivera com as engrenagens que instrumentalizaram a sua aprendizagem matemática. Sendo assim, o uso da LOGO foi idealizado para ser uma linguagem de programação simples, fácil de ser programada e que possui comandos que fazem a Tartaruga se movimentar, formando as imagens geométricas que as crianças desejassem, proporcionando a aprendizagem da geometria para esse público (Santos; Silva, 2020; Papert, 1985).

Após a criação da linguagem LOGO, Papert passa a incorporar ideias de mudança mais uma vez, questionando o uso da tartaruga, como uma linguagem que tenha relação com a vida da maioria das crianças. Foi a partir disso, que Seymour Papert desistiu de tentar atrair as crianças para seu mundo cibernético de tartarugas, para fazer com que a cibernética entrasse na vida das mesmas (Papert, 2008).

Assim, na década de 1980, estabeleceu-se uma parceria entre a linguagem de programação LOGO e os brinquedos de encaixe da tradicional marca LEGO. Para ele, tendo em vista a afinidade das crianças para construir coisas seria viável utilizar um conjunto de construção e a ele acrescentar o que quer que seja necessário para torná-lo um modelo cibernético. Com isso, elas poderiam construir uma tartaruga com motores e sensores e utilizá-la como uma forma de escrever programas em LOGO que possam guiá-las; ou, qualquer outro artefato que desejassem, limitadas apenas por sua imaginação e habilidades técnicas (Papert, 2008).

Sendo assim, além da Tartaruga-Geométrica, Papert também focou em outras aprendizagens paralelas, como a filosofia educacional e o Construcionismo, uma reconstrução pessoal do Construtivismo de Jean Piaget, na qual as crianças são incentivadas a corrigir seus erros ao invés de apagar um programa inteiro, e, desse

modo, são capazes de romper o paradigma de que errar é ruim, estimulando a criança a utilizar a situação como uma oportunidade de aprender (Papert, 1994).

Tendo em vista que, o uso dessa ferramenta para Papert torna os alunos criadores de conhecimento, utilizando a máquina como uma ferramenta capaz de afetar a maneira das pessoas pensarem e aprenderem, uma vez que viabiliza a criação, reflexão e depuração das ideias. Na visão do autor, os sujeitos deixam de ser apenas receptores de um conhecimento pronto e acabado e passam a criá-lo com o uso do computador (Azevedo; Aguaé; Pitta, 2010).

Portanto, o construcionismo de Papert (2008), tem a concepção de que o aprendizado é uma atitude ativa, onde o aluno constrói seu próprio conhecimento por meio da interação com um *software* apropriado (o ambiente LOGO). Pois, ao estar programando os passos da tartaruga ou de qualquer outro dispositivo cibernético que o aluno venha a construir por meio agora, dos brinquedos de encaixe adaptados para a robótica, o aluno estará “ensinando o computador a pensar”. Há, assim, a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam.

## **2.2 AS TEORIAS DE APRENDIZAGEM DE JEAN PIAGET E LEV VYGOSTSKY**

As teorias da aprendizagem são formuladas para interpretar de forma sistemática a área do conhecimento da aprendizagem, fornecendo as perspectivas específicas de cada autor sobre o ver, explicar e prever o que é observado e para encontrar soluções para problemas relacionados ao aprendizado (Moreira, 2011). Nesse sentido, as teorias de aprendizagem desenvolvidas por Jean Piaget, Paulo Freire e Lev Vygotsky trouxeram contribuições profundas para a educação, oferecendo diferentes abordagens sobre como o conhecimento é construído.

Sir Jean William Fritz Piaget foi um epistemólogo suíço, e na sua teoria construtivista ele descreve quatro períodos do desenvolvimento cognitivo: sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto e operacional-formal (Garcia; Hirschmann, 2020). Em sua teoria, o aprendizado ocorre através dos processos de assimilação e acomodação, no qual a mente é desafiada a adaptar seus esquemas de entendimento para incorporar novas experiências, levando a uma dinâmica de desequilíbrio e reequilíbrio para o desenvolvimento cognitivo (Ostermann; Cavalcanti, 2011).

Nesse contexto, a teoria de Jean Piaget não foca diretamente no aprendizado, no entanto explica que a aprendizagem ocorre através do esquema de assimilação para acomodação. Assim, para ele, o processo de aprendizagem é a habilidade de se reorganizar mentalmente para alcançar um novo equilíbrio. O ensino, portanto, deve promover esse mecanismo (Marques, 2013).

Contraopondo a Teoria de Piaget, para Lev Semenovitch Vygotsky o processo de aprendizagem não acontece a partir de uma associação de informações, mas é um processo interno, ativo e interpessoal, concebendo o homem como um ser histórico e produto de um conjunto das relações sociais (Vygotski, 1989).

A essência do pensamento de Vygotsky é que as funções psicológicas possuem uma base biológica, uma vez que derivam da atividade cerebral. No entanto, o funcionamento psicológico é fundamentado nas interações sociais entre o indivíduo e o ambiente externo, que evoluem ao longo de um processo histórico. Dessa forma, a conexão entre o ser humano e o mundo é intermediada por sistemas simbólicos (Marques, 2013).

É essencial ressaltar o papel do professor na identificação dos elementos fundamentais nas interações sociais do aluno, visto que os sistemas de símbolos, a linguagem e os diagramas usados pelo professor têm grande importância, pois através da utilização desses recursos e o modo como é usado a aprendizagem flui de maneira significativa (Ostermann; Cavalcanti, 2011).

Em relação a teoria do conhecimento do educador Paulo Freire, permeia o olhar crítico e libertador no qual destaca a importância de partir da análise da realidade dos alunos, ou seja, do que eles trazem de suas próprias vivências e percepções, complementadas pela organização e orientação do educador (Feitosa, 1999).

Nesse sentido, a partir desse processo, surgem os temas geradores, que são assuntos importantes relacionados à problematização das experiências diárias dos estudantes. Os conteúdos de ensino são, assim, frutos de uma metodologia baseada no diálogo e na troca ativa entre educador e educando, e não de uma educação bancária e pré-programada (Feitosa, 1999).

Por fim, essas teorias compartilham uma visão comum, de que o aluno é um agente ativo na construção do conhecimento, e o professor deve promover um ambiente que favoreça o seu desenvolvimento, a interação e a reflexão para o conhecimento. Juntas, essas teorias produzem uma base variada para práticas

pedagógicas que valorizam o potencial do educando e promovem um aprendizado significativo e transformador.

### 3 METODOLOGIA

Tendo em vista que, a área de Robótica Educacional ainda é pouco explorada no ensino e há poucos relatos sobre seu uso, a escolha desta técnica de pesquisa se mostra oportuna. Quanto a sua natureza, trata-se de uma pesquisa de campo (Silva E Menezes, 2001), que envolve uma metodologia de investigação qualitativa e aplicou a teoria de aprendizagem defendida por Vygotsky.

O estudo foi realizado na Escola de Referência em Ensino Médio Odorico Melo (EREMOM). Os envolvidos neste estudo são alunos da turma da eletiva do 2º ano do Ensino Médio, na disciplina de Física. Visando ampliar o interesse dos discentes pela Física e promover a associação dos conteúdos escolares com o cotidiano, principalmente no que se refere ao funcionamento de aparatos tecnológicos.

A metodologia consistiu na montagem de carros robô, que deveriam percorrer 5,5 metros repetidas vezes para ser calculada sua velocidade média e em seguida desenvolver uma corrida entre os mesmos. Para a aplicação, foi solicitado que cada grupo fizesse um carro para nele trabalhar a velocidade média, a partir da seguinte equação:

$$Vm = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1)$$

Inicialmente, foram utilizadas duas aulas com a finalidade de apresentar o plano do projeto. Após a apresentação, foram iniciadas as inscrições, as quais ficaram sob a responsabilidade da parte pedagógica da escola. Ao término das inscrições, já havíamos alcançado bons resultados, pois a coordenadora pedagógica da instituição informou que a eletiva de robótica foi a que obteve o maior número de inscrições. No entanto, assim como nas outras, havia um limite de vagas. Dessa forma, foi realizado o reconhecimento dos quarenta alunos que iriam participar.

Em seguida, foram aplicadas quatro aulas para apresentar o kit de RE, o kit

utilizado foi o 9797 da marca Lego® MINDSTORMS Education NXT 2.0. A escola disponibilizou onze kits, cinco computadores, quadra de esportes e os laboratórios de física e informática para o desenvolvimento do projeto na turma de eletiva de física.

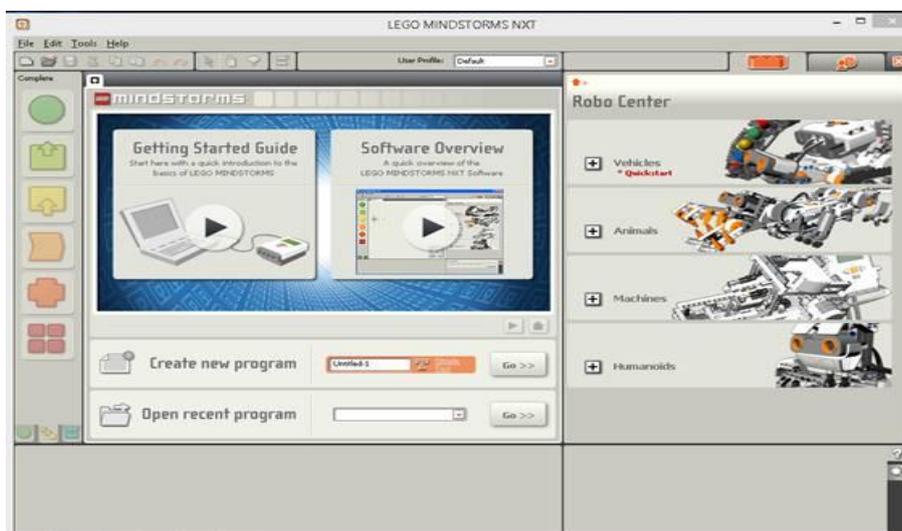
**FIGURA 1** - Kit 9797 da marca Lego MINDSTORMS Education NXT 2.0



Fonte: <https://www.wskits.com.br/9797-9695-nxt>

Após o recolhimento do *kit*, destinaram-se quatro aulas a fim de apresentar o *software* e todas as ferramentas nele inserido necessárias para programar os carros robôs. Tendo conhecimento de tudo que seria essencial para confecção e programação dos carros, os alunos deram início aos seus projetos. A turma de 40 alunos foi dividida em cinco equipes de oito participantes, onde, todos integrantes de cada grupo ajudaram tanto diretamente como também indiretamente na confecção dos carros robô, pois como se tratava de peça de lego, alguns preferiram apenas dar sugestões ao invés de montar. Cada equipe recebeu um *kit*.

**FIGURA 2-** Tela inicial do *software* utilizado para programação dos carros robôs



Fonte: [http://www.virtual.ufc.br/solar/aula\\_link/SOLAR\\_2/Curso\\_Livre/Cursos\\_Herbert/Robotica/02.html](http://www.virtual.ufc.br/solar/aula_link/SOLAR_2/Curso_Livre/Cursos_Herbert/Robotica/02.html)

Depois de dez aulas, os alunos finalizaram a montagem do carro e apenas três integrantes do grupo ficou responsável pela programação que teve duração de mais duas aulas. Para programar, os alunos dirigiram-se até o laboratório de informática e os estudantes de cada equipe ficaram responsáveis por programar seu próprio robô.

**FIGURA 3** - Montagem do carro robô com auxílio Kit de Robótica Educacional destinado ao estudo de cinemática (velocidade média)



Fonte: Autoria própria 2023

**FIGURA 4** - Montagem do carro robô com auxílio Kit de Robótica Educacional destinado ao estudo de cinemática (velocidade média)



Fonte: Autoria própria. 2023.

Uma vez que todos os carros já tinham sido produzidos, programados e suas baterias totalmente carregadas, dentro do laboratório de física, foi reservado um espaço de cinco metros e meio e, com o auxílio de um cronômetro, um dos membros de cada equipe ficou responsável para verificar o tempo que cada carrinho percorreria esse mesmo trajeto. Com a ajuda de mais dois participantes de cada grupo, um no início e outro no final do percurso, essa observação foi repetida dez vezes para cada carrinho, essa recorrência se deu para obtenção de um tempo médio e, em seguida, usando a média do tempo e o espaço percorrido por os carros robôs, foi alcançado por meio da fórmula para determinar suas velocidades médias (1).

Por último, todos os carros tiveram suas baterias carregadas em 100% novamente e feito todos os reparos necessários. Em seguida, os alunos deslocaram-se até a quadra de esporte da escola, onde foi realizada uma corrida para comparar as velocidades obtidas no laboratório com quem cruzaria a linha de chegada em um percurso de vinte metros, assim foi concluído o projeto de estudar física com o auxílio da RE.

**FIGURA 5** - Montagem do carro robô com auxílio Kit de Robótica Educacional destinado ao estudo de cinemática (velocidade média)



Fonte: Autoria própria. 2023.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a montagem e programação dos robôs (carros), foi realizada a medição da velocidade média de cada carrinho, utilizando o procedimento descrito na seção anterior. Para obtenção dos seguintes resultados, o professor saiu do papel de transmissor e passou a atuar como mediador.

Em sua teoria, Vygotsky tem como um dos principais conceitos a Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP), o termo relaciona o que o aluno já desenvolve sozinho com o que precisa ser intermediada por alguém com mais experiência. Para o autor, essa mediação é essencial para o aprendizado (Miranda, 2005). Sendo orientado pelo professor, os alunos conseguiram os seguintes resultados:

**FIGURA 6** – Carro (robô) construído pelo grupo1



Fonte: Autoria própria, 2023.

O grupo um, sem querer perder tempo na montagem de seu robô e visando utilizar o menor número possível de peças, preferiu pesquisar em manuais de montagem disponíveis no laboratório algo que pudesse ser útil para a construção de seu carro. Os estudantes decidiram construir uma miniatura de um *buggy*, um veículo de pequeno porte geralmente utilizado em terrenos como dunas, areia, grama e barro.

O *buggy*, tanto o automóvel quanto a miniatura, é muito leve. Ele era constituído por uma base (chassi) feita com pequenas peças de Lego, um motor, dois eixos de rotação, um bloco programável NXT (central de comandos) e quatro pneus com diâmetro médio e grosso quando comparados aos disponíveis no kit. Esses

pneus foram logo substituídos por pneus com diâmetro maior e mais fino. Unidos ao motor, posicionado paralelo ao eixo dianteiro, foram fixadas duas engrenagens de maior dente, que foram acopladas a outras engrenagens de menor dente instaladas nos eixos de rotação dianteiros, conforme mostrado na Figura 6.

**TABELA 1** – Dados colhidos no laboratório para obtenção da velocidade média pelo grupo 1

Medições	$\Delta s$ (m)	$\Delta t$ (s)
1	5,5	3,33
2	5,5	3,37
3	5,5	3,53
4	5,5	3,29
5	5,5	3,29
6	5,5	3,21
7	5,5	3,29
8	5,5	3,16
9	5,5	3,42
10	5,5	3,35
Média do $\Delta t$ (s)	$V_m = \Delta s / \Delta t$ (m/s)	$V_m = \Delta s / \Delta t$ (km/h)
3,32	1,65	5,94

Fonte: Elaborado pelo autor.

**FIGURA 7** – Carro (robô) construído pelo grupo 2



Fonte: Autoria própria. 2023.

O grupo dois optou por confeccionar seu robô usando como base um carro disponível nos manuais de montagem. Este carro, destinado a cabo de guerra, era projetado para trabalhar com força, embora fosse considerado razoavelmente leve. Utilizando o chassi feito por peças de Lego disponíveis no kit, foram fixados dois motores, dois eixos de rotação, um dianteiro e outro traseiro, quatro pneus com

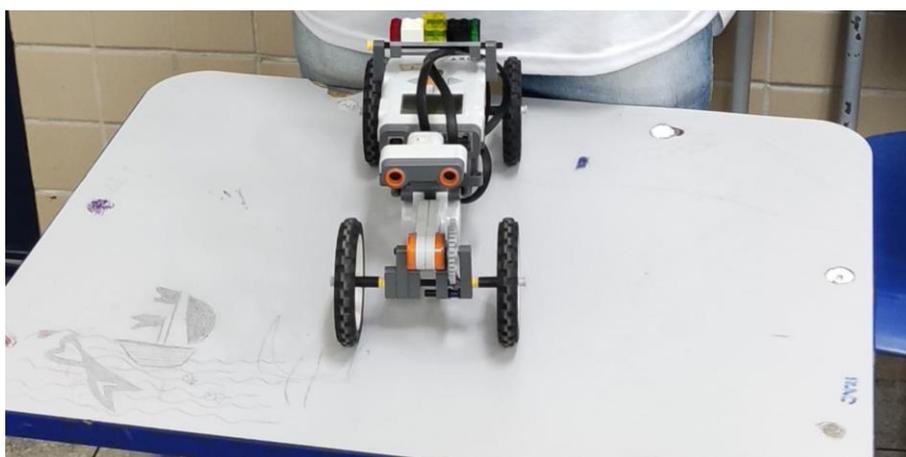
diâmetro médio e largura considerada grossa, e um bloco programável NXT. Junto aos motores, foram acopladas duas engrenagens em cada um, de menor dente, que foram engrenadas a outras engrenagens, de maior dente, fixadas nos eixos, tornando o mesmo com tração nas quatro rodas, conforme mostrado na Figura 7.

**TABELA 2** – Dados colhidos no laboratório para obtenção da velocidade média pelo grupo 2

Medições	$\Delta s$ (m)	$\Delta t$ (s)
1	5,5	3,97
2	5,5	3,88
3	5,5	4,00
4	5,5	3,96
5	5,5	4,00
6	5,5	4,00
7	5,5	4,10
8	5,5	4,14
9	5,5	3,87
10	5,5	4,03
<b>Média do <math>\Delta t</math>(s)</b>	<b><math>V_m = \Delta s / \Delta t</math> (m/s)</b>	<b><math>V_m = \Delta s / \Delta t</math> (km/h)</b>
<b>3,99</b>	<b>1,37</b>	<b>4,93</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**FIGURA 8** – Carro (robô) construído pelo grupo 3



Fonte: Autoria própria. 2023.

O grupo três decidiu utilizar a mesma estrutura utilizada pelo Grupo 1, fazendo as seguintes modificações: ao contrário do primeiro grupo, os participantes preferiram usar dois motores, um paralelo ao eixo dianteiro e outro ao eixo traseiro. Fixadas aos motores, foi acoplada apenas uma engrenagem com um maior número de dentes, que foi engrenada a outra engrenagem com um menor número de dentes fixa aos eixos. Uma estava presa ao eixo dianteiro, enquanto a outra estava fixada ao eixo traseiro.

Isso fez com que o carro possuísse tração nas quatro rodas, ao contrário do carro base, que tinha apenas tração dianteira.

Em seguida, os estudantes mantiveram as rodas idênticas às do Grupo 1, pois eram maiores e mais leves. Por fim, foi adaptado um sensor ultrassônico capaz de detectar objetos à frente, evitando colisões quando o robô estivesse a trinta centímetros (30 cm) de distância.

**TABELA 3** – Dados colhidos no laboratório para obtenção da velocidade média pelo grupo 3

Medições	$\Delta s$ (m)	$\Delta t$ (s)
1	5,5	3,15
2	5,5	2,99
3	5,5	3,25
4	5,5	3,36
5	5,5	3,39
6	5,5	3,29
7	5,5	3,28
8	5,5	3,15
9	5,5	3,21
10	5,5	3,37
Média do $\Delta t$ (s)	$V_m = \Delta s / \Delta t$ (m/s)	$V_m = \Delta s / \Delta t$ (km/h)
3,24	1,69	6,08

Fonte: Elaborado pelo autor.

**FIGURA 9** - Carro (robô) produzido pelo grupo 4



Fonte: Autoria própria. 2023.

Diferentemente dos Grupos 1, 2 e 3, o Grupo 4 resolveu não consultar nenhum tipo de manual de montagem, construindo apenas com suas criatividade. Isso

resultou em um carro mais largo, alto e pesado que os demais. Distinguindo-se apenas pelo chassi, a base para segurar o bloco programável NXT e o comprimento dos eixos, a mecânica utilizada foi a mesma do Grupo 2, como mostra a Figura 9.

**TABELA 4** – Dados colhidos no laboratório para obtenção da velocidade média pelo grupo 4

Medições	$\Delta s$ (m)	$\Delta t$ (s)
1	5,5	5,10
2	5,5	5,23
3	5,5	5,17
4	5,5	5,15
5	5,5	5,18
6	5,5	5,20
7	5,5	5,23
8	5,5	5,25
9	5,5	5,20
10	5,5	5,23
Média do $\Delta t$ (s)	$V_m = \Delta s / \Delta t$ (m/s)	$V_m = \Delta s / \Delta t$ (km/h)
5,19	1,05	3,78

Fonte: Elaborado pelo autor.

**FIGURA 10** - Carro (robô) produzido pelo grupo 5



Fonte: Autoria própria. 2023.

O quinto e último grupo também fez consulta aos manuais de montagem, construindo um robô com apenas um motor, um bloco programável NXT e um chassi considerado o maior entre todos os grupos. Para suportar o peso do bloco, utilizaram seis pneus: dois considerados grandes e finos, dois pequenos e grossos, e dois pequenos e finos, como mostra a Figura 10.

**TABELA 5** – Dados colhidos no laboratório para obtenção da velocidade média pelo grupo 5

Medições	$\Delta s$ (m)	$\Delta t$ (s)
1	5,5	4,38
2	5,5	4,58
3	5,5	4,48
4	5,5	4,11
5	5,5	4,38
6	5,5	4,27
7	5,5	4,35
8	5,5	4,38
9	5,5	4,28
10	5,5	4,27
Média do $\Delta t$ (s)	$V_m = \Delta s / \Delta t$ (m/s)	$V_m = \Delta s / \Delta t$ (km/h)
4,34	1,26	4,53

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentro do laboratório, durante a fase de testes, os alunos já perceberam que os robôs produzidos pelos Grupos 1 e 3 se destacaram por suas velocidades. Isso motivou os demais grupos a se empenharem para melhorar os seus, realizando pesquisas sobre mecânica e aerodinâmica para aprimorar a estrutura e alcançar maiores velocidades. Assim, as equipes desenvolveram uma competitividade ao longo do projeto.

Segundo Quadros *et al.* (2010), a competitividade auxilia para uma boa aprendizagem quando os alunos tornam o ato de competir como forma de buscar novos conhecimentos. Assim a competitividade deixa de ser preocupante quando os discentes têm o olhar voltado totalmente para o ensino aprendizagem. De acordo com Reveredito (2008), “*mais importante que tentar compreender a competição, é compreender o sujeito que compete, assim como os sujeitos que especificam seus fins*”.

Assim, os alunos dos Grupos 2, 4 e 5 começaram a discutir quais eram os fatores que tornavam os carros dos demais grupos superiores aos deles. Com isso, perceberam que os robôs em destaque tinham menor número de peças, tornando-os mais leves e influenciando diretamente nas velocidades dos mesmos. Outra observação foi que os pneus não eram acoplados diretamente ao motor; em vez disso, eram unidos por duas engrenagens, uma presa ao motor e outra ao eixo de rotação.

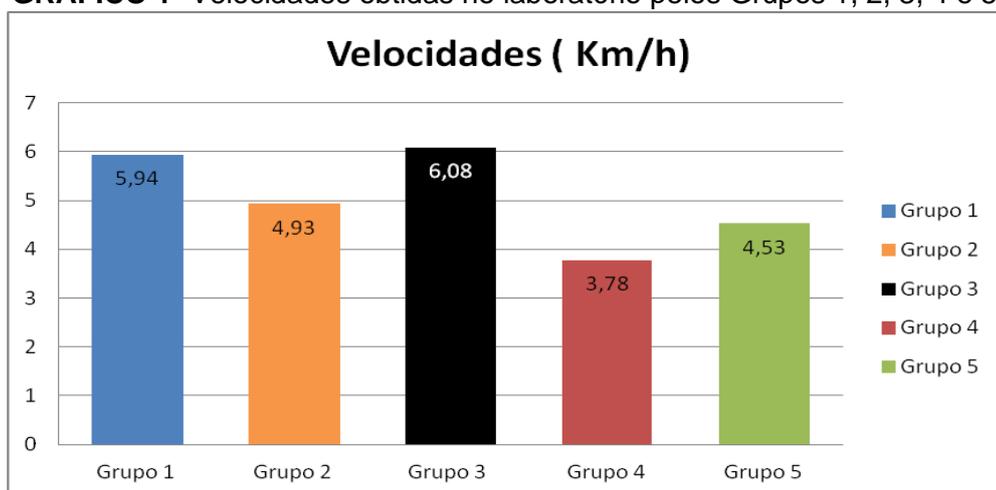
Suponhamos que temos duas engrenagens, uma delas ligadas ao eixo do motor, chamada engrenagem de entrada, e a outra, chamada engrenagem

de saída. O torque gerado na engrenagem de saída é proporcional ao torque na engrenagem de entrada e à razão entre os raios das duas engrenagens. Aqui está a regra geral: Se a engrenagem de saída é maior do que a engrenagem de entrada, o torque aumenta. Se a engrenagem de saída é menor do que a engrenagem de entrada, o torque diminui (Matarić, 2014, p.57-58).

Após algumas pesquisas em busca de aumentar suas velocidades, as equipes começaram a mexer nas estruturas e mecânicas dos carros. O Grupo 1, destacando-se, decidiu deixar como estava, com uma estrutura leve e apenas um motor, ao qual estavam acopladas duas engrenagens com maior número de dentes. O Grupo 2, mesmo reduzindo a quantidade de peças, não conseguiu deixar seu robô com peso inferior ao da primeira equipe, mas utilizou dois motores e acoplou a eles duas engrenagens com menor número de dentes.

O Grupo 3, mantendo a mesma estrutura da equipe inicial, alterou apenas a quantidade de motores, passando de um para dois motores utilizados e mantendo acoplada a eles uma engrenagem com maior número de dentes. O Grupo 4 manteve a mesma mecânica da segunda equipe, mas sua estrutura era a mais pesada em relação aos demais. O quinto e último grupo decidiu permanecer com a mesma mecânica e uma estrutura mais alongada.

**GRÁFICO 1-** Velocidades obtidas no laboratório pelos Grupos 1, 2, 3, 4 e 5.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar o tempo e as velocidades alcançadas no laboratório pelos Grupos 1, 2, 3, 4 e 5, expostas nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5, e no Gráfico 1, podemos perceber que a terceira equipe foi a que fez o percurso em menos tempo e, conseqüentemente, atingiu a maior velocidade.

Esse desempenho se deu devido a alguns fatores. Um deles é o fato de ser um dos carros mais leves, o que faz com que a relação peso/potência tenha um motor mais eficiente. Outro fator, quando comparamos os robôs produzidos pelos Grupos 1 e 3, que possuem as mesmas estruturas e atingiram a maior velocidade, é a presença de um segundo motor. Isso fez com que o peso do carrinho fosse distribuído para os dois motores, influenciando diretamente na velocidade.

Quando juntamos os aspectos já citados com as engrenagens de maior denteção, que foram acopladas aos motores, podemos afirmar que influenciaram diretamente no resultado.

De acordo com Matarić (2014):

Se a engrenagem de saída é maior do que a engrenagem de entrada, a velocidade diminui. Se a engrenagem de saída é menor do que a engrenagem de entrada, a velocidade aumenta. Outra maneira de pensar sobre é: Quando uma engrenagem pequena aciona uma engrenagem maior, o torque é aumentado e a velocidade reduzida. Analogamente, quando uma engrenagem grande impulsiona uma engrenagem menor, o torque diminui e a velocidade aumenta.

Confrontando os dados colhidos no laboratório pelos Grupos 3 e 4, ou seja, o robô mais veloz e o mais lento, percebe-se que o grupo em destaque foi, em média, 1,95 segundos mais rápido, chegando a ser superior em 2,3 quilômetros por hora. Comparando os robôs como um todo (estrutura e mecânica), é perceptível esses resultados, pois além do Grupo 4 utilizar um carro com uma estrutura considerada a mais pesada, os mesmos acoplaram, junto aos motores, engrenagens de menor denteção, fazendo com que o robô ganhasse torque, mas perdesse velocidade.

Ao finalizar essa etapa da testagem dos carros em laboratório, foi realizada uma competição entre os representantes de cada grupo e seus respectivos robôs para comparar as velocidades da corrida com aquelas dispostas no Gráfico 1 (Figura 11). Para isso, os carros foram testados na quadra da referida escola a uma distância de 20 metros, e foi observado quem cruzou a linha de chegada primeiro, gerando um pódio de colocação de maior velocidade para a menor (Tabela 6).

**FIGURA 11** - Competição dos carros robôs na quadra poliesportiva

Fonte: Autoria própria, 2023.

**TABELA 6** – Colocação dos carros robô na corrida na quadra poliesportiva

<b>Primeiro lugar</b>	<b>Segundo lugar</b>	<b>Terceiro lugar</b>	<b>Quarto lugar</b>	<b>Quinto lugar</b>
Grupo 3	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 4	Grupo 5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Verificando as velocidades expressas pelo Gráfico 1 e as colocações exibidas na Tabela 6, identifica-se um resultado inesperado. Pois as velocidades no laboratório não condizem com a quarta e quinta colocação. Isso ocorreu devido a um pequeno problema na estrutura do robô confeccionado pelo Grupo 5. Como tinha um chassi bastante alongado, o mesmo ficou desalinhado, fazendo, no momento da corrida, uma trajetória diferente dos demais, que era em linha reta. Portanto, esse problema ocasionou a chegada em quinto e último lugar.

**FIGURA 12** - Carro vencedor, produzido pelo grupo 3.

Fonte: Autoria própria, 2023.

## 5 CONCLUSÃO

Portanto, é possível notar a influência do uso da robótica para o envolvimento dos alunos nas aulas e conseqüentemente para a sua aprendizagem. Uma vez que eles precisaram utilizar os conhecimentos adquiridos em sala de aula e relacionar com outros de mesma importância para a construção dos robôs.

A partir dessa atividade foram exercitadas as habilidades para o raciocínio crítico e capacidade de resolução de problemas a partir da escolha das melhores peças e modelo mais leve; trabalho em grupo para o alcance de um objetivo em comum e a competitividade saudável, a fim de melhorar seu próprio produto para obter a maior velocidade.

Sendo assim, a partir dos achados, é possível apontar que vários são os fatores que contribuem para um melhor resultado, são eles: a escolha do modelo mais leve, a presença de um segundo motor, para melhor distribuição do peso do carrinho; e o uso de engrenagens de maior denteção, fazendo com que ele perca torque, mas ganhe velocidade. Enquanto que a construção sem o auxílio de um manual e um chassi mais alongado se relacionou a uma menor velocidade.

Portanto, a aplicação dos princípios utilizados nessa atividade, pode tornar mais interativo e dinâmico o ensino dos conceitos da Física no Ensino Médio, e permitir aos alunos uma participação mais ativa, tornando os estudantes protagonistas do seu aprendizado. Além de possibilitar não somente a compreensão do conteúdo, mas a utilidade dos conceitos de movimento e velocidade para o seu cotidiano.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 25, p. 176-194, 2003.
- ARS CONSULT. Apostila de Introdução à Robótica. Recife, 1995.
- AZEVEDO, S.; AGUAÉ, A.; PITTA, R. Minicurso: introdução à robótica educacional. In: **62ª Reunião Anual da SBPC**, 2010. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/b3481605419da1e917763cb33f2dc5f5.pdf>. Acesso em: [31 julho 2024].
- BENITTI, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review. **Computers & Education**, v. 58, n. 3, p. 978-988, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Brasília: MEC, 2013.
- BRITO, R. S.; MOITA, F. M. G. S. C.; LOPES, M. C. Robótica educacional: desafios e possibilidades no trabalho interdisciplinar entre matemática e física. **Ensino da Matemática em Debate**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 27-44, 2018.
- CARVALHO, R. N. **Ensino de matemática através da robótica: movimento do braço mecânico**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- CRUZ, M. E. J. K.; LUX, B.; HAETINGER, W.; ENGELMANN, E. H. C.; HORN, F. Formação Prática do Licenciando em Computação para Trabalho com Robótica Educativa. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 18, 2007. **Anais**, São Paulo, 2007.
- DE KONING, B. B.; TABBERS, H. K. Facilitating understanding of movements in dynamic visualizations: an embodied perspective. **Educational Psychology Review**, v. 23, p. 501-521, 2011.
- DINIZ, S. N. F. **O uso das novas tecnologias na sala de aula**. 2001. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- EXPOENTE. **Robótica pedagógica ainda tem imagem distorcida**. Editora Gráfica Expoente, 2005.14-15p.
- FEITOSA, S. C. S. **Método Paulo Freire: princípios e práticas de uma concepção popular de educação**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- FREIRE, Fernanda MP; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito. Professores construcionistas: a formação em serviço. In: **Memórias: III Congresso**

**Iberoamericano de Informática Educativa: Barranquilla, 8 al 11 [de julio] de 1996.** Red Iberoamericana de Informática Educativa, 1996. p. 13.

FREIRE, Paulo e GUIMARÃES, Sérgio. **A África Ensinando a Gente:** Angola, Guiné-Bissau, São Tomé e Príncipe. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2003.

GARCIA, L. L; HIRSCHMANN, D. R. Teorias da educação: uma abordagem das teorias de aprendizagem e a prática em sala de aula. **Refaqi-Revista de Gestão Educação e tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 10-10, 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

KENSKI, Vani Moreira. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista diálogo educacional**, v. 4, n. 10, p. 1-10, 2003.

LIGUORI, Laura M. As novas tecnologias da informação e da Comunicação no Campo dos Velhos Problemas e Desafios Educacionais: In: LITWIN, Edith (Org.). **Tecnologia Educacional: política histórias e propostas.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

LU, Carol M. et al. Building student understanding and interest in science through embodied experiences with LEGO robotics. In: **EdMedia+ Innovate Learning.** Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2011. p. 2225-2232.

MAISONNETTE, R. A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa. In: *Proinfo - Programa Nacional de Informática na Educação – Paraná*, 2002.

MALIUK, K. D. **Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática.** 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MARTINS, E. F. **Robótica na sala de aula de Matemática: os estudantes aprendem Matemática?** 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MATARIĆ, Maja J. *Introdução à robótica.* São Paulo: Editora Blucher, 2014.

MAULAES, A. B.; SANTOS, C. N. **Metodologia para o ensino de física no ensino médio: um olhar a respeito da motivação.** 2017. Artigo Científico (Pós-Graduação Lato Sensu em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2017.

MENEZES, E. T; SANTOS, T. H. Verbete robótica educacional. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil.** São Paulo: Midiamix Editora, 2015. Disponível em <<https://educabrasil.com.br/robotica-educacional/>>. Acesso em 25 junho. 2024.

MIRANDA, Maria Irene. Conceitos centrais da teoria de Vygotsky e a prática pedagógica. **Ensino em Re-vista**, v. 13, n. 1, p. 7-28, 2005.

MORAES, M. C. **Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos**. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

MORAN, J. M. *Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas*. 8. ed. Campinas, SP: **Papirus**, 2009.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011.

OLIVEIRA, R. **A robótica na aprendizagem da matemática: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade**. 2007. Dissertação (Mestrado em Matemática para o Ensino) – Universidade da Madeira, Madeira/Portugal, 2007.

OSTERMANN, F; CAVALCANTI, C. J. D. H. Teorias de aprendizagem. **UFRGS**, 2011.

PAPERT, S. *Logo: Computadores e educação*. Tradução de José Arnaldo Valente; Beatriz Bitelman e Afira Ripper Vianna. São Paulo: Brasiliense, 1985.

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

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

QUADROS, A. L. et al. Aprendizagem e competição: a olimpíada mineira de química na visão dos professores de ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 3, p. 125-136, 2010.

RESNICK, M.; BERG, R.; EISENBERG, M. Beyond black boxes: bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. **Journal of the Learning Sciences**, v. 9, n. 1, p. 7-30, 2000.

RESNICK, M. Sowing the seeds for a more creative society. **Learning and Leading with Technology**, v. 35, n. 4, p. 18, 2007.

REVERDITO, Riller Silva et al. COMPETIÇÕES ESCOLARES: REFLEXÃO E AÇÃO EM PEDAGOGIA DO ESPORTE PARA FAZER A DIFERENÇA NA ESCOLA. **Pensar a prática**, v. 11, n. 1, p. 37-45, 2008.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 251-266, 2007.

SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. A. Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional. *In: Workshop de*

Informática na Educação / XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2005. **Anais**, São Leopoldo, 2005.

SANTOS, R. C.; SILVA, M. D. F. A robótica educacional: entendendo conceitos. R. bras. **Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 345-366, 2020.

SILVA, J. P. **Uma proposta de ensino de física utilizando a robótica educacional**. 2021. TCC (Curso de Graduação em Física) – CCS Universidade Federal do Ceará (Campus Fortaleza). 2021.

SILVA, A. F.; GONÇALVES, L. M. G.; GUEERREIRO, A. M. G. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 3a edição revisada e atualizada. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Laboratório de Ensino a Distância, 2001.

STEFFEN, H. H. **Robótica pedagógica na educação: um recurso de comunicação, regulação e cognição**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) –Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

VYGOTSKI, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

ZILLI, S. R. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e práticas**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.