

E-BOOK

INOVAÇÕES NO ENSINO- APRENDIZAGEM

DESAFIOS COM O USO DE ROBÓTICA
EDUCACIONAL

Raphaela Gemaque de Pinho



EDITORA DE LIVROS
FORMAÇÃO CONTINUADA



INOVAÇÕES NO ENSINO-APRENDIZAGEM: DESAFIOS COM O USO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

1ª EDIÇÃO. VOLUME 01.



AUTORA

RAPHAELA GEMAQUE DE PINHO

DOI: 10.47538/AC-2023.09



ISBN: 978-65-89928-34-8



Ano 2023



INOVAÇÕES NO ENSINO-APRENDIZAGEM: DESAFIOS COM O USO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

1ª EDIÇÃO. VOLUME 01.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

PINHO, Raphaela Gemaque de

Inovações no ensino-aprendizagem [livro eletrônico]: desafios com o uso de robótica educacional / Raphaela Gemaque de Pinho. -- 1. ed. -- Natal, RN : Amplamente Cursos e Formação Continuada, 2023. PDF.

Bibliografia.

ISBN: 978-65-89928-34-8

DOI: 10.47538/AC-2023.09

1. Ensino-aprendizagem 2. Robótica Educacional 3. Inovação
4. Educação I. Título.

23-160353

CDD-370

Índices para catálogo sistemático:

1. Educação Ensino-aprendizagem: Robótica Educacional: Inovação: Educação 370
Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



Ano 2023



Editora Amplamente
Empresarial Amplamente Ltda.
CNPJ: 35.719.570/0001-10
E-mail: publicacoes@editoraamplamente.com.br
www.amplamentecursos.com
Telefone: (84) 999707-2900
Caixa Postal: 3402
CEP: 59082-971
Natal- Rio Grande do Norte – Brasil
Copyright do Texto © 2023 Os autores
Copyright da Edição © 2023 Editora Amplamente
Declaração dos autores/ Declaração da Editora: disponível em:
<https://www.amplamentecursos.com/politicas-editoriais>
Editora-Chefe: Dayana Lúcia Rodrigues de Freitas
Assistentes Editoriais: Caroline Rodrigues de F. Fernandes; Margarete Freitas Baptista
Bibliotecária: Mônica Karina Santos Reis CRB-15/393
Projeto Gráfico, Edição de Arte e Diagramação: Luciano Luan Gomes Paiva; Caroline Rodrigues de F. Fernandes
Capa: Canva®/Freepik®
Parecer e Revisão por pares: Revisores
Creative Commons. Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional (CC-BY-NC-ND).



Ano 2023

CONSELHO EDITORIAL

Dra. Danyelle Andrade Mota - Universidade Federal de Sergipe
Dra. Débora Cristina Modesto Barbosa - Universidade de Ribeirão Preto
Dra. Elane da Silva Barbosa - Universidade Estadual do Ceará
Dra. Eliana Campêlo Lago - Universidade Estadual do Maranhão
Dr. Everaldo Nery de Andrade - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Dra. Fernanda Miguel de Andrade - Universidade Federal de Pernambuco
Dr. Izael Oliveira Silva - Universidade Federal de Alagoas
Dr. Jakson dos Santos Ribeiro - Universidade Estadual do Maranhão
Dr. Maykon dos Santos Marinho - Faculdade Maurício de Nassau
Dr. Rafael Leal da Silva - Secretaria de Educação e da Ciência e Tecnologia da Paraíba
Dra. Ralydiana Joyce Formiga Moura - Universidade Federal da Paraíba
Dra. Roberta Lopes Augustin - Faculdade Murialdo
Dra. Smalyanna Sgren da Costa Andrade - Universidade Federal da Paraíba
Dra. Viviane Cristhyne Bini Conte - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dr. Wanderley Azevedo de Brito - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

CONSELHO TÉCNICO CIENTÍFICO

Ma. Ana Claudia Silva Lima - Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves
Ma. Andreia Rodrigues de Andrade - Universidade Federal do Piauí
Ma. Camila de Freitas Moraes - Universidade Católica de Pelotas
Me. Carlos Eduardo Krüger - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Ma. Carolina Pessoa Wanderley - Instituto de Pesquisas Quatro Ltda.
Esp. Caroline Rodrigues de Freitas Fernandes – Escola Ressurreição Ltda.
Me. Clécio Danilo Dias da Silva - Universidade Federal do Rio Grande do Norte



Ano 2023



Me. Fabiano Eloy Atílio Batista - Universidade Federal de Viçosa
Me. Francisco Odécio Sales - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará
Me. Fydel Souza Santiago - Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo
Me. Giovane Silva Balbino - Universidade Estadual de Campinas
Ma. Heidy Cristina Boaventura Siqueira - Universidade Estadual de Montes Claros
Me. Jaiurte Gomes Martins da Silva - Universidade Federal Rural de Pernambuco
Me. João Antônio de Sousa Lira - Secretaria Municipal de Educação/SEMED Nova Iorque-MA
Me. João Paulo Falavinha Marcon - Faculdade Campo Real
Me. José Henrique de Lacerda Furtado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Me. José Flôr de Medeiros Júnior - Universidade de Uberaba
Ma. Josicleide de Oliveira Freire - Universidade Federal de Alagoas
Me. Lucas Peres Guimarães - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Ma. Luma Mirely de Souza Brandão - Universidade Tiradentes
Me. Marcel Alcleante Alexandre de Sousa - Universidade Federal da Paraíba
Me. Márcio Bonini Notari - Universidade Federal de Pelotas
Ma. Maria Antônia Ramos Costa - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia
Ma. Maria Inês Branquinho da Costa Neves - Universidade Católica Portuguesa
Me. Milson dos Santos Barbosa - Universidade Tiradentes
Ma. Náyra de Oliveira Frederico Pinto - Universidade Federal do Ceará
Me. Paulo Roberto Meloni Monteiro Bressan - Faculdade de Educação e Meio Ambiente
Ma. Sandy Aparecida Pereira - Universidade Federal do Paraná
Ma. Sirlei de Melo Milani - Universidade do Estado de Mato Grosso
Ma. Viviane Cordeiro de Queiroz - Universidade Federal da Paraíba
Me. Weberson Ferreira Dias - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Me. William Roslindo Paranhos - Universidade Federal de Santa Catarina



DECLARAÇÃO DE AUTORA

A autora desta obra declara que trabalhou ativamente na produção do seu texto, desde o planejamento, organização, criação de plano de pesquisa, revisão de literatura, caracterização metodológica, até mesmo na construção dos dados, interpretações, análises, reflexões e conclusões. A autora atesta que sua obra não possui plágio acadêmico, nem tampouco dados e resultados fraudulentos. Também declara que não possui interesse comercial com a publicação do artigo, objetivando apenas a divulgação científica.



Ano 2023

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LOSANGO DIDÁTICO.	63
FIGURA 2: AUTORA MANUSEANDO A GARRA DO BRAÇO ROBÔ.	76
FIGURA 3: AUTORA ORGANIZANDO OS JUMPERS.	76
FIGURA 4: ALUNO MANUSEANDO O BRAÇO ROBÔ.	77
FIGURA 5: BRAÇO ROBÓTICO CRIADO PELOS ALUNOS DO 1 ANO.	77
FIGURA 6: SERVO MOTOR 9G SG90 & SERVO MOTOR MG 90S.	84
FIGURA 7: ARDUINO COM OS JUMPERS MACHO-MACHO.	85
FIGURA 8: CIRCUITO ELÉTRICO DO BRAÇO ROBÔ.	87
FIGURA 9: AJUSTES NO CIRCUITO ELÉTRICO.	87
FIGURA 10: AUTORA JUNTO COM OS SEUS ALUNOS TIRANDO AS ÚLTIMAS DÚVIDAS.	88
FIGURA 11: EQUIPE TEÓRICA COM A AUTORA.	88
FIGURA 12: EQUIPE DO MAKER.	89
FIGURA 13: EQUIPE TEÓRICA DE MATEMÁTICA.	89
FIGURA 14: EQUIPE DA ORGANIZAÇÃO.	90

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	10
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
1.1 INTRODUÇÃO	10
1.2 JUSTIFICATIVA	14
1.2.1 O interesse pelo STEM	16
1.3 PROBLEMÁTICA	17
1.3.1 Situação problema	19
1.4 OBJETIVOS	20
1.4.1 Objetivo geral	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
 CAPÍTULO II	 21
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 COORDENAÇÃO E USO DA ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO	21
2.2 TECNOLOGIA DA ATUALIDADE	22
2.3 A TECNOLOGIA APLICADA À EDUCAÇÃO	23
2.4 INOVAÇÕES EDUCACIONAIS OBTIDAS	26
2.5 ENSINO DE CÁLCULOS E FUNÇÕES COM AUXÍLIO DA TECNOLOGIA	30
2.6 A ROBÓTICA AUXILIANDO A EDUCAÇÃO EM SALA DE AULA	32
2.7 O CONSTRUTIVISMO DE PIAGET E SUAS CONTRIBUIÇÕES	36
2.8 A FUSÃO TECNOLOGIA E ENSINO	39
2.9 FORMA DE USO DA ROBÓTICA-PEDAGÓGICA EM SALA DE AULA	42
2.10 O MÉTODO STEM NO CAMPO ENSINO-APRENDIZAGEM	49
2.11 FATORES DE IMPLANTAÇÃO DO STEM NA EDUCAÇÃO ESCOLAR	52
2.12 O ARDUÍNO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA	53
2.13 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DO ARDUÍNO NA APRENDIZAGEM	58
2.14 USO DO LÚDICO NA APRENDIZAGEM	60
2.15 A TLS EM SALA DE AULA	61
2.16 A PESQUISA EM DESIGN (DBR) E SUA IMPORTÂNCIA NA EDUCAÇÃO	66
 CAPÍTULO III	 71
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	71
3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA	71
3.2 EXPERIMENTO	72
3.2.1 O braço robô	73
3.2.2 Feira da cultura	75
3.2.3 Plano de curso	77
3.2.4 Montagem do braço robô	84
3.2.5 Circuito elétrico do braço robô	87
3.3 FOTOS ONDE APARECE TODAS AS SEIS ETAPAS DA FEIRA DA CULTURA	88
3.4 COLETA DE DADOS	90
3.5 ANÁLISE DE DADOS	91



CAPÍTULO IV.....	92
RESULTADOS E DISCUSSÕES	92
4.1 AUMENTO DO INTERESSE E MOTIVAÇÃO COM A METODOLOGIA STEM.....	95
4.2 MELHORIA DA COMPREENSÃO COM A METODOLOGIA STEM.....	96
4.3 APRENDIZADO INTERATIVO COM A METODOLOGIA STEM	96
4.4 DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ADICIONAIS COM A METODOLOGIA STEM	97
4.5 PREPARAÇÃO PARA O FUTURO COM A METODOLOGIA STEM	98
4.6 DESAFIOS NO ENSINO EDUCACIONAL BRASILEIRO COM A METODOLOGIA STEM	99
 CONCLUSÃO	 101
 REFERÊNCIAS.....	 103
 SOBRE A AUTORA.....	 118



CAPÍTULO I

C

ONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 INTRODUÇÃO

Quando se trata da educação no âmbito da formação escolar, veem-se constantes debates a respeito das formas mais adequadas para promover as relações que permeiam o conhecimento. Percebe-se cada vez melhor a sutileza com que se processa a relação ensino-aprendizagem. Pedagogos consagrados estão de acordo com Paulo Freire: “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua produção ou construção”.

Surgem, então, novos desafios para quem deseja construir métodos e estratégias educacionais de forma refinada, levando em conta a evolução pela qual mestres e alunos trafegam. Esse movimento não ocorre com facilidade, ou seja, opera-se uma revolução. Transformações desse porte causam o já conhecido caos, que só é descrito após sua reorganização. Enquanto ele existe, pouco se percebe a respeito, em virtude do furacão que se agita e dificulta a compreensão pelo tempo nele envolvido.

Visto isso, considera-se, na atualidade, o elevado desenvolvimento alcançado pelas tecnologias de informação e comunicação (TIC), que têm proporcionado novas formas de comunicar e transmitir informação, além de possibilitar novas formas de obter informação e aprender, principalmente na sala de aula (GOMES, 2009/2010). Pensamos que o professor, em particular, e o ensino em geral não podem ignorar as TIC, cuja importância é inegável, visto que “descrevem uma nova cultura pós-moderna, marcada pela especificidade, diferença, pluralidade e múltiplas narrativas, demonstrando também, de forma enérgica, a inadequação, cada vez maior, dos saberes diversificados e divididos



das diferentes disciplinas face a realidades multidimensionais, globais e comuns dos nossos dias” (FINO; SOUSA, 2003).

Considerando todo esse princípio e essas características, enfatizamos o papel introdutório da robótica na sala de aula. Sabe-se que a escola atravessa momentos difíceis e que todos os dias são questionados os papéis de cada elemento interventivo no processo e a adequação dos mesmos aos tempos que correm (GOMES, 2009/2010). Por isso, não nos é difícil concordar com Cláudia Fialho e colaboradores quando afirmam que atualmente a escola confronta-se com o fato de a quantidade de conhecimento disponível e o crescimento da complexidade da informação serem vertiginosos (FIALHO et al., 2003).

A robótica é um ramo da tecnologia que engloba mecânica, eletrônica e computação. Atualmente, trata de sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controladas por circuitos integrados, tornando sistemas mecânicos motorizados controlados manualmente ou automaticamente por circuitos elétricos. As máquinas, pode-se dizer que são vivas, mas ao mesmo tempo são uma imitação da vida, não passam de fios unidos e mecanismos, e isso tudo junto concebe um robô. Hoje, as pessoas utilizam os robôs para realizar suas tarefas, até de forma inconsciente.

Braschi (2015) corrobora essa teoria ao afirmar que a robótica seria uma nova disciplina que trataria do estudo e do projeto de robôs e do movimento deles no espaço em que vivemos. As causas que impulsionam a robótica são dadas por processos industriais perigosos, como altas temperaturas ou ambientes poluídos, pelo alto custo da mão de obra e pela eficácia econômica otimizando a relação custo-benefício.

Em breve, tudo poderá ser controlado por robôs. Os robôs são apenas máquinas: não sonham, não sentem e, muito menos, ficam cansados. Essa tecnologia, hoje adotada por muitas fábricas e indústrias, tem obtido, de um modo geral, êxito em questões levantadas sobre a redução de custos, aumento de produtividade e os vários problemas trabalhistas com funcionários.



A robótica vem causando grande impacto em nossa sociedade por trazer inovações em diversos setores. Seja por extinguir postos de trabalho ou criar novos, como na Medicina, em que cirurgiões realizam intervenções delicadas à distância. Outro exemplo disso é o uso dos robôs nas guerras e até no uso doméstico, na forma de nos relacionarmos socialmente, sem mensurar o amplo uso de robôs no chão industrial para realizar atividades repetitivas e de precisão. Isso, por si só, já a torna uma ciência interdisciplinar de grandes possibilidades na educação, pois, para Fazenda (1993), a interdisciplinaridade é a atitude positiva diante do conhecimento, que implica mudança comportamental diante da tomada de decisões.

No cenário nacional e internacional, de acordo com Inglês (2016), em função dos avanços tecnológicos, das exigências do mercado de trabalho, da inserção das mídias sociais, ou seja, das transformações pelas quais o mundo tem passado, em muitos países, tem-se intensificado o trabalho na determinação de planos estratégicos para que a Educação Básica tenha como foco prioritário desenvolver competências nas disciplinas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

Nesse sentido, as nações com melhores resultados nas avaliações internacionais possuem currículos bem desenvolvidos que se concentram nas habilidades do século XXI, ou seja, literacia digital, resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade e inovação, bem como um forte foco no conhecimento disciplinar (MARGINSON et al., 2010).

No campo do ensino-aprendizagem, o uso de sistemas informatizados e robótica não é diferente. Com o passar dos anos, tem-se constatado a crescente dificuldade dos alunos brasileiros com conteúdos de ciências e matemática. Os resultados apontados pelo *Programme for International Student Assessment* (PISA), em 2015, mostraram que, em relação à média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), na avaliação de alunos com idade média de 15 anos, próximos de terminar o ciclo da educação básica, o Brasil está bem abaixo da média, alcançando 401 pontos



em ciências contra uma média de 493 pontos e 377 pontos em matemática contra uma média de 490 pontos (OCDE, 2015).

Embora a tecnologia seja de grande relevância em alguns setores educacionais, em diferentes partes do mundo, muitas vezes ainda é vista como uma ameaça à humanidade. Borba e Villarreal (2005) destacam, nesse caso, que os principais argumentos contrários são de que os computadores podem desumanizar os humanos, dominar a sociedade e não permitir que os alunos aprendam o que deveriam. Mesmo que, para aqueles que defendem seu uso, utilizem o argumento de que os computadores na educação podem sim ser usados, desde que não mudem nada naquilo que foi aprendido antes (BORBA; VILLARREAL, 2005).

As bases teóricas do ensino da robótica e da programação têm como pano de fundo a abordagem do pensamento computacional. Wing (2006) defende que o pensamento computacional é uma habilidade a ser desenvolvida não apenas pelos cientistas da computação, mas por qualquer pessoa, e que deveria ser abordado no ensino fundamental, juntamente com aritmética, leitura e escrita. Desse modo, cabe enfatizar que um aspecto relevante relacionado ao uso das tecnologias em sala de aula diz respeito ao desafio genuíno que é provocado no aluno, gerando interesse e prazer (BRASIL, 1997).

O presente trabalho busca apresentar como a tecnologia se tornou fundamental em todas as tarefas do nosso cotidiano, além de ser uma ferramenta eficaz para alcançar os resultados desejados. No caso, usaremos exemplos relacionados à sala de aula, em que os alunos foram orientados pelos professores sobre como poderiam utilizar a tecnologia como aliada no enfrentamento das dificuldades dos assuntos de aprendizagem, mais especificamente no campo da matemática.

Desse modo, o trabalho se aprofundou em exemplificar como os cálculos são primordiais para determinados projetos tecnológicos, como a robótica, visto que cada detalhe, cada passo e cada movimento da máquina devem ser primeiramente feitos no papel, de forma minuciosa, sem erros. Caso contrário, o resultado planejado não será obtido.



A pesquisa demonstra ainda uma aplicação baseada no braço robótico projetado por meio do componente Arduino, uma plataforma de código aberto e de fácil aquisição no mercado. Além disso, ela possui fácil compreensão quando usada em estudos específicos, o que a tornou peça-chave para sua aplicação em sala de aula.

1.2 JUSTIFICATIVA

Conforme Otto (2016), a sala de aula é um espaço de aprendizagem, e cabe ao professor torná-lo mais prazeroso e eficiente para a aquisição de conhecimentos. Segundo esse autor, o uso da tecnologia se justifica como forma de ampliar esse espaço, por meio de novos conceitos, linguagens e expressões. O uso das tecnologias assume uma função importante na educação, sendo necessária também uma análise dessa nova ferramenta de ensino com planejamento e controle.

Dessa forma, aliar tecnologia ao ensino de conteúdos considerados de difícil absorção tem se mostrado uma maneira eficiente de aprimorar o aprendizado. No entanto, essa técnica requer, de acordo com Cavalcante (2012), a responsabilidade de aperfeiçoar a compreensão dos alunos sobre o mundo natural e cultural em que vivem.

Por meio desses diferentes conceitos, enfatizamos que as teorias da aprendizagem têm recebido diversas interpretações ao longo dos anos, resultando no conceito de estratégias de aprendizagem em função das teorias do processamento da informação (POCINHO; CANAVARRO, 2009). Do campo do professor que ensina e, conseqüentemente, do aluno que aprende, emerge um novo paradigma de interesse: o aprender a aprender.

É indispensável o desenvolvimento contínuo de alunos e professores, trabalhando adequadamente com as novas tecnologias. Constatase que a aprendizagem pode ocorrer com desenvolvimento emocional, racional, da imaginação, do intuitivo, das interações, a partir dos desafios, da exploração de



possibilidades, de assumir responsabilidades, de criar e de refletir juntos (CAVALCANTE, 2012).

Em 2007, foi criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), vinculado ao Ministério da Educação (MEC), um indicador chamado IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) para monitorar e medir os avanços na qualidade do Ensino Fundamental e Médio no país. Segundo Júnior (2018), o IDEB é um índice brasileiro criado para avaliar a qualidade da educação por meio da taxa de aprovação, notas de Matemática e de Língua Portuguesa na Prova Brasil. Quando combinadas, auxiliam na comparação da educação no país com a qualidade da Educação de outros países no PISA (*Programme for International Student Assessment*).

O IDEB dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental do Brasil cresceu. Entretanto, somente a meta dos anos iniciais estipulada para 2013 foi atingida. A leitura do IDEB nos estados permite melhor compreender esse índice no Brasil. O crescimento do indicador e a condição em relação à meta são importantes parâmetros de análise. Os últimos resultados do IDEB para o estado do Pará demonstraram que houve um crescimento na nota, porém a meta estipulada para o ano de 2018 não foi alcançada. Além disso, a evolução desse índice no Pará é inferior quando comparada com a média brasileira. Portanto, é necessário apostar em tecnologias e metodologias inovadoras que possam motivar e aumentar o aprendizado dos alunos, além de facilitar o trabalho do professor, que passa a utilizar ferramentas de trabalho mais próximas do perfil do aluno do século XXI.

A proposta deste trabalho permite a inserção da tecnologia na educação, favorecendo o crescimento do uso de métodos alternativos ao ensino da matemática nas escolas de ensino público e privado. Disseminar essa tecnologia e possibilitar o seu uso em mais municípios, bem como avaliar o seu progresso como ferramenta de aprendizagem, mostra-se necessário diante dos últimos resultados da educação básica no país, e principalmente, no estado em que esse trabalho pretende focar.



1.2.1 O interesse pelo STEM

Em linhas gerais, enfatizamos que nosso interesse pelo método STEM surge da busca por algo além do ensino tradicional de matemática e seus conteúdos. Ou seja, algo capaz de propor a investigação de situações reais, integrando as Ciências da Natureza, as Tecnologias, as Engenharias e a Matemática para buscar respostas ou soluções para problemas identificados na realidade.

Dessa forma, pautado pela inter e transdisciplinaridade, verifica-se que no STEM, o estudo da Matemática não pode excluir a Tecnologia. Isso ocorre a partir da criação de processos de aprendizagem cujo desenvolvimento e efeitos são compreendidos no processo de ensino-aprendizagem.

Assim, observa-se a necessidade de problematizar a realidade, ou seja, criar situações reais para despertar o interesse e a curiosidade do estudante. A partir de um desafio, a situação pode ser apresentada como uma forma de colocar a necessidade de resolver um problema e motivar o questionamento e a busca por múltiplas respostas, baseando-se no design criativo, ou seja, na elaboração e desenvolvimento do processo de maneira criativa e com múltiplas opções de resolução.

Como os projetos podem diferir muito entre si, não é possível apresentar um único caminho a ser percorrido. No entanto, considerando a flexibilidade inerente à proposta, refletir sobre infraestrutura, método e recursos necessários é um passo inicial em um trabalho de pesquisa.

Um projeto não é imposto, ele surge a partir de uma proposição, de um ato de vontade, troca e reciprocidade entre seus integrantes. É no estabelecimento da necessidade de resolver o problema que é possível gerar um motivo para a pesquisa e, assim, engajar o grupo de trabalho.

Marcado pela coletividade e pela interdependência, o projeto deve caracterizar-se pelo desejo de criar e inovar, transpondo barreiras de ordem material, pessoal e institucional, e tratando a troca entre as pessoas para ampliar a visão e as perspectivas sobre a complexidade dos fenômenos.



Dessa forma, acreditamos que é necessário rever as metodologias nas escolas brasileiras, investindo em programas de aprendizagem multidisciplinar baseados em projetos, com foco especial no ensino científico ou nas disciplinas STEM. Os investimentos nessas disciplinas despertam no aluno o interesse pelas disciplinas científicas, pois esses desafios estão relacionados ao cotidiano e despertam a curiosidade de entender o motivo dos eventos.

Assim, por meio do protagonismo do estudante, do trabalho em grupo, dos projetos e da colaboração entre as pessoas, o STEM tem como um de seus objetivos promover o desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias permeados pela inovação e criatividade.

1.3 PROBLEMÁTICA

Hoje em dia, é priorizado o ensino teórico para a resolução de problemas que não estão relacionados à realidade dos alunos, o que leva a dificuldades em matemática e ao desinteresse pela disciplina. A transferência de conhecimento muitas vezes é problemática, uma vez que a linguagem utilizada pelo professor nem sempre é compreendida pelos alunos. Eles veem a matemática como algo de outro mundo, fora do comum e além de sua capacidade de aprendizado.

Na prática pedagógica, nos deparamos com alunos que têm dúvidas e resistência em desenvolver certos conceitos matemáticos e uma grande oposição em aprendê-los. Alguns revelam no cotidiano o sentimento que têm pela matemática. Em uma pesquisa de opinião realizada em um site (EDUCAÇÃO PÚBLICA, 2007), algumas razões foram apresentadas sobre o pensamento dos alunos em relação à matemática:

“Por mim, a matemática não existia, pois é muito chata!!!”;

“Porque a matemática envolve muitos cálculos”;

“Porque é uma das matérias em que temos que desenvolver o senso prático de calcular, onde não basta praticar, mas sim praticar e conhecer sua história e evolução”;



“Porque muitas vezes temos matemáticos em sala de aula. Eles conhecem a matéria, mas não possuem a didática adequada para transmiti-la aos alunos. Eles não atendem às necessidades do aluno”;

“Porque ensina conceitos sem demonstrar a matemática real. Não se cria um ambiente propício para a aprendizagem”.

A matemática pode ser relativamente fácil para aqueles que têm habilidades lógicas bem desenvolvidas, como os futuros matemáticos. Para eles, basta que o professor apresente as linhas gerais e os ensine a aprender, permitindo que eles busquem o que lhes interessa, pois têm toda uma vida pela frente para desenvolver seu aprendizado.

O problema reside em selecionar os conteúdos matemáticos para aqueles que não têm interesse em aprender matemática, ou seja, para os não matemáticos - alunos desinteressados que só aceitam a matemática como uma necessidade para realizar suas atividades. Para esses alunos, é fundamental que os professores, juntamente com toda a equipe, se empenhem em projetar os planos de estudo de acordo com o perfil dos alunos, levando em consideração o valor formativo da matemática e também os temas sobre os quais é necessário informá-los em cada nível de educação.

Na vivência escolar, nos deparamos com professores que afirmam que “a matemática precisa se tornar fácil”. Esses docentes corroboram com a voz do aluno, percebendo a disciplina como misteriosa, assustadora e que causa pavor, levando o aluno a sentir vergonha por não aprender. Por exemplo, no caso das funções seno, tangente e cosseno, é comum encontrar alunos que têm inúmeras dificuldades em compreender e desenhar as figuras relacionadas a elas. Nesse momento, é fundamental que o educador intervenha orientando a construção do desenho de forma correta.

De acordo com Gravemeijer (2005), uma das dificuldades do ensino da matemática pode estar associada à formalidade abstrata da transmissão dos conteúdos por parte dos professores, que, em muitos casos, seguem os autores



dos livros didáticos. Isso gera um descompasso ao comparar o conhecimento formal dos professores com a prática dos alunos.

Portanto, é necessário investigar como os alunos conseguem compreender determinados conteúdos, analisar as dificuldades e atender às suas necessidades, a fim de adaptar a teoria à prática. Uma possibilidade para realizar essa investigação pode ser promover o uso de recursos tecnológicos no ensino, o que, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEMs), pode contribuir significativamente para o processo de ensino-aprendizagem.

Com base em tudo o que foi exposto, o presente trabalho visa propor o uso de um braço mecânico como recurso didático para deixar as aulas mais dinâmicas e atrativas para os alunos. Nesse sentido, essa proposta foi aplicada em uma turma do 9º ano do ensino fundamental, com o objetivo de verificar a influência que a tecnologia e a plataforma Arduino podem ter ao serem utilizadas como recursos didáticos.

1.3.1 Situação problema

Partiu-se do pressuposto de que, de acordo com os dados de 2015 do Programa de Avaliação Internacional de Estudantes - PISA, 70% dos alunos brasileiros não alcançam a capacidade desejada no ensino fundamental em relação ao aprendizado da matemática, e suas notas estão 10 vezes abaixo da média dos países membros da OCDE. Diante desse cenário, a presente pesquisa tem como objetivo reunir os resultados das notas escolares obtidas a partir do uso de um aplicativo de funções trigonométricas por meio de simuladores de braços robóticos, com o intuito de responder à seguinte questão: o uso de metodologias STEM por meio da robótica educacional pode contribuir para a aprendizagem de funções trigonométricas?



1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Analisar as potencialidades de uma sequência didática no processo de ensino-aprendizagem de funções trigonométricas a partir de simuladores de braços robóticos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Criar uma metodologia de trabalho de robótica, baseado na metodologia STEM;
- Analisar de que forma os simuladores de braços robóticos podem ajudar no ensino aprendizagem dos alunos;
- Aplicar as plataformas educacionais bem como a robótica educacional;
- Analisar o impacto na aprendizagem das funções trigonométricas através do método de abordagem qualitativo, longitudinal e correlacional.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 COORDENAÇÃO E USO DA ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO

Conforme os estudos de Papert (1994), a robótica educacional surgiu por meio da introdução do computador nas instituições de ensino, o que ocorreu no Brasil na década de 80. O objetivo era contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos e promover o surgimento de outros recursos pedagógicos. Papert foi pioneiro ao criar a linguagem de programação LOGO e realizar estudos sobre o uso da informática na educação.

A linguagem LOGO tem como propósito permitir que os alunos simulem comandos, formas e imagens utilizando a linguagem de programação do computador. Por meio dela, os estudantes têm a oportunidade de “comunicar-se com o computador em uma linguagem que tanto ele [computador] quanto o ser humano podem entender” (PAPERT, 1985, p. 18). Essa atividade pode ser realizada de forma interdisciplinar, abrangendo diversas competências curriculares.

Segundo Gonçalves (2007), Papert desenvolveu uma tartaruga de solo na década de 80, que funcionava por meio de comandos representando figuras geométricas, instruídos pelos alunos por meio da linguagem LOGO. O objetivo era fazer com que os comandos fossem compreendidos e executados pela tartaruga-robô.

Zacharias (2003) afirma que a linguagem LOGO criada por Papert promove o desenvolvimento da aprendizagem por meio de comandos que estimulam a resolução de problemas, pois o erro estimula os alunos a descobrirem soluções possíveis, resultando em uma aprendizagem por descoberta. Além disso, a linguagem LOGO permite a criação de várias atividades, como desenhos e animações. Valente (2014) também destaca a



importância do uso da linguagem LOGO em ambientes de ensino e aprendizagem.

As novas tecnologias proporcionam novas formas de acesso ao conhecimento por meio da navegação, busca de informações e estilos de raciocínio, como a simulação. Esses conhecimentos podem ser compartilhados por muitas pessoas, aumentando o potencial da inteligência coletiva e transformando as relações sociais, estabelecendo conexões humanas e afetivas.

De acordo com Litto (1999), as mudanças tecnológicas ocorridas na sociedade nas últimas décadas, juntamente com a explosão de informações e o reconhecimento de que o conhecimento é um recurso valioso em escala global, exigem que os responsáveis pela educação repensem sua função, estratégias e técnicas pedagógicas e busquem novos caminhos para preparar as novas gerações.

Diante da sociedade atual, que se caracteriza pela abundância de informações, pelo fácil acesso a elas por parte daqueles que possuem e dominam recursos tecnológicos, bem como pela constante e rápida mudança da informação, a educação deve refletir sobre seu papel e propor novos rumos a fim de promover o desenvolvimento de cidadãos críticos, autônomos e criativos, capazes de questionar e transformar sua própria sociedade, ou seja, sujeitos de sua própria educação (MAÇADA; TIJIBOY, 2004).

2.2 TECNOLOGIA DA ATUALIDADE

As tecnologias digitais estão cada vez mais presentes na sociedade. Segundo Lévy (1993, p. 32), “as tecnologias digitais surgiram, então, como a infraestrutura do ciberespaço, novo espaço de comunicação, de sociabilidade, de organização e de transação, e também novo mercado da informação e do conhecimento”. Nesse contexto, Kenski (2012) ressalta que as tecnologias digitais e o ciberespaço, tidos como um novo espaço pedagógico, apresentam



grandes possibilidades e também desafios para atividades cognitivas, afetivas e sociais dos alunos e dos professores de diferentes níveis de ensino.

Levando em consideração as tecnologias digitais e a sala de aula, podemos relacionar com a cultura digital, tratada por Lévy (1993), que reflete impactos culturais que as mídias e as tecnologias de informação e comunicação provocam nas artes, no entretenimento, na educação e na sociedade. Tais impactos são decorrentes do ciberespaço, entendido como “rede” que tem origem na ligação mundial de computadores. Para Valente (2018), “na cultura digital, as transformações afetam a maneira como vivemos e lidamos com o comércio, os serviços, a produção de bens, o entretenimento e a vida social” (VALENTE, 2018, p. 36).

2.3 A TECNOLOGIA APLICADA À EDUCAÇÃO

Atualmente, o avanço no uso de recursos tecnológicos aplicados ao ensino é indiscutível. Amado e Carreira (2008), por exemplo, informam que “o professor, enquanto cidadão e profissional, está hoje igualmente dependente do computador ou do celular”. Muitas de suas tarefas necessitam de recursos tecnológicos, como o registro da avaliação dos alunos, registro de presença e recursos midiáticos utilizados na apresentação de aulas.

No que diz respeito à temática de tecnologia e inovação de conteúdos curriculares, destaca-se o crescimento recorrente nos últimos anos na literatura internacional na área de pesquisa em ensino de ciências sobre o tema (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017). No início dos anos 2000, surgiram uma série de artigos que visam tratar as inovações de conteúdos curriculares. Isso ocorre porque, segundo os autores desses trabalhos, as inovações de conteúdo são particularmente importantes no contexto dos currículos de ciências (MÉHEUT; PSILLOS, 2004).

Propõe-se que uma forma de abordar as inovações curriculares nessa área seja por meio de estudos em pequena e média escala de tempo, contrariamente às pesquisas mais tradicionais que envolvem estudos de longa



duração (KARIOTOGLOU; TSELFES, 2000). Embora pareça uma barreira intransponível, a inovação em sala de aula nem sempre se torna uma dor de cabeça. Esses tipos de pesquisas enfatizadas no início do século estão relacionados à emergência de projetos de atualização/renovação de currículos de ciências nos últimos anos, principalmente na Europa. Os trabalhos normalmente se propõem a avaliar o impacto de inovações curriculares (PINTO, 2002; 2005; OGBORN, 2005; PIERS, 2008; CHANG et al., 2009; MANSOUR, 2010; KAHVECI, 2010).

Atualmente, a postura do profissional da educação é que este deve dominar um saber sobre a produção social de comunicação cultural e, ainda, correlacionar esse saber com mídias e multimídias (RESENDE; FUSARI, 2001). Segundo Valente (1999), “a disseminação da informática na educação e os avanços de softwares educacionais estão mostrando que a distinção entre o uso do computador para ensinar ou para promover a aprendizagem é que é a grande questão”. Dessa forma, a tecnologia, quando utilizada como recurso construtivista, torna-se uma ferramenta poderosa no desenvolvimento de conceitos e no acúmulo de conhecimento crítico, ao invés de apenas fornecer conhecimento factual.

Esses projetos normalmente se organizam em torno de propostas que visam inovações, seja de conteúdo, metodologia ou organização das atividades de ensino-aprendizagem. Muitos se dedicam a estudar o papel dos professores e suas crenças (COUSO; PINTO, 2009; HENZE et al., 2007; VAN DRIEL et al., 2005; VIENNOT et al., 2005) durante os processos de inovação.

Um estudo divulgado realizado por Bittar, Guimarães e Vasconcellos (2008) mostra que há comprovações de resultados eficientes alcançados por softwares aplicados ao ensino da matemática em escolas de ensino básico, porém os professores não têm utilizado efetivamente essa tecnologia em suas aulas, o que também ocorre nos cursos de formação de professores, tanto inicial quanto continuada.

Cabe salientar ainda que a estreita relação entre o modelo político de alguns países junto com seu modelo de ensino parecia ser uma herança



recebida, que exigia grande esforço para reverter essa situação (MALTA, 2013). Um currículo sempre possui condicionantes socio-político-culturais, explícitos ou não, que determinam diferentes visões de homem e de sociedade com implicações no tipo de ensino que se desenvolve. Isso se justifica tanto pela falta de integração proposta pela escola ao uso de tecnologias quanto pela ideia de inovação refreada por muitos profissionais dessa área.

Diante do exposto, é natural que ocorra uma espécie de receio ao adotar uma tecnologia diferente do habitual em sala de aula. No entanto, muitos estudos indicam e aprovam o uso dessas tecnologias, tendo em vista que, de acordo com Silva (2005), “o professor deve abandonar o método tradicional, onde o aluno tem papel passivo, e buscar métodos nos quais se crie diálogo com o aluno e estimule a imaginação deles, de modo a conduzi-los à descoberta”. O professor deve relacionar tecnologias, metodologias e atividades, trazer o mundo audiovisual para a escola, variar a forma de dar aula para evitar a repetição e a monotonia. Assim, a criatividade será desenvolvida e a comunicação será aprimorada. A integração das tecnologias, temáticas, práticas audiovisuais, textuais, orais, musicais, lúdicas e corporais facilitam a aprendizagem.

A Escola e o Ensino, ao longo da evolução dos diferentes sistemas que os caracterizaram, tiveram e têm como objetivo não só a transmissão de conhecimentos, mas também a preparação dos cidadãos mais jovens para sua integração na vida social de sua comunidade (GOMES, 2009; 2010). A escola enfrenta momentos difíceis e os papéis dos intervenientes são questionados diariamente.

Gomes (2009/2010) também menciona que, dado o surgimento de alterações e mudanças na concepção organizacional, estratégica e de objetivos da escola e do próprio ensino, a profissão docente deixou de ser apenas a transmissão de conhecimento, exigindo muito mais do professor no contexto educacional. Dessa forma, a qualificação profissional para a docência no ensino básico e secundário implica a adoção de uma abordagem de ensino diferenciada, que vá além do planejamento e da implementação das metodologias adotadas, visando ao processo de ensino-aprendizagem.



Atualmente, a profissão docente deixou de ser apenas a transmissão de conhecimento, exigindo muito mais, uma vez que “ser professor não é uma questão de aprender a ensinar, mas sim uma questão de descoberta pessoal, de utilizar e transmitir bem o seu conhecimento” (COMBS; BLUME; NEWMAN; WASS, 1974).

Conclui-se, portanto, que a formação científica em sua área de conhecimento por si só não é suficiente. Assim, enfatizamos que a escola não é vista da mesma forma que antes, nem a função do professor e muito menos a do aluno. Pacheco (2008), considerado por muitos como pensador da educação, ilustrou em um de seus artigos, citando Élise Freinet (1979), essa antiga preocupação com os alunos e afirmou: “Há mais de meio século, Élise Freinet tinha consciência da obsolescência da organização do trabalho escolar centrada em aulas dadas para um 'aluno médio', em tempos iguais para todos. Preocupava-se com a imposição de ritmo único a alunos que demonstravam diferentes ritmos. Questionava-se” (PACHECO, 2008).

2.4 INOVAÇÕES EDUCACIONAIS OBTIDAS

É perceptível o constante crescimento das diversas formas de tecnologia em várias áreas. Os avanços tecnológicos estão presentes em nosso cotidiano de tal modo que se tornam corriqueiros e extremamente necessários. O mundo físico é reproduzido digitalmente, o que amplia as possibilidades de realização de serviços. Por exemplo, temos as lojas virtuais, onde é possível comprar e vender mercadorias, e os sites de bancos, onde é possível realizar diversas transações financeiras, entre outros exemplos.

O avanço das novas tecnologias interfere diretamente nas possibilidades de lazer, entretenimento, pesquisa, relacionamento e trabalho. Há muitas formas de comunicação e acesso à informação disponíveis atualmente. Nesse contexto de avanços tecnológicos e suas diversas aplicações, encontramos a informática e o uso do computador, que estão presentes na maioria dos contextos e aplicações, por mais simples e naturais que sejam. O uso do computador, que



até pouco tempo atrás era considerado desnecessário, hoje é considerado um instrumento básico para o desenvolvimento da maioria das atividades consideradas “modernas”, o que tem mudado a forma como a sociedade age. Portanto, pode-se concluir que a tecnologia e seus significativos avanços nos últimos anos têm sido fundamentais nos mais variados campos da vida humana.

No âmbito educacional, não foi diferente. Tanto para docentes quanto para discentes, foi necessário evoluir, sair do método de ensino tradicional e incorporar alternativas que facilitassem ao máximo o processo de ensino-aprendizagem. Essa adaptação não foi fácil, como não é até o presente, pois a educação e a tecnologia nem sempre foram aliadas, não se tratando apenas da sala de aula. No entanto, é necessário que isso mude na atualidade.

Corroborando com a teoria, citamos aqui a dificuldade acentuada no campo da trigonometria, que pode ser facilmente observada não apenas no ensino-aprendizado, mas também na contextualização do assunto. Ao observar pesquisas voltadas para o ensino-aprendizagem de Trigonometria, percebe-se que os educadores fazem uso de diferentes alternativas metodológicas para trabalhar Trigonometria em sala de aula.

Castilho et al. (2016) afirmam que o uso da Robótica Educacional permite a integração entre estudantes com diferentes habilidades e aptidões. Enquanto alguns gostam de “construir coisas”, outros gostam de elaborar circuitos elétricos, outros se identificam com o gerenciamento de projetos e outros têm preferência pela programação. Papert (2008, p. 171) relata em seus estudos a proposta da robótica educacional como uma disciplina com características construtivistas.

Com o objetivo de tornar as aulas mais atrativas, presentes no cotidiano e com atividades atraentes para os alunos, é importante que o professor utilize um material adequado. Santos e Gualandi (2016), com base nas ideias de Turine e Pérez (2006), afirmam que a utilização do material depende do profissional que o utiliza, assim como do conteúdo que será estudado, dos objetivos a serem alcançados e do tipo de aprendizagem a ser atingida.



Aliado a tudo isso, surge a dificuldade na compreensão da Matemática, visto que é comum o educador identificar como barreira a aprendizagem de Trigonometria, que é vista como uma prática docente superficial, que não enfatiza o processo histórico e evolutivo do conteúdo. Dessa maneira, o ensino torna-se complicado, favorecendo a falta de compreensão das funções trigonométricas.

A tecnologia não pode ser apenas um instrumento difusor do conhecimento pronto e acabado, mas precisa ser aproveitada como ferramenta para o desenvolvimento de sujeitos capazes de construir, estruturar e reestruturar seus próprios conceitos de forma autônoma.

As tecnologias podem ser classificadas de acordo com a necessidade de cada finalidade para a qual serão utilizadas. Por exemplo, um professor pode usar o computador com um software livre ou não para realizar suas aulas. Outro pode usar o mesmo computador apenas para fazer uma simples pesquisa de dados históricos e significados, utilizando apenas a conexão com a Internet.

Ter uma metodologia bem definida ao realizar um trabalho interdisciplinar é fundamental, pois é um meio que nos possibilita atingir um determinado objetivo cognitivo. Ao construir o conhecimento voltado para a inter-relação entre as disciplinas e seus conteúdos, chegamos à inter-relação e conexão entre os conhecimentos de forma consciente. Professor e aluno têm o compromisso de participar da elaboração do conhecimento, pois este não existe a priori, pronto e acabado.

Marinho (2002) acrescenta que a tecnologia se tornou uma ferramenta desafiadora para a mudança na escola. Mas como integrá-la à educação? Segundo ele, a escola tem consciência das mudanças que enfrentará para se adequar às exigências da contemporaneidade. Sua obrigação de preparar alunos para um mundo informatizado é clara. No entanto, sabemos que a escola não está preparada para mudanças. O autor acrescenta que o computador possibilita ao aluno uma aprendizagem interativa, com fontes de informação diversificadas, transformando a escola em um local que constrói conhecimento.



Valente (2007, p. 52) afirma que os computadores estão presentes no processo de ensino e aprendizagem desde que foram criados. Segundo ele, “já foram utilizados como máquina de ensinar e atualmente são vistos como importante auxiliar na aprendizagem, entendida como fruto da construção de conhecimentos que o aprendiz realiza”. A partir daí, surgiram jogos, linguagens de programação, entre outros. Ele afirma que essa diversificação tem continuado e, com o avanço da tecnologia, surgem novas possibilidades na educação.

Silva (2007) faz uma breve referência à educação em seus estudos, nos quais pontua que a sociedade capitalista depende da reprodução de suas práticas econômicas para manter sua ideologia, utilizando a escola como uma forma de manter essa ideologia, pois atinge toda a população por um período prolongado.

Com a globalização, a sociedade tem passado por mudanças rápidas, potencializadas pelo rápido desenvolvimento tecnológico nos meios de informação e comunicação, o que exige mais dos cidadãos (ARNÁEZ BRASCHI, 2015). Nesse contexto, a escola adquiriu um papel de relevância na integração dos jovens na sociedade, tornando-se um espaço obrigatório e adequado para que os indivíduos desenvolvam as competências consideradas necessárias para uma plena participação na vida social.

A seleção adequada de tarefas a serem utilizadas em sala de aula e um olhar atento para as orientações curriculares e os manuais escolares disponíveis são de grande importância no processo de ensino e aprendizagem, estando estritamente ligados à prática docente. As tarefas utilizadas pelos professores, em muitos casos, são retiradas dos manuais adotados pela escola.

De acordo com Gomes (2009; 2010), a linguagem textual, visual e gráfica são os elementos mais valorizados pelos professores. Em contrapartida, a estrutura, organização e relação com as orientações curriculares são aspectos que, em geral, são colocados em segundo plano.



2.5 ENSINO DE CÁLCULOS E FUNÇÕES COM AUXÍLIO DA TECNOLOGIA

Sabendo-se que os grupos sociais se formam por meio de quantificações e ordenações, compreender o sistema de numeração é ser capaz de resolver problemas de forma essencial no processo de integração social. Dessa forma, desenvolver uma prática pedagógica que propicie condições ao aluno para compreender seus processos de resolução é um desafio aos docentes não só nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais, ao destacarem os números e operações como um dos blocos de conteúdo a serem trabalhados nos anos iniciais, indicam que, com relação às operações, o trabalho a ser realizado se concentra na compreensão dos diferentes significados de cada uma delas, nas relações existentes entre elas e no estudo reflexivo do cálculo, contemplando diferentes tipos - exato e aproximado, mental e escrito (BRASIL, 1997).

Olive e Makar (2010) argumentam que o conhecimento matemático e práticas matemáticas estão inextricavelmente ligados, e que esta conexão pode ser reforçada pelo uso de tecnologias. Eles desenvolveram uma adaptação do Triângulo Didático de Steinbring (2005) que, em sua forma original, representa a ecologia de aprendizagem como interações entre aluno, professor de matemática e conhecimento. O uso da tecnologia para este sistema transforma o triângulo da ecologia da aprendizagem em um tetraedro, com os quatro vértices compostos por estudante, professor, tarefa e tecnologia, criando “um espaço dentro do qual novos conhecimentos e práticas matemáticas podem surgir” (OLIVE; MAKAR, 2010). Em seu documento mais recente, o Conselho Nacional de Professores de Matemática (NCTM, 2000) declarou: “A tecnologia é essencial no ensino e aprendizagem da matemática; influencia o que é ensinado e melhora a aprendizagem dos alunos”.

As recomendações da Associação de Educadores de Professores de Matemática (AMTE, 2006) afirmam que os programas de formação de



professores devem “fornecer oportunidades [para professores] para adquirir os conhecimentos e experiências necessários para incorporar tecnologia no contexto do ensino e aprendizagem da matemática”.

Como os professores aprenderam o assunto, não é necessariamente a maneira como seus alunos aprenderão no século XXI. Aprender determinado assunto com tecnologia é diferente de ensinar esse assunto com tecnologia. Poucos professores foram ensinados a ensinar seus assuntos com recursos tecnológicos.

Mas, para a tecnologia se tornar uma parte integrante ou ferramenta de aprendizagem, ciência e professores de matemática também devem desenvolver uma concepção abrangente de seu assunto em relação à tecnologia e o que isso significa ensinar com tecnologia. Para tal, uma pergunta interessante que vem sendo questionada é: o aluno deve contar com a cabeça ou de cabeça?

O estudo de Oliveira (2007), que trata exatamente dessa interrogativa, ao interpretar o significado desse questionamento, nos informa que contar de cabeça está associado a um fazer que valoriza o uso de procedimentos e estratégias sem uma análise prévia dos dados do problema, não havendo um processo investigativo. Em contrapartida, o contar com a cabeça preza pela investigação, procurando, por meio de estratégias, encontrar caminhos de solução que levem ao resultado correto ou aquele que atende às exigências do problema.

Dessa forma, a principal conclusão da autora sobre esse método é que o contar com a cabeça deve fazer parte das ações do ensino e aprendizagem da matemática, uma vez que abre possibilidades de resolução para as operações e os problemas que são propostos aos alunos.

Desse modo, esta pesquisa corrobora a teoria de que aprender compreende a promoção de estratégias de autorregulação dos alunos e também considera verdadeiro o fato de que o professor possui uma posição exclusiva para desenvolver essas competências nos seus alunos, tornando-se essencial



que a planificação de aulas integre esse fator: a autorregulação. Essa afirmação permite-nos compreender melhor Fino e Sousa (2003) quando defendem que “a imprevisibilidade é a norma e a única habilidade que vale a pena treinar é a de aprender autonomamente e ao longo da vida”.

Muitos são os jogos e aplicativos que apresentam potencial educativo para o “cálculo com a cabeça”, tornando a matemática uma ciência investigativa e não reprodutiva. Existem diversos aplicativos atualmente sendo utilizados para o estudo de operações matemáticas, frações, funções, conjuntos e afins. O aplicativo estudado nesse projeto foi desenvolvido no estado do Pará pela autora e seus orientadores professora Dra. Cinthia Cunha Maradei Pereira Campos e professor Dr. Carlos Alberto de Miranda Pinheiro. As especificações do trabalho serão desenvolvidas ao longo das referências metodológicas.

2.6 A ROBÓTICA AUXILIANDO A EDUCAÇÃO EM SALA DE AULA

A robótica é a ciência que estuda as tecnologias associadas à concepção e construção de robôs (MORAES, 1997). Ela tem grande aplicação em diversas áreas, desde a produção industrial até atividades domésticas, incluindo a medicina (OTTONI, 2010). Historicamente, a partir do século XVIII, alguns modelos de artefatos mecânicos começaram a ser aplicados nas linhas de produção, visando reduzir o esforço dos trabalhadores e mantendo apenas aqueles que se adaptassem ou apresentassem maior desempenho na operação com as máquinas (BARION; DA SILVA, 2019).

A robótica trabalha com o desenho e construção de dispositivos (robôs/máquinas) capazes de desenvolver tarefas realizadas por seres humanos ou que requerem o uso de sistemas inteligentes. Ela envolve conceitos básicos de cinemática, automação, hidráulica, pneumática, informática e inteligência artificial, que estão envolvidos no funcionamento de um robô/dispositivo (D'ABREU, 2007).

Ao longo dos anos, houve uma evolução e transformação das tecnologias, que foram cada vez mais aprimoradas para atender às necessidades humanas,



melhorar processos e enfrentar diferentes situações (KENSKI, 2012). No final do século XX até os dias atuais, as tecnologias digitais se tornaram ainda mais presentes, provocando uma mudança de mentalidade e influenciando a vida das pessoas, além de alterar as formas de atuação das organizações. Isso exigiu a adaptação aos novos cenários políticos, econômicos e sociais (MILL; OLIVEIRA, 2018).

No campo educacional, a robótica educacional também merece atenção, especialmente em currículos alternativos. Ribeiro et al. (2009) utilizaram a robótica para promover a motivação de alunos em cursos CEFs. Silva (2007), também com o mesmo tipo de aluno, no ensino de física, concluiu que o uso dos robôs Lego Mindstorms teve um impacto muito positivo nos alunos, despertando entusiasmo e interesse, além de desempenhar um papel importante no esclarecimento dos conceitos físicos abordados.

Diante dessa concepção, pode-se afirmar que a robótica desempenha um papel significativo de incentivo aos alunos no meio educacional. Simplificadamente, a robótica educacional (ou robótica pedagógica) é um campo que envolve a montagem e a programação de robôs como ferramentas didáticas (MEDEIROS; WUNSCH, 2019). Ela é composta por dois elementos fundamentais: prototipação e programação (MILL; OLIVEIRA, 2018). Dessa forma, sugere-se que os seres humanos sejam constituídos por técnicas que estendem e modificam seu raciocínio, ao mesmo tempo em que estão constantemente transformando essas mesmas técnicas (BORBA, 2001).

Borba e Villarreal (2005) argumentam que o avanço das mídias provocou mudanças no processo de produção do conhecimento e abordagem de diferentes estudos em sala de aula. Essa abordagem favorece o trabalho em grupo e a motivação dos sujeitos envolvidos (PEREIRA, 2013). A robótica pedagógica pode ser utilizada nas demais áreas de conhecimento do Ensino Médio (AZEVEDO; FIREMAN, 2017), permitindo que os estudantes sejam ativos no processo de aprendizagem e interajam colaborativamente em grupos (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).



Por isso, adotamos uma perspectiva teórica que se apoia na noção de que o conhecimento é produzido por um coletivo formado por seres humanos com mídias, ou seja, seres humanos com tecnologias. Isso difere de teorias que sugerem que o conhecimento é produzido por seres humanos solitários ou coletivos formados apenas por seres humanos (BORBA, 2001). Corroborando essa visão, a visão epistemológica do construto teórico “seres-humanos-com-mídias” enfatiza que o conhecimento produzido é condicionado pelas tecnologias, uma vez que atores humanos e não humanos se unificam formando um coletivo pensante e influenciando um ao outro (BORBA; VILLARREAL, 2005).

Atualmente, a robótica educacional está cada vez mais presente no cotidiano das escolas, seja como atividade extracurricular ou como parte do currículo, atuando como elemento de incentivo tecnológico, integração social, inclusão digital e multidisciplinaridade (SANTOS; SILVA, 2020). Borba (2001) afirma que a integração da tecnologia no meio educacional se torna uma extensão da memória, com diferenças qualitativas em relação a outras tecnologias da inteligência, permitindo que a linearidade do raciocínio seja desafiada por modos de pensar baseados na simulação, experimentação e em uma “nova linguagem” que envolve escrita, oralidade, imagens e comunicação instantânea.

Para que possamos nos integrar e ajudar a construir a continuidade da perspectiva de tecnologia e educação para a sociedade, é necessário interagir em várias frentes. Na arena política, é preciso convencer diferentes setores da sociedade de suas vantagens e tentar mitigar a resistência daqueles que podem precisar abrir mão de certos privilégios para financiar e auxiliar no desenvolvimento dessa perspectiva (BORBA; VILLARREAL, 2005).

O ambiente de estudos de Papert (1988) é uma inovação que permite que o computador atinja o mesmo nível de eficácia de livros e cadernos, ou seja, o estudante, ao utilizá-lo, pode apresentar os aprendizados adquiridos no estudo de um determinado conteúdo, tornando-se o autor do trabalho realizado (POCRIFKA; SANTOS, 2009). Assim, o foco não está na máquina, mas sim na



mente das crianças, ou, como Papert citou, na forma em que os movimentos intelectuais e culturais se auto definem e crescem (PAPERT; 1988, p. 23).

Papert (2008) acreditava que esse ambiente computacional no meio educacional possibilitaria aos aprendizes refletir sobre a própria forma de pensar, buscando obter o máximo de conhecimento a partir do mínimo de ensino (PAPERT, 2008). Ele defendia que o caminho para uma melhor aprendizagem era o aperfeiçoamento da instrução, de modo que a criança fizesse das máquinas um instrumento que lhe proporcionasse algum sentido no aprendizado (MILL; OLIVEIRA, 2018).

O ensino tem passado por uma transformação cada vez mais moderna, atualizando-se constantemente e vivenciando um processo contínuo de mudança. Vale ressaltar que a educação está inserindo novas tecnologias que trazem consigo novas maneiras de ensinar e avaliar o processo de aprendizagem (MACHADO MATOS et al., 2016). A robótica pode assumir diferentes formas de aprendizagem ao se integrar aos ambientes educacionais, sendo duas delas mais visíveis do ponto de vista do ensino formal.

A primeira é a robótica em si, compreendendo o design, concepção, montagem e programação de dispositivos, configurando-se como um componente mais técnico do que aplicável em contextos pedagógicos. Baranauskas et al. (1999) enfatizam que, do ponto de vista educacional, a robótica pedagógica pode ser definida como a utilização da robótica industrial em um contexto onde as atividades de construção e controle de dispositivos, usando kits de montagem e outros materiais, propiciam o trabalho conceitual em um ambiente de aprendizagem.

No entanto, é importante ressaltar uma segunda forma de integração da robótica à educação, que consiste em incorporar dispositivos prontos aos temas normalmente estudados por meio de materiais didáticos, como livros e vídeos, tornando-se um material didático em si. Nesse sentido, é possível testar conceitos teóricos que, de outra forma, dependeriam apenas de memorização, mas que, ao serem aprendidos na prática, são internalizados e assimilados. Conforme argumentado por Castilho, Borges e Fagundes (2016), as propostas



pedagógicas de robótica educacional consistem essencialmente em projetos criativos, que começam com a apresentação de um desafio após a explicação de um componente físico ou de uma sintaxe de programação.

Mill e Oliveira (2018) também enfatizam que há muito a ser compreendido sobre as relações entre educação e tecnologia na sociedade atual, em um contexto de acesso rápido à informação, o que tem impacto direto na forma como ensinamos e aprendemos. Para desenvolver os atributos tecnológicos relacionados à educação, é necessário que se organize em torno de quatro aprendizagens fundamentais, envolvendo estudantes, professores e gestores: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser (DELORS, 2003).

É importante mencionar outra pesquisa relevante nesse campo, realizada por Gomes (2009/2010) na Ilha da Madeira, Portugal. Ele desenvolveu um plano de ensino a médio e longo prazo, alinhado com as orientações do Ministério da Educação de Portugal. No módulo inicial de seu plano de ensino, foi enfatizada a resolução de problemas e outras atividades matemáticas.

Descrevendo a atividade, inicialmente foram resolvidos problemas no plano e no espaço utilizando modelos de sólidos e o quadro interativo para facilitar a visualização. Em seguida, foi realizada uma atividade investigativa para descobrir os sólidos platônicos, utilizando materiais manipuláveis “polidrons”. Os alunos desenvolveram uma atividade de pesquisa e, em seguida, elaboraram um relatório sobre os sólidos arquimedianos.

2.7 O CONSTRUTIVISMO DE PIAGET E SUAS CONTRIBUIÇÕES

O construtivismo é uma teoria que aborda a origem do conhecimento e considera que as crianças passam por estágios para adquirir e construir conhecimento. Na área da alfabetização, a língua escrita é o objeto de estudo (NUNES, 1990). Piaget, em seus estudos, procurou entender o desenvolvimento da inteligência nas crianças (LORENZATO, 2008). Suas obras destacaram diversos conceitos que proporcionaram uma nova perspectiva para a Educação



Infantil. Embora não seja uma metodologia de ensino, a teoria piagetiana lançou luz sobre a forma como o sujeito aprende, possibilitando a integração da teoria em diversas práticas que visam à construção do conhecimento pelas crianças (KAMII; DECLARK, 1992).

Ao se afastar das teorias aprioristas e empiristas, Piaget afirmou que o conhecimento é uma construção que se desenvolve gradualmente por meio da interação entre o objeto do conhecimento e o sujeito. Ele argumentava que o conhecimento resulta das interações que ocorrem entre os dois (sujeito e objeto), dependendo de ambos simultaneamente, mas como resultado de uma completa indiferenciação, e não de uma troca entre formas distintas (PIAGET, 1983).

Essa interação possibilita que o conhecimento progrida de um nível mais elementar para um nível mais complexo. Portanto, o conhecimento é construído por meio da estruturação de esquemas mentais que permitem que a criança se adapte ao mundo (PIAGET, 1995). Piaget afirma que esses esquemas podem ser utilizados em diferentes situações e de diferentes maneiras, promovendo o desenvolvimento infantil.

Ao investigar o desenvolvimento das crianças, Piaget observou que esse desenvolvimento ocorre gradualmente, por meio da construção e reconstrução de esquemas de forma sequencial e integrada em quatro estágios. Esses estágios foram denominados por Piaget como sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal (KAMII; DECLARK, 1992).

Vale ressaltar que o entendimento dos níveis de conhecimento e dos conceitos apresentados por Piaget constitui uma base importante para o trabalho pedagógico a ser realizado, especialmente na Educação Infantil, considerando o ensino e a aprendizagem da Matemática. É nessa fase que o trabalho do professor é determinante para promover o desenvolvimento dos esquemas mentais básicos das crianças, permitindo que elas construam operações concretas e estabeleçam relações lógicas que favoreçam o desenvolvimento das estruturas de conservação, classificação e seriação (GARCIA, 1997).



É importante ressaltar que, apesar das várias contribuições de Piaget voltadas para a Matemática, essa área é a que encontra a maior rejeição à sua teoria e, às vezes, há equívocos na prática daqueles que a utilizam, tratando-a como um receituário didático. Nesse sentido, Kamii (1997) afirma que, quando um educador toma conhecimento da teoria do número de Piaget, sua primeira tendência é pensar nas implicações pedagógicas dentro do âmbito do número. No entanto, os professores nem sempre têm clareza de que a teoria piagetiana não trata de orientações pedagógicas, mas sim de conhecimentos que podem ajudá-los a compreender o desenvolvimento infantil e a entender como as crianças aprendem.

Para desenvolver um trabalho que permita que a criança vivencie as primeiras experiências matemáticas na escola e promova a construção das estruturas de conservação, classificação e seriação, é necessário que o professor leve em consideração o conhecimento prévio das crianças, utilize materiais concretos, diversifique as atividades e ensine noções básicas de Matemática (KAMII, 1997).

Além disso, é fundamental que o professor proporcione diversas situações e experiências para ensinar um determinado conceito, pois essa diversificação favorece a construção desse conhecimento pela criança. Em resumo, a aprendizagem de conceitos e a aquisição do conhecimento lógico-matemático são facilitadas quando a criança repete a experiência de maneiras diferentes (FIORENTINI, 2007).

Para que seja possível o desenvolvimento de habilidades numéricas, é necessário pensar de forma matemática sobre situações, conhecer os sistemas matemáticos de representação que serão utilizados como ferramentas e entender a lógica dessas situações, assim como as invariáveis, para que possamos escolher as formas adequadas de abordagem matemática. Nunes e Bryant (1997) acrescentam que não basta aprender apenas os procedimentos, é necessário transformar esses procedimentos em ferramentas de pensamento.

Nessa perspectiva, Piaget e Szeminska (1975) afirmam que a criança pequena não adquire o conhecimento do número apenas ao aprender a contar



verbalmente “um, dois, três, etc.” Portanto, a escola não deve se limitar a ensinar as crianças a contar e a escrever os numerais. Atividades mecânicas de reprodução e memorização não garantem a aprendizagem da Matemática.

Danyluk (2002) utiliza a mesma denominação para a aprendizagem da Matemática e da língua materna. Ela entende que a alfabetização matemática se refere ao processo de aprender a ler e escrever a linguagem matemática nos primeiros anos da escolarização. Isso envolve a compreensão, interpretação e comunicação dos conteúdos matemáticos ensinados na escola, que são considerados fundamentais para a construção do conhecimento matemático. Ser alfabetizado em Matemática significa compreender o que se lê e escrever o que se compreende sobre as primeiras noções de aritmética, geometria e lógica (DANYLUK, 2002).

2.8 A FUSÃO TECNOLOGIA E ENSINO

A evolução tecnológica e sua integração no ensino têm sido uma das principais fontes de transformação na escola e em seus objetivos. Papert (2008) acredita que o uso do computador pode melhorar os ambientes de aprendizagem e alterar a relação da criança com o conhecimento. Para ele, o conhecimento deve ser construído ativamente pelos alunos, e educar consiste em proporcionar oportunidades para que eles se envolvam em atividades criativas que alimentem esse processo de construção do conhecimento.

É importante ter uma noção básica introdutória e desconstruir algumas ideias populares sobre o que é um robô. Um robô não é necessariamente um androide, como os que vemos em filmes, como o Exterminador do Futuro ou o C-3PO. Um robô pode ter diversas formas e não precisa ser humanoide (ARNÁEZ; BRASCHI, 2015).

Os avanços mais significativos da modernidade são resultado da eletrônica. Podemos encontrar dispositivos eletrônicos de apoio à vida diária em todos os lugares, em diversos aspectos sociais, educacionais, políticos, científicos e culturais. O desenvolvimento tecnológico nos fornece meios



eficientes para realizar nossas atividades diárias com o mínimo de esforço. Por exemplo, sistemas sem fio para controlar o funcionamento de vários dispositivos ou escadas rolantes. O projeto e a programação dessas ferramentas tecnológicas são simplificados a tal ponto que não é mais necessário possuir conhecimento altamente especializado para desenvolvê-las. Basta ter um nível básico de conhecimento em programação e eletrônica, juntamente com a vontade de aprender e criar um protótipo robótico (COLLINS et al., 2004).

De acordo com Sousa (2000), se perguntássemos aos alunos sua opinião sobre a escola, muitos deles provavelmente responderiam que “a escola é chata e os professores são chatos!” e expressariam outras opiniões negativas. Para mudar essa percepção da escola, é necessário que ela acompanhe as mudanças sociais, culturais e econômicas que ocorrem na sociedade e se adapte a elas (CAIRES, 2013).

Com base nos conceitos relacionados ao método TLS, é fundamental enfatizar que o desenvolvimento de uma sequência de ensino-aprendizagem é determinado pela interação com aqueles envolvidos nesse processo. A importância de pivôs ou padrões que orientem as discussões, o desenvolvimento e a aplicação surge da grande quantidade de facetas e interpretações que a sequência em construção pode assumir para os envolvidos (GURGEL et al., 2013).

Nesse contexto, a inovação tecnológica na sala de aula surge como um fator para auxiliar e aprimorar a didática. Silva (2011) menciona que a complexidade, a incerteza e a imprevisibilidade dos fenômenos sociais em uma sociedade inovadora exigem uma abordagem educacional que envolva novos quadros conceituais e a construção de novos caminhos formativos mais adequados a essa realidade.

Desse modo, concordamos com a teoria de Fernandes, Fermé e Oliveira (2007) quando afirmam que “a evolução das capacidades técnicas dos equipamentos informáticos e das possibilidades de comunicação em rede trouxe novas dimensões e novas possibilidades de trabalho. No entanto, a maioria das



salas de aula (tanto nas escolas quanto nas universidades) não reflete essa mudança, que também acarreta novos desafios pedagógicos”.

Silva (2007) destaca a utilidade das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) ao mencionar a diferença motivacional entre as atividades existentes na sala de aula e as demandas do mundo exterior. Ele conclui que, para reduzir essa diferença, devemos desenvolver métodos de ensino que acompanhem essa evolução, utilizar técnicas que motivem os alunos a aprender. Em vez de ignorar essa evolução, devemos abraçá-la e estudar maneiras de adaptá-la para beneficiar nossos alunos. O autor também destaca o uso das TICs na introdução de atividades colaborativas entre os alunos.

Com base nessas ideias, vários pesquisadores europeus se dedicaram à produção de sequências didáticas, argumentando que a criação de atividades direcionadas à sala de aula sobre um tema específico é uma forma preliminar de pesquisa, envolvendo uma inter-relação entre projeto, desenvolvimento e aplicação de sequências de ensino ao longo de algumas semanas, em um processo cíclico evolutivo ilustrado por uma série de dados de pesquisa (LIJNS, 1994/1995).

D'Abreu (2008) postula que a escola brasileira (com base em sua experiência pessoal, mas que também pode ser aplicada à escola portuguesa) precisa passar por uma melhoria qualitativa para fornecer aos alunos, cidadãos do futuro, uma educação condizente com as inovações tecnológicas. O autor propõe uma mudança de paradigma e defende que “uma maneira de contribuir para essa mudança de paradigma tem sido o desenvolvimento de pesquisas em Robótica Pedagógica, envolvendo o uso de tecnologias de ponta da área de informática aplicada à educação, para enriquecer o ambiente de ensino-aprendizagem, em um contexto onde também se privilegia o aprendizado através do fazer”.

Portanto, é essencial que os professores adquiram mais competências para aplicar e integrar as novas tecnologias, não apenas no ensino de Matemática e Ciências, mas também para ajudar as crianças a aprender e se desenvolver social, emocional e intelectualmente (BERS; NEW; BOUDREAU,



2004). Nesse contexto, Gurgel et al., (2013) fazem referência às suas experiências na formação de professores em novas tecnologias, mais especificamente na robótica, a fim de alcançar os objetivos almejados.

Para Silva (2007), a robótica possui um forte componente motivacional, despertando grande entusiasmo, interesse e dedicação dos alunos quando eles estão envolvidos em atividades com robôs. Essa afirmação é confirmada por outros autores, que relatam a criação de um ambiente eletrizante ao trabalhar com robôs e crianças, trazendo benefícios evidentes para elas (RIBEIRO et al., 2009).

2.9 FORMA DE USO DA ROBÓTICA-PEDAGÓGICA EM SALA DE AULA

O crescimento do uso de novos recursos tecnológicos nas escolas tem sido significativo. O computador está cada vez mais presente no cotidiano escolar, sendo utilizado com maior frequência e intensidade do que há alguns anos. Nesse contexto, a Robótica Educacional surge como uma ferramenta auxiliar no processo de ensino.

Atualmente, o avanço no uso de recursos tecnológicos aplicados ao ensino é inegável. Amado e Carreira (2008) afirmam que tanto os professores como os cidadãos em geral estão cada vez mais dependentes do computador e do celular em suas atividades diárias. Muitas tarefas dos professores exigem o uso dessas tecnologias, como registro de avaliações dos alunos, registro de presença e utilização de recursos midiáticos nas aulas.

A Robótica Educacional, também conhecida como Robótica Pedagógica, é aplicada em ambientes educacionais onde os alunos têm a oportunidade de montar, desmontar, programar e reprogramar robôs ou sistemas robotizados. Esses sistemas proporcionam aos alunos momentos não apenas de aprendizado, mas também de lazer e entretenimento.



O ensino da robótica não se resume apenas ao conhecimento técnico sobre montagem e programação de robôs. O principal objetivo da robótica pedagógica é fornecer um ambiente no qual os alunos aprendam não apenas a construir e manipular um robô, mas também a compreender todos os conceitos lógicos envolvidos nesse processo, estimulando sua criatividade e raciocínio (CASTILHO et al., 2016).

A robótica abrange aspectos multidisciplinares, uma vez que a montagem e programação de um robô exigem conhecimentos em várias áreas. Diversos conceitos são abordados e buscados, como desenvolvimento do raciocínio lógico, habilidades de solução de problemas, trabalho em equipe, pensamento crítico, criatividade, entre outros. A robótica une teoria e prática.

No ensino da robótica, o professor deixa de ser o único provedor de informações e conhecimentos, e os alunos são estimulados a raciocinar sobre os problemas a serem resolvidos, buscando soluções com base em conceitos e aplicações de outras disciplinas, como matemática, física e computação.

Para desenvolver o uso da Robótica Educacional, o aluno precisa identificar o problema a ser solucionado e entender como resolvê-lo de forma lógica e sequencial, utilizando o robô. Durante a programação do robô, que possui sua própria linguagem de programação, é necessário pensar de forma sequencial sobre causa e efeito, programando para obter a ação desejada. Esse processo estimula o desenvolvimento do raciocínio lógico (CASTILHO et al., 2016).

O aluno tem a oportunidade de programar o robô, testar e, caso os resultados não sejam satisfatórios, reprogramar e testar novamente até obter o resultado esperado. Isso permite que os alunos corrijam seus próprios erros e repitam as ações para alcançar o objetivo desejado.

Nesse sentido, o robô é utilizado como um elemento que auxilia no processo de ensino-aprendizagem, desde o ensino fundamental. Entre as vantagens pedagógicas do uso da robótica educacional, Zilli (2004) destaca o desenvolvimento do raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações



interpessoais e intrapessoais, integração de conceitos de diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos, investigação e compreensão, representação e comunicação, trabalho com pesquisa, resolução de problemas por meio de tentativa e erro, aplicação de teorias em atividades concretas, uso da criatividade em diferentes situações e capacidade crítica.

A Robótica pode proporcionar aos estudantes treinamento em programação, matemática e aquisição de novos conhecimentos em um campo novo, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio lógico, trigonometria e outras áreas que são fundamentais nas aulas de matemática.

Além disso, a Robótica pode se tornar um recurso didático importante para o desenvolvimento de aulas, tornando-as mais cativantes e despertando automaticamente o interesse dos alunos, além de incentivar o trabalho em equipe. Embora muitos estudantes associem a robótica no Ensino Básico a robôs humanoides explorados na cultura do cinema e da TV, a realidade da robótica está mais ligada às engenharias de produção e à automação de linhas de produção.

A robótica na educação é um ambiente propício para estudos que envolvem Matemática e Engenharia (STOHLMANN; MOORE; ROEHRIG, 2012; WU; ANDERSON, 2015). Um levantamento sobre trabalhos relacionados à robótica na educação publicados em importantes eventos da área identificou um crescimento significativo a partir de 2012. A maioria dos robôs de locomoção utilizava rodas, pois a manipulação de outros tipos de robôs, como humanoides, aéreos ou aquáticos, é mais complexa (NETO et al., 2015).

Além dos robôs físicos, os simuladores robóticos têm sido desenvolvidos como uma alternativa viável para a educação. Os simuladores digitais simplificam a manipulação dos equipamentos virtuais em comparação com os reais, permitindo que o foco das atividades em sala de aula esteja nas situações de aprendizado dos conceitos envolvidos, e não nas dificuldades de manuseio dos equipamentos reais. Os simuladores representam de forma mais simples e divertida a relação entre a aprendizagem de trigonometria e robótica (HOMA, 2021).



É inegável que as tecnologias de informação estão presentes em nossas vidas, transformando não apenas nossas ações, mas também nossa forma de pensar e representar a realidade. Na educação escolar, é necessário criar novos ambientes de aprendizagem e dinâmicas sociais a partir do uso dessas ferramentas. O sistema educacional está se adaptando a essa nova perspectiva, buscando ferramentas que preparem os alunos para os desafios do mundo atual. O uso de novas tecnologias tem se mostrado eficiente na melhoria do desempenho acadêmico e no desenvolvimento de novas competências dos estudantes (PEREIRA, 2013).

É natural que haja receio ao adotar uma tecnologia diferente do habitual em sala de aula. No entanto, diversos estudos indicam e aprovam o uso dessas tecnologias. Segundo Silva (2005), os professores devem abandonar o método tradicional, no qual os alunos têm um papel passivo, e buscar métodos que promovam o diálogo com os alunos e estimulem sua imaginação, levando-os à descoberta.

É fundamental que os educadores procurem práticas metodológicas além dos livros didáticos, quadro negro, giz e aulas expositivas. Mesmo em casos em que os recursos tecnológicos não sejam tão acessíveis, é necessário utilizar os recursos disponíveis e construir redes interativas para melhorar a qualidade do ensino (CUNHA et al., 2015).

Os professores devem relacionar tecnologias, metodologias e atividades, trazendo o mundo audiovisual para a sala de aula e variando a forma de ensinar, evitando repetição e monotonia. Isso estimula a criatividade e melhora a comunicação, promovendo uma aprendizagem mais efetiva.

É possível ampliar essa perspectiva ao considerar que habilidades, procedimentos, diferentes contextos, significados, atores e objetos mediadores devem ser foco de atenção. As atividades pedagógicas devem ser contextualizadas e correlacionadas com a realidade, visando aplicar conteúdos significativos para o desenvolvimento de competências úteis e necessárias para a realização profissional e pessoal dos estudantes (CAMARGO; FAUSTO, 2018). A aprendizagem é baseada no relacionamento entre as pessoas e



envolve mudanças de comportamento, desenvolvendo habilidades (VYGOTSKY, 1998).

Desde a década de 80, educadores já previam que a informática atingiria a educação e a escola, assim como a sociedade como um todo (MONTEIRO; REZENDE, 1993 apud REZENDE, 2002). Com o surgimento da robótica no contexto educacional, surgiu a possibilidade de desenvolver competências por meio da interação entre os alunos, por meio da montagem e utilização de protótipos robóticos, com a mediação do professor (ALVES; BARBALHO, 2018). As tecnologias e os artefatos devem ser vistos em conjunto com os seres humanos e a produção de conhecimento, pois diferentes tecnologias têm moldado a forma como as pessoas produzem conhecimento ao longo da história (LEVY, 1993).

Em resumo, a robótica apresenta diversas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem, incluindo a compreensão de conceitos, o desenvolvimento do raciocínio lógico, estratégias de solução de problemas por meio de tentativa e erro, habilidades de trabalho em equipe, aplicação do conhecimento científico, capacidade de inovação e inventividade (SANTOS, 2010).

É importante enfatizar que, embora a robótica educacional seja revolucionária e exploratória para os alunos, as aulas expositivas ainda são elementos primordiais e necessários no contexto educacional, complementando as aulas exploratórias de robótica. Conscientizar os educadores sobre essas premissas tem levado a um crescente interesse na compreensão das metodologias ativas de aprendizagem, que tornam o aluno protagonista de seu próprio processo de aprendizagem, deixando de ser um elemento passivo na recepção de informações (CAMARGO; DAROS, 2018).

As tecnologias propagam a informação, mas cabe ao professor aliar essa ferramenta aos seus objetivos, elaborando métodos que facilitem a aprendizagem e aproximem a aula da vivência e realidade dos alunos, para que tenha um sentido real e significativo para eles (FONSECA; OLIVEIRA; VENÂNCIO, 2018). Quando a tecnologia é alinhada ao aspecto e à relação entre



educador e educando, ela possibilita diversas situações pedagogicamente favoráveis, auxiliando os alunos em seu processo de aprendizagem e desenvolvimento, além de facilitar a compreensão e assimilação do conteúdo estudado (CAMARGO; DAROS, 2018). Nesse contexto, a tecnologia se torna parte essencial do processo de produção de conhecimento, conforme as ideias do construto de seres humanos com mídias tecnológicas (BORBA; VILLARREAL, 2005).

A preparação do ambiente e dos materiais pelo educador é fundamental para que o estudante tenha autonomia e autoria em seu processo educativo. Isso também valoriza o relacionamento interpessoal entre os aprendizes (MONTSSORI, 1965). A possibilidade de utilizar ferramentas tecnológicas para “fazer coisas” fortalece as ideias dos estudantes e permite, segundo Papert (2008), “maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino”. No entanto, é importante destacar que as construções não acontecem espontaneamente, e o papel do professor é fundamental na escolha da atividade, complexidade e conexão com os conteúdos curriculares que facilitem a experiência, a colaboração e o desenvolvimento das habilidades desejadas (GAVASSA, 2020).

Dessa forma, considerando a robótica pedagógica como um recurso que pode promover ambientes de aprendizagem diferenciados das metodologias tradicionais, nos quais o aluno constrói seu conhecimento por meio da experimentação prática das teorias estudadas em sala de aula, Oliveira (2007) define a robótica pedagógica como “a atividade de montagem e programação de robôs, com a intenção de explorar e vivenciar aprendizagens”.

Observa-se que as teses e dissertações sobre o tema convergem para modelos distintos, variando de acordo com sua aplicação no contexto educacional. Algumas vezes, trabalha-se a construção de dispositivos robóticos, proporcionando a aquisição de habilidades próprias do letramento digital, enquanto outras vezes são abordados conteúdos disciplinares, tendo os dispositivos como ferramenta.

Ao utilizar metodologias ativas e problematizar a realidade como estratégia de ensino e aprendizagem, é possível motivar os estudantes, que



examinam, refletem, relacionam e atribuem significado às suas descobertas diante de problemas reais (CAMARGO, 2018). A robótica pedagógica é um campo propício para o desenvolvimento e a integração de conteúdos interdisciplinares, além de desenvolver a competência crítica, como apontam Lopes (2008), Santana (2009) e Silva (2009).

A robótica pedagógica possibilita adquirir conhecimentos científicos e desenvolver habilidades técnicas de forma integrada, como eletrônica, mecânica e computação, entre outras. Portanto, as concepções teóricas sobre tecnologia interagem com os procedimentos, apontando caminhos para entender as transformações associadas à tecnologia por meio de pesquisas e análises de dados (BORBA, 2001).

Nesse cenário educacional inovador, é necessário que haja espaço suficiente para gerar novas ideias, disseminar dúvidas e causar impacto, tanto restrito à sala de aula quanto amplo para a população em geral. A inovação educacional deve ser compreendida em grande escala, conforme Terra (2007).

Carbonell (2002) complementa afirmando que a inovação educacional é um conjunto de intervenções, decisões e processos com um grau de intencionalidade e sistematização que buscam modificar atitudes, ideias, culturas, conteúdos, modelos e práticas pedagógicas. Isso implica a introdução de novos projetos, programas, materiais curriculares, estratégias de ensino-aprendizagem, modelos didáticos e formas de organizar e gerir o currículo, a escola e a dinâmica da sala de aula.

Nesse contexto, a matemática e as tecnologias, principalmente a programação, possuem uma forte ligação, como na organização por números binários, álgebra e lógica matemática, que facilitam o entendimento de programações e softwares. Por meio da robótica, diversos estudos têm mostrado resultados positivos no ensino de conteúdos matemáticos (RUEDELL, 2019).



2.10 O MÉTODO STEM NO CAMPO ENSINO-APRENDIZAGEM

O STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) surgiu recentemente no Brasil com essa denominação, embora a ideia exista há algumas décadas. No entanto, é importante destacar que o STEM *education* não é exatamente uma metodologia de ensino, mas sim um movimento resultante de uma transformação maior que muitos sistemas educacionais estão passando globalmente (PUGLIESE, 2018).

O movimento STEM teve origem no final da década de 1990 e início dos anos 2000, como resposta a duas questões principais identificadas nos Estados Unidos. A primeira questão estava relacionada à escassez de profissionais qualificados nas áreas STEM, que estava levando a uma crise econômica e de emprego. A segunda questão estava ligada ao baixo desempenho dos alunos americanos em exames internacionais padronizados, como o PISA, que avalia a qualidade do ensino nos diferentes países (PUGLIESE, 2018).

O grande desafio a ser superado era encontrar práticas e metodologias que possibilitassem uma abordagem pedagógica capaz de formar alunos criativos, críticos, reflexivos, colaborativos e capazes de resolver problemas reais (CAMARGO, 2018). O método STEM foi a resposta ideal encontrada, pois envolve uma abordagem multidisciplinar, abrangendo as áreas de ciências, tecnologia, engenharia, matemática e, em alguns momentos, artes. Dessa forma, o ensino vai muito além, e diversas disciplinas são trabalhadas simultaneamente de diferentes maneiras, permitindo que os alunos entrem em contato com novos e variados conceitos ao mesmo tempo.

Aprender de forma isolada não capacita os alunos a aplicar o conhecimento. Para ser capaz de transferir o conhecimento para situações reais, os estudantes precisam desenvolver estratégias cognitivas e habilidades específicas para cada aplicação do conhecimento, ou seja, eles precisam desenvolver competências. Nada melhor do que a necessidade de resolver desafios ou problemas reais e autênticos utilizando metodologias ativas de



aprendizagem para desenvolver essas estratégias cognitivas e habilidades (CAVALCANTI et al., 2014).

Além de promover essa multidisciplinaridade, o STEM também é uma excelente ferramenta para estimular a autonomia dos alunos, facilitar a resolução de problemas e promover uma integração mais eficiente com o mundo ao seu redor. Os alunos aprendem aquilo que realmente será útil em seu dia a dia, de maneira dinâmica e livre, em comparação com os modelos tradicionais de educação (CAMARGO, 2018).

O Movimento Maker tem sido uma importante contribuição internacional nesse contexto e tem se consolidado nos últimos anos. Ele caminha lado a lado com o STEM, pois ambos têm como objetivo inovar, empreender e evoluir. O Movimento Maker envolve a criação com as próprias mãos, utilizando recursos como computadores, impressoras 3D e ferramentas diversas.

Embora pareça algo recente, a ideia de aprender fazendo ou colocar a mão na massa sempre foi tema de reflexões no campo educacional (GAVASSA, 2020). Essa abordagem educacional tem o interesse de despertar o interesse por carreiras relacionadas às áreas STEM, sendo implementado por meio de programas governamentais de criação de espaços de criação (MAKESPACES; FABLABS), que são vistos como ambientes promotores de benefícios educacionais (BEVAN, 2017).

A materialização do pensamento na programação é destacada por Valente (1999), uma vez que os alunos precisam pensar de forma lógica e expressar suas ideias por meio de uma linguagem que o computador ou a unidade de controle robótica possam entender e executar. Borba e Villarreal (2005) destacam que a visualização e a experimentação podem ser consideradas formas de raciocínio, classificando-as em dois níveis: um associado ao uso da demonstração formal e outro relacionado à solução de problemas para a elaboração e teste de conjecturas, buscando explicações para resultados matemáticos, como é o caso das tecnologias em geral no contexto pedagógico.



Quando se trata do método STEM e de sua importância para a compreensão dos conhecimentos matemáticos, atividades dinâmicas captam a atenção dos alunos, enquanto o trabalho em grupo possibilita a discussão sobre as melhores formas de resolvê-las, relacionando-as aos conceitos de distâncias, ângulos e figuras geométricas. Isso proporciona a troca de conhecimento, perspectivas e experiências entre os alunos, habilidades consideradas fundamentais nesse método (RUEDELL, 2019).

A incorporação do STEM tem gerado dois efeitos positivos no ensino de ciências. Um deles é o esforço bem-sucedido do ensino de ciências em estar constantemente atualizado e conectado à inovação, sem perder de vista seus conceitos fundamentais. O outro efeito, que vai além do currículo, é promover iniciativas de aperfeiçoamento profissional e formação de professores. Em diversos países, existem programas governamentais ou independentes de formação de professores relacionados ao STEM. Quase sempre, a implementação do STEM na sala de aula começa pela formação de professores, o que é positivo para capacitar o corpo docente em ciências com um currículo mais atualizado (BRACKLEY; HOWELL, 2015).

Alguns pesquisadores enfatizam que a abordagem robótica na aprendizagem deveria ser uma ferramenta fundamental a ser utilizada em sala de aula. Por exemplo, Wildner (2015) destaca sua contribuição significativa no ensino de geometria plana do 9º ano do ensino fundamental. Em seu estudo “Robótica Educativa: um recurso para o estudo de Geometria Plana no 9º ano do Ensino Fundamental”, a autora considera os conhecimentos prévios dos alunos e busca estabelecer uma conexão entre robótica e matemática, especialmente na geometria, trabalhando com áreas e perímetros de figuras planas. Wildner (2015) conclui que a robótica pode ser um meio auxiliar na aprendizagem de diversos conteúdos matemáticos, não apenas na geometria, mas também em diversos outros campos da matemática.



2.11 FATORES DE IMPLANTAÇÃO DO STEM NA EDUCAÇÃO ESCOLAR

O ensino STEM baseia-se na interdisciplinaridade para engajar os alunos e gerar uma experiência rica e profunda de aprendizado. A sigla “STEM” refere-se a áreas do conhecimento, como ciências, tecnologia, engenharia e matemática. O foco não é necessariamente ensinar conceitos desses campos para crianças, mas utilizar o mesmo método de pensar a educação desses ramos.

Por isso, a educação STEM é focada em projetos que carregam cenários do mundo real. Ou seja, a ideia é trabalhar com contextos relevantes, a fim de preparar melhor os estudantes para o mercado. Outra característica é a maior autonomia dos alunos, que são os protagonistas do próprio aprendizado e saem de uma postura mais passiva para uma ativa. Estimula também um uso consciente da tecnologia, de modo a ensinar atividades relacionadas, como programação de aplicativos/sites/jogos e robótica, tudo isso de forma divertida e interativa.

Nos projetos dessa metodologia, os estudantes se envolvem ativamente, criando coisas e chegando a resultados com base nas discussões e debates com colegas. Assim, crescem juntos e desenvolvem características requeridas pelo mercado atual e futuro. Veremos mais sobre isso no tópico a seguir.

Ao colocar esses estudantes em contato com situações reais, é possível estimular o pensamento crítico e a cidadania deles, ajudando-os a entender qual é o seu papel no mundo. Desse modo, eles crescem como profissionais e como seres humanos também, desenvolvendo consciência social. Esse tipo de pensamento consegue ir além das conclusões rasas e comuns ao investigar um problema de forma completa. Assim, os estudantes passam a entender melhor o contexto em que vivem.

Como falamos, esses projetos são fundamentados em criações e envolvem uma postura mais ativa dos alunos. Por essa razão, eles desenvolvem a criatividade, sendo incentivados a pensar em diferentes soluções para um



problema e diversas formas de chegar a essas soluções. Utilizando os recursos práticos e com apoio da tecnologia, os estudantes devem imaginar os cenários associados e construir ideias com base na capacidade criativa.

No geral, a participação escolar melhora, pois as crianças passam a se concentrar mais nas atividades escolares e a se dedicar aos projetos. Há uma motivação maior, visto que o STEM envolve recursos empolgantes e estratégias inovadoras de ensino. Não é somente a mesma atividade de sempre, característica das abordagens tradicionais.

Além disso, essa metodologia é fortemente baseada em trabalhos em equipe, o que estimula a participação de todos os envolvidos na construção de soluções e saídas para os problemas. Os alunos aprendem a lidar com os outros, a respeitar as ideias de cada um, bem como a se comunicar em busca de um ponto comum. Desse modo, as crianças desenvolvem capacidade de empatia, controle emocional e conseguem ainda auxiliar os colegas, enquanto crescem também.

O STEM é essencial para preparar estudantes para o mercado moderno, desde a infância. Com métodos práticos, eles entrarão em contato com as novidades tecnológicas e conseguirão superar os principais desafios da educação tradicional, conquistando as habilidades necessárias para uma vida pessoal e profissional bem-sucedida.

2.12 O ARDUÍNO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA

Atualmente, nota-se em contexto mundial que existem diversos cursos de robótica integrados ao ensino fundamental e médio, pré-estabelecidos em grades curriculares, como em competições de robótica, por exemplo (FRIEZ et al., 2016). As próprias aulas são frequentemente usadas para preparar para a competição. Os professores normalmente fornecem aos alunos várias formas de desenvolver esse conhecimento em robótica, auxiliando a praticar atividades de determinadas competições, com diferentes graus de foco em habilidades de programação (DEYLE; GUIZZO, 2012).



A ação infantil com a robótica educacional e as respostas obtidas ao longo do desenvolvimento às ações das crianças fizeram com que os educadores enxergassem com bons olhos a união entre tecnologia e educandos (VIRNES, 2014). Dessa maneira, percebe-se que a vivência da robótica e da programação torna o educando muito mais crítico, pois ele não se contenta simplesmente com uma resposta, mas sim passa a entender que existem diversas maneiras de resolver um problema.

Talvez desse modo, constata-se assim que a principal ferramenta utilizada em sala de aula, principalmente devido ao baixo custo, seja uma das razões da aceitação e disseminação da plataforma Arduino nas escolas. A possibilidade de se lidar com uma plataforma aberta, com um vasto conhecimento distribuído, permitindo construções de forma incremental e um acesso mais profundo às montagens, tem se tornado um atrativo formidável na consideração de tal plataforma para auxiliar no ensino e na aprendizagem (MEDEIROS; WUNSCH, 2019).

De forma sintética, Arduino é uma plataforma de microcontrolador que, devido à facilidade de uso e à sua natureza aberta, tem alcançado enorme popularidade entre os entusiastas da cultura maker (MEDEIROS; WUNSCH; 2019). O Arduino permite a realização do que se denomina de “computação física”, por meio da conexão de seus circuitos eletrônicos aos seus terminais, visando ao controle de dispositivos, tais como LED e motores, ou para a medição de variáveis, tais como temperatura e luminosidade (MONK, 2013).

Sua origem remete ao seu desenvolvimento na Itália como recurso para auxiliar no ensino de estudantes. Somente em 2005 foi lançado comercialmente por Massimo Banzi e David Cuartielles, tornando-se um produto muito bem-sucedido entre fabricantes, estudantes e artistas, devido à facilidade de utilização e à sua durabilidade (MEDEIROS; WUNSCH, 2019). Monk (2013) cita que um fator considerado chave no sucesso do Arduino é a disponibilidade das licenças de forma gratuita (conforme o licenciamento da *Creative Commons*), o que permitiu o aparecimento de placas alternativas com custo mais baixo.



Em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele, ou seja, o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, sendo um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software. Por exemplo, um uso simples de um Arduino seria acender uma luz por um certo intervalo de tempo, como 30 segundos, depois que um botão fosse pressionado.

Nesse exemplo, o Arduino teria uma lâmpada e um botão conectados a ele, aguardando pacientemente até que o botão fosse pressionado; uma vez pressionado o botão, ele acenderia a lâmpada e iniciaria a contagem. Depois de contados 30 segundos, apagaria a lâmpada e aguardaria um novo apertar do botão. Você poderia utilizar essa configuração para controlar uma lâmpada em um closet, por exemplo. Esse conceito poderia ser estendido pela conexão de um sensor, como um sensor de movimento PIR, para acender a lâmpada quando ele fosse disparado. Esses são alguns exemplos simples de como você poderia utilizar um Arduino.

Ele pode ainda ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes ou pode ser conectado a um computador, a uma rede ou até mesmo à Internet para recuperar e enviar dados do Arduino e atuar sobre eles. Em outras palavras, ele pode enviar um conjunto de dados recebidos de alguns sensores para um site, dados estes que poderão, assim, ser exibidos na forma de um gráfico.

A mais recente placa do Arduino, a Uno, difere das versões prévias por não utilizar o chip FTDI, que conduz a USB para a serial. Em vez disso, ela utiliza um Atmega8U2, programado como um conversor USB para serial. Isso confere à placa muitas vantagens quando comparada à sua predecessora, a Duemilanove. Primeiro, o chip Atmega é muito mais barato que o chip FTDI, diminuindo o preço das placas. Segundo, e mais importante, ele permite que o chip USB tenha seu firmware atualizado, para que o Arduino seja exibido em seu PC como outro dispositivo, como um mouse ou joystick de jogos. Isso abre uma série de novas possibilidades para o Arduino.



O hardware e o software do Arduino são ambos de fonte aberta, o que significa que o código, os esquemas, o projeto etc. podem ser utilizados livremente por qualquer pessoa e para qualquer propósito. Dessa forma, há muitas placas clone e outras placas com base no Arduino disponíveis para compra, ou que podem ser criadas a partir de um diagrama. De fato, nada impede que você compre os componentes apropriados e crie seu próprio Arduino em uma matriz de pontos ou em sua PCB (*Printed Circuit Board*, placa de circuito impresso) feita em casa. A única ressalva que a equipe do Arduino impõe é que você não utilize a palavra “Arduino”. Esse nome é reservado à placa oficial. Daí a existência de nomes para as placas clone como Freeduino, Roboduino, etc.

Sendo assim, ele se torna uma forma fácil de implementar educação tecnológica nas escolas e pode ser compreendido através de seu microcontrolador, que é uma placa eletrônica fácil de ser manuseada, com a qual protótipos podem ser criados, com base em hardware e software livre. O elemento principal é o microcontrolador ATMEGA 328, um circuito integrado programável que tem a capacidade de executar instruções que estão em sua memória. Assim, o Arduino recebe os dados através dos terminais de entrada, conectados a sensores que são os guias eletrônicos. Após o processamento dessas informações, ele as leva para um programa que permite controlar todos os tipos de motores, luzes e atuadores.

O Arduino tem sido nos últimos anos a principal contribuinte para a facilidade e no processo de aprendizagem com tecnologias, principalmente no que diz respeito à educação básica, bem como a influência da plataforma no desenvolvimento de projetos de pesquisa sobre o mesmo assunto (MACHADO MATOS; MATOS; NASCIMENTO; RODRIGUES, 2016).

A placa pode ser entendida como o hardware do sistema que será estruturada para receber os projetos ou sistemas implementados e o IDE, que é o software que irá operacionalizar o hardware, como um computador. Além disso, é possível adicionar na placa diversos tipos de componentes eletrônicos direcionados e programados para um determinado projeto (CAVALCANTE et al., 2014).



Conforme citado anteriormente, o Arduino utiliza um microcontrolador ATMEGA (chip controlador gravável) com a função de receber e entregar o fluxo de informações com o controle do software (SILVA et al., 2014). A linguagem de programação utilizada é um conjunto de funções da linguagem C/C++ com algumas mudanças.

Com o Arduino na condição de um controlador, é possível executar uma série de tarefas relacionadas à robótica. A atividade de um robô pressupõe autonomia de ação, para isso é necessário que ele “sinta” o ambiente em que está inserido e “aja” conforme os objetivos que foram estabelecidos para ele. Dessa forma, ele precisa ter “sensores” para perceber o que acontece no ambiente e coletar informações. Existem sensores de luz, proximidade, temperatura, som e infravermelho.

Importante salientar ainda que o Arduino utiliza diversos tipos de portas para a comunicação com sensores e atuadores. De forma simples, podemos chamá-las de portas digitais ou analógicas. As portas digitais possuem apenas duas situações: desligado ou ligado, zero ou um, gerando nessa porta uma saída de 0 ou 5V, respectivamente. Essa porta é utilizada, por exemplo, em projetos em que se deseja enviar ou receber um sinal, como ativar ou desligar uma lâmpada ou saber o estado de um botão (se ele está ativado ou não). Essas portas podem ser tanto de entrada quanto de saída.

Existem também as portas analógicas, que por padrão são portas de entrada e podem possuir valores variáveis de tensão entre 0 e 5V. Assim, podemos fazer uma escala entre essas tensões de entrada e usá-las como métrica em medidas. No entanto, essa métrica tem valores digitais entre 0 e 1023 bits. Ou seja, os valores lidos pelo controlador podem corresponder a uma faixa de 1 a 1023 bits. Além disso, é possível transformar algumas portas digitais em portas de saída analógicas. Nesse caso, os valores de saída correspondem a uma escala entre 0 e 255 bits. Essas portas são chamadas de portas PWM e são usadas, por exemplo, para variar a tensão em motores ou lâmpadas.

Aguiar (2017) cita que “para utilizar o Arduino, é preciso dizer a ele o que fazer, assim como em qualquer computador”. No entanto, é necessário utilizar



uma linguagem de programação. É importante ter pelo menos um conhecimento básico sobre programação, que hoje em dia, graças à internet, possui inúmeros materiais gratuitos, além de diversos livros sobre algoritmos de fácil e rápido acesso. Dessa forma, qualquer pessoa é capaz de produzir seus próprios códigos para o Arduino.

2.13 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DO ARDUÍNO NA APRENDIZAGEM

A robótica utilizada nas escolas tem se mostrado um meio de intensificar o conhecimento, proporcionando a criação de situações específicas de aprendizagem por meio do uso de dispositivos robóticos. De acordo com Valente et al. (2007), um dos principais benefícios pedagógicos dessa abordagem é a realização de atividades que identificam e aplicam conceitos científicos, relacionando-os com diferentes disciplinas do currículo escolar.

Benitti et al. (2009) afirmam que por meio da robótica, os alunos têm a oportunidade de explorar novas ideias e descobrir novos caminhos para aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, desenvolvendo a capacidade de formular hipóteses, estabelecer relações, tirar conclusões e resolver problemas.

Diversas pesquisas têm comprovado essas afirmações. Um estudo realizado por Vieira et al. (2017), por exemplo, mostrou que a introdução dos três pilares da robótica (mecânica, eletrônica e programação) nas escolas pode contribuir para uma formação básica sólida, o que é fundamental para a graduação. Os resultados desse estudo foram obtidos por meio da estruturação de uma oficina de construção de protótipos robóticos para estudantes do ensino fundamental e da aplicação de um questionário para verificar o interesse e a importância da robótica pedagógica para os alunos.

Atualmente, é amplamente discutida a necessidade de atividades diferenciadas para o ensino de diversas disciplinas, bem como a importância de utilizar atividades mais dinâmicas e interativas para despertar o interesse dos alunos pela aprendizagem. No entanto, como afirmam Bona e Ribeiro (2016), ter



tecnologia digital na sala de aula não garante o envolvimento dos alunos nas atividades. É fundamental que os professores planejem e desenvolvam ações específicas para explorar esse recurso.

Nesse contexto, o Arduino tem se destacado como uma ferramenta que desperta o interesse dos alunos nas escolas brasileiras. Aguiar (2017) menciona que o Arduino foi escolhido por ter muitos materiais disponíveis gratuitamente, ser de código aberto e mais barato em comparação com outros kits comerciais de robótica disponíveis no mercado. Ele se adequa à realidade das escolas de ensino médio. Além do Arduino, existem outros materiais disponíveis, incluindo kits na internet, e cada professor pode escolher o material que melhor se adequa às suas necessidades.

Diversas pesquisas foram realizadas em diferentes regiões do Brasil para avaliar o uso do Arduino nas escolas. Um estudo realizado em Juazeiro do Norte, na Bahia, por Machado Matos, Matos, Nascimento e Rodrigues (2016), mostrou que a introdução do Arduino em duas escolas de ensino fundamental despertou o interesse dos alunos em aprofundar seus conhecimentos. Os estudantes precisaram ter uma base de informática para iniciar o processo de programação do Arduino e contaram com o apoio necessário caso enfrentassem dificuldades na disciplina.

Outro estudo realizado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará abordou a utilização do Arduino como ferramenta didática para o ensino de física (AGUIAR, 2017). A pesquisa propôs a utilização da robótica com materiais de baixo custo como forma de melhorar a compreensão de diversos fenômenos físicos.

Na região Sudeste, o Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica da Universidade Federal Fluminense (PET-Elétrica UFF) desenvolveu aulas de robótica educacional como ferramenta de aprendizado para o ensino médio (JÚNIOR et al., 2013). O programa tinha como objetivo conectar disciplinas teóricas, como física e matemática, com o uso de kits Lego Mindstorms NXT. Dessa forma, os alunos puderam aplicar na prática os conceitos aprendidos em sala de aula.



Um estudo realizado na cidade de São Paulo, intitulado “Controle Remoto: observando códigos com o Arduino” (BUENO; CAVALCANTE; RODRIGUES, 2014), propôs o uso do Arduino como um microprocessador que recebia sinais digitais de um controle remoto em uma de suas portas digitais. Esse experimento permitiu aos alunos explorar conceitos da Física Moderna por meio do uso da tecnologia, utilizando materiais de baixo custo e facilmente acessíveis a todos os professores.

Essas constatações nas pesquisas mostram a facilidade de uso e a acessibilidade do Arduino, fatores que têm facilitado a implementação de projetos nas escolas de ensino básico. Os alunos dessas instituições tiveram seu processo de aprendizagem transformado e facilitado, além de participarem de competições em nível nacional e internacional. É evidente a importância de demonstrar e representar como o uso do Arduino tem contribuído para a motivação e facilitação do processo de aprendizagem, bem como seu impacto na disciplina de robótica.

Essas constatações estão alinhadas com o que foi afirmado por Christensen, Horn e Johnson (2012), que destacaram a importância da motivação como elemento principal no processo de ensino-aprendizagem, incentivando o engajamento dos alunos e os tornando responsáveis pelo seu próprio desenvolvimento e aprendizado.

2.14 USO DO LÚDICO NA APRENDIZAGEM

Um dos maiores desafios que os educadores enfrentam hoje é o de engajar um amplo grupo diversificado de alunos. Os alunos chegam à experiência de aprendizado com diferentes graus de motivação, compromisso, habilidade e estilos de aprendizagem ou abordagens. Azriel et al. (2005) dizem que “independentemente da idade, condição econômica, étnica ou social, as pessoas entendem a linguagem do jogo”.

Um ambiente de aprendizado passivo não irá estimulá-los. Como as crianças necessitam de maior ritmo e interatividade na vida em geral, é natural



que elas precisem de excitação e interatividade para apoiar sua aprendizagem. Atividades lúdicas, como jogos, são agradáveis e interativas, e os alunos respondem naturalmente a esse tipo de dinâmica de aprendizagem. Se a aprendizagem ocorrer, os alunos devem ser motivados a aprender (CALAHOUN, 1980).

“Lúdico”, segundo a definição de Almeida (2009), refere-se a atividades que envolvem jogar, brincar, ser espontâneo, e passou a ser reconhecido como elemento essencial da psicofisiologia do comportamento humano, não possuindo mais o simples significado de “jogo”. No entanto, o jogo, enquanto atividade lúdica, estimula na criança diferentes esquemas de conhecimento, além de ser prazeroso.

O número de atividades lúdicas tem crescido nas escolas e seu significado tem sido aprimorado. Dohme (2003), por exemplo, afirma que a ludificação pode ser utilizada “como metodologia agradável e adequada às crianças, promovendo o aprendizado das coisas que lhes são importantes e naturais de se fazer, respeitando as características próprias das crianças”.

2.15 A TLS EM SALA DE AULA

Na atualidade, a busca por uma aprendizagem significativa está cada vez mais presente na literatura do Ensino de Matemática e outras ciências exatas, e há uma busca por práticas pedagógicas inovadoras que buscam revolucionar os modelos de ensino-aprendizagem.

Nessa perspectiva, Smith (2001) argumenta que a conexão com situações autênticas da sala de aula tem o potencial de transformar as crenças, hábitos e práticas dos professores, permitindo que compreendam e tomem decisões adequadas. A autora defende um desenvolvimento profissional baseado na prática, que envolve a compreensão do assunto, da pedagogia e dos alunos como componentes essenciais.

Ao invés de aplicar teorias prévias à prática, a teoria emerge de uma análise minuciosa da prática de ensino. Segundo a autora, as situações



autênticas de prática podem servir como material de estudo na formação de professores, proporcionando um ambiente de pesquisa e reflexão sobre as diferentes interações, comunicações e pensamentos que surgem do ambiente real da sala de aula.

Kortland e Klaassen (2010) afirmam que o estudo das sequências didáticas tem como objetivo não apenas interpretar e resolver problemas complexos na educação, mas também gerar novos conhecimentos nessa prática educacional, fundamentando a escolha pelo uso de uma sequência chamada de ensino-aprendizagem (ou TLS, do inglês *Teaching-Learning Sequence*).

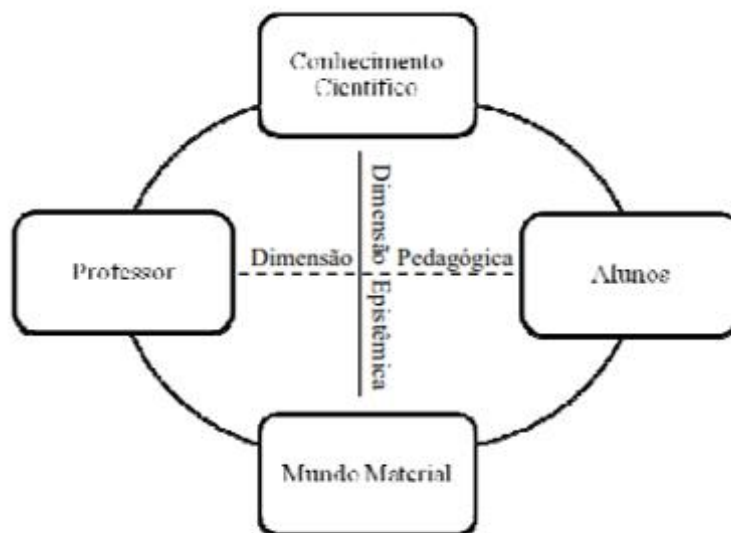
A TLS, de forma geral, é tanto um processo de pesquisa intervencionista quanto um produto, compreendendo atividades de ensino-aprendizagem adaptadas empiricamente ao raciocínio do aluno, e muitas vezes incluindo orientações para o professor com sugestões de ensino bem documentadas (MEHÉUT; PSILLOS, 2004). Essa TLS se desenvolve gradualmente a partir de várias implementações e também de um processo evolutivo cíclico baseado em dados de pesquisa, resultando em seu aprimoramento, bem como nos resultados dos estudantes em relação às atividades planejadas.

Para Psillos et al. (2004) e Ruthven et al. (2009), o trabalho em qualquer processo de design requer a mobilização de vários tipos de conhecimento. No caso das TLS, várias grandes teorias relacionadas à pedagogia, desenvolvimento, aprendizagem, epistemologia, história do sujeito e construtivismo individual e social são fontes possíveis ou podem oferecer sugestões gerais que contribuem para os princípios de design.

No entanto, segundo Psillos et al. (2004), é importante destacar que essas grandes teorias têm pouco a oferecer na concepção de ensino sobre um tema específico. Nesses casos, teorias específicas são mais adequadas, pois se concentram na identificação de problemas mais práticos, como a descrição e análise de práticas existentes, a definição de objetivos, a estruturação dos conteúdos científicos considerando as concepções e o raciocínio dos alunos, a sugestão e justificação de cenários de ensino e aprendizagem, bem como as possíveis dificuldades de aprendizagem e sugestões para superá-las.

Méheut (2005), por sua vez, cita que as TLS têm como objetivo auxiliar os alunos a compreender o conhecimento científico. Para isso, propõe um modelo para o delineamento das TLS, definindo quatro componentes básicos: o professor, os alunos, o conhecimento científico e o mundo material, interligados por duas dimensões: a epistemológica e a pedagógica, conforme representado na figura 1.

Figura 1: Losango didático.



Fonte: Méheut (2005).

Esta representação gráfica permite visualizar a relação de independência entre as dimensões epistêmicas e pedagógicas proposta por Méheut (2005), bem como o conjunto de variáveis que podem ser consideradas durante o processo de concepção de uma TLS. Entendemos que a abordagem Construtivista Integrada em si não constitui um quadro teórico intermediário ou modelo, como os propostos por Artigue (1988). No entanto, percebemos seu potencial para auxiliar o processo de design e avaliação de uma TLS.

A primeira incursão nesse sentido foi feita no trabalho de Soares (2010), no qual, a partir do losango didático proposto por Méheut (2005), foram elencados um conjunto de elementos que poderiam ser mobilizados para o processo de design. No entanto, durante a aplicação da TLS, podem surgir novas



demandas, as quais devem ser analisadas e novas atividades desenvolvidas para atendê-las.

As demandas de aprendizagem podem ser diagnosticadas por meio de leituras de relatos de pesquisas da área, pela experiência do docente em sala de aula ou pela troca de experiências com os colegas. Alguns processos são necessários para identificar as demandas de aprendizagem, como conhecer o aluno, seu contexto e conhecimento prévio, o que requer planejamento cuidadoso da TLS.

Desse modo, percebe-se que a aplicação requer muita dedicação e eficiência por parte do professor, que irá guiar, orientar, decidir estratégias e, quando necessário, realizar mudanças, sempre com o cuidado de não interferir na objetividade da sequência. Nesse sentido, Archila (2015) relata em uma experiência como o papel do professor é decisivo e como ele estava comprometido com a implementação da TLS, tendo cuidado para não influenciar nos resultados analisados durante a aplicação. Cabe ao professor instigar e organizar a problematização na introdução do tópico aplicável, criando um clima de busca pelo conhecimento com discussões e inserção das características pré-estabelecidas no contexto.

Archila (2015) relata que alguns professores têm dificuldades em organizar cenários e argumentar na sala de aula, ou seja, não conseguem introduzir e elaborar uma sequência de estudos relacionada a um determinado tópico. Nessa situação, é possível que a sequência não obtenha êxito em seus resultados.

Tiberghien, Buty e Le Maréchal (2005) ampliaram as ideias sobre as TLS em seu trabalho, criando escalas temporais que ajudam a determinar o tempo de planejamento e execução de uma atividade, distinguindo o papel individual de cada componente do ambiente escolar e suas responsabilidades nessas dimensões temporais.

Kneubil e Pietrocola (2017) afirmam que o desenvolvimento da intervenção, nesse caso da TLS, ocorre na etapa de design. Dessa forma,



conclui-se que, nesse processo, uma equipe é formada para realizar o design, que pode durar alguns meses. A equipe é composta por especialistas, profissionais da educação (geralmente professores de ciências do nível ao qual a TLS se destina), estudantes de pós-graduação, entre outros. Um ou mais professores participantes da equipe de pesquisa são designados como “professor implementador” da sequência.

De maneira geral, cabe citar que podemos encontrar algumas dificuldades em reconstruir o desenvolvimento histórico de pesquisas sobre TLSs, talvez porque nos primeiros passos do desenvolvimento da pesquisa em educação científica a atenção estava focada nas concepções e formas de raciocínio dos alunos. Méheut e Psillos (2005) mencionam que pontos de vista menos centrados no aluno eram difíceis de publicar e permaneceram confidenciais, o que representou uma grande limitação. No entanto, cabe ao professor caracterizar algumas tendências interessantes que consegue perceber e situá-las em relação ao losango didático.

Uma característica importante dessa etapa a ser ressaltada é que o design é orientado por princípios pré-estabelecidos, como citado anteriormente. Esses princípios funcionam como pilares teóricos ou hipóteses nos quais a TLS se baseia durante sua produção. Eles representam um conhecimento já disponível e são usados como fio condutor do processo de didatização.

Quanto às sequências de ensino-aprendizagem, não é necessário que sejam sempre centradas em tecnologia educacional. Santos (2018) apresentou em sua pesquisa resultados encontrados com a aplicação de histórias em quadrinhos nas TLS. Nesse trabalho, a autora procurou entender como uma TLS elaborada em torno de uma história em quadrinhos (HQ) interativa contribui para o aumento das interações discursivas e o engajamento dos alunos, elementos fundamentais para a aprendizagem.

Os principais resultados apontaram para um aumento das interações discursivas por meio da HQ interativa construída como parte da sequência. A construção da HQ interativa como parte da TLS favoreceu o aumento das interações discursivas e do engajamento disciplinar produtivo dos alunos,



conforme observado pela análise das aulas gravadas em vídeo, dos áudios dos alunos durante a aplicação da TLS e das respostas dos alunos na HQ interativa.

Concluiu-se nessa pesquisa que a HQ interativa é um material didático essencial para a aplicação da TLS, e que seu uso não teria êxito sem o comprometimento do professor em aliar a narrativa da HQ com o planejamento das aulas da TLS para produzir significados. Essa conclusão corrobora a afirmação de Jesus Maria Sousa (2004), segundo o qual o professor deve adicionar um novo espaço de diálogo entre as diversas culturas trazidas pelos alunos, buscando novas maneiras de gerar engajamento dos educandos.

2.16 A PESQUISA EM DESIGN (DBR) E SUA IMPORTÂNCIA NA EDUCAÇÃO

As revoluções tecnológicas trouxeram transformações profundas, repensando a informação, comunicação e educação em face dos recursos cibernéticos. Essa nova realidade é chamada de “sociedade da informação”, e a aquisição do conhecimento exige profissionais críticos, criativos, capazes de pensar, aprender a aprender, trabalhar em grupo e se conhecer como indivíduos (SANTOS; RUSCHEL; SOARES, 2012).

Viver nesse universo requer a busca por novos rumos na educação. Dowbor (2013) afirma que, para um profissional da educação atual, é necessário não apenas introduzir novas tecnologias, mas também garantir que as transformações sejam fonte de oportunidades mais amplas e igualitárias para todos.

É por meio do currículo e da escola que as crianças devem exercer práticas democráticas. No processo educacional, elas devem participar, discutir e questionar as práticas sociais, políticas e econômicas, analisando seu contexto e percebendo seu caráter de controle. Dessa forma, podem desenvolver atitudes de emancipação e libertação. Os professores têm a responsabilidade de serem agentes ativos nesse processo, permitindo e estimulando a participação e o questionamento dos alunos, além de propor questões para reflexão. Os



estudantes devem ter seu espaço para serem ouvidos e suas ideias consideradas.

Assim, surge a pesquisa baseada em design (*Design-Based Research - DBR*), que tem como objetivo principal melhorar as práticas educacionais, produzindo conhecimento utilizável. Ela envolve uma colaboração profunda entre pesquisadores e participantes para alcançar os objetivos teóricos e práticos da pesquisa, resultando em mudanças educacionais práticas em sua máxima extensão (WANG; HAFFANIN, 2005). Segundo Baumgartner et al. (2003), essa abordagem pode “ajudar a criar e ampliar o conhecimento sobre o desenvolvimento, adoção e manutenção de ambientes de aprendizagem inovadores”.

Essa metodologia de pesquisa foi especificamente trazida para a Educação Matemática, uma vez que as formas características de desenvolver pesquisas e os modelos de outras áreas, como Filosofia e Psicologia, nem sempre eram adequados para analisar o conhecimento matemático. Era necessário desenvolver modelos que permitissem a análise do desenvolvimento do pensamento matemático dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

Dessa forma, conforme citado, a metodologia DBR oferece ferramentas para analisar um problema e gerenciar o desenvolvimento de intervenções. Além dos produtos obtidos, como materiais didáticos, estruturas curriculares e propostas de cursos, espera-se a construção de novos conhecimentos teóricos (VAN DEN AKKER, 1999; WANG; HANNAFIN, 2005; EDELSON, 2002; DBR-COLLECTIVE, 2003) e princípios que possam ser transferíveis para outros contextos em que se deseja promover uma intervenção.

Na área de tecnologias educacionais, é necessário rever a forma como as pesquisas são desenvolvidas, uma vez que muitas delas enfatizam apenas o valor da tecnologia em relação ao impacto nas variáveis relacionadas à aprendizagem (AMIEL; REEVES, 2008). Isso ignora a complexa interação entre intervenções tecnológicas, papéis das instituições educacionais e propósitos da educação. Os autores apontam para a compreensão das tecnologias



educacionais como um processo, em vez de um produto, destacando a DBR como uma alternativa à forma preditiva de pesquisa.

Além disso, é importante destacar a perspectiva das pesquisas em design, que surgiu na década de 1990 para desenvolver uma nova metodologia intervencionista que combinasse aspectos teóricos da pesquisa com a prática. Essa linha de pesquisa foi introduzida na educação por Brown (1992) e Collins (1992), e outros autores passaram a usar termos semelhantes para definir seus próprios tipos de pesquisas, como *design experiment* também de Brown (1992) e pesquisa de desenvolvimento (RICHEY et al., 2004), culminando no manifesto que introduziu a terminologia que passou a identificar a linha de pesquisa como *design-based research* (DBR-COLLECTIVE, 2003).

Nessa linha de pesquisa, Lijnse (2004) buscou a existência de uma teoria de qualidade didática. Essa teoria seria sustentável se os resultados produzidos a partir das intervenções fossem baseados em estruturas didáticas. Essas estruturas seriam operacionalizadoras dos pontos básicos que produzem resultados aplicáveis à pesquisa, além de apresentarem materiais práticos que representam o caminho mais adequado para ensinar e aprender determinado assunto (LIJNSE, 2004).

Collins et al. (2004) defenderam a necessidade de uma pesquisa de design em educação em ciências que investigasse quais variáveis são importantes e como os processos de ensino-aprendizagem dependem dessas variáveis (COLLINS et al., 2004). Eles também afirmaram a importância de se estabelecer padrões de pesquisa de design reconhecidos e acessíveis a outros pesquisadores, a fim de promover a divulgação e implementação de programas inovadores de formação de professores em Educação Matemática.

Os projetos de pesquisa que adotam a pesquisa baseada em design como metodologia buscam aumentar radicalmente a relevância da pesquisa para a prática, envolvendo os sujeitos da pesquisa em diferentes papéis ao longo de todo o processo de investigação. Para Steffen e Thompson (2000), estudantes, professores, cursos, currículos, materiais didáticos e mentes são sistemas complexos que não devem ser observados isoladamente, pois a observação



isolada corre o risco de deixar o conjunto - a “ecologia de aprendizagem” - defasado. Essa ecologia de aprendizagem é dinâmica, interativa, autorregulável e está em constante adaptação durante todo o processo, pois cada feedback produz efeitos que direcionam as próximas intervenções.

Em resumo, a pesquisa baseada em design (DBR) é uma metodologia de pesquisa capaz de sofisticar e melhorar os processos de ensino-aprendizagem. Por meio de ciclos de redesign e reaplicação, permite que os pesquisadores aprimorem os objetos de ensino, atividades e materiais instrucionais, além de testá-los em diferentes situações para obter trabalhos cada vez mais robustos e aplicáveis em diferentes contextos e situações de sala de aula.

Na terceira etapa da pesquisa, as intervenções realizadas foram analisadas, o que permitiu avaliar os pressupostos do processo delineado e fazer ajustes nas atividades, seja por sugestão das crianças, seja por necessidades identificadas pelas pesquisadoras. Por fim, a última etapa consistiu na análise dos dados coletados, na formalização do processo e na apresentação dos resultados da pesquisa.

Dessa forma, a aplicação dessa metodologia contribuiu para melhorar as práticas educacionais no contexto das pesquisas, permitindo uma análise interativa e flexível das práticas do cotidiano escolar. A colaboração entre pesquisadores e participantes enriqueceu significativamente os resultados, tanto nas interações entre os pares como nos resultados da colaboração. Essa abordagem de análise ocorreu no contexto do mundo real, alcançando objetivos teóricos e práticos da pesquisa.

Para que os sujeitos da pesquisa pudessem reavaliar conceitos geométricos, foi necessário promover momentos de desestabilização que levassem à busca de equilíbrio (PIAGET, 1978) por meio da reflexão das professoras. Essas reflexões foram precedidas, na maioria das vezes, por momentos de desestabilização de diferentes intensidades. As atividades que provocaram desestabilizações foram analisadas pelos autores responsáveis pela pesquisa, e a partir dessas análises, novas atividades foram desenvolvidas



para promover diversos contatos com o tema de estudo que gerou a desestabilização.



CAPÍTULO III

P

ROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A ampla utilização de sequências didáticas para o ensino de Matemática tem colaborado de forma atenuante para o aumento do conhecimento acerca da sua base teórica e na observação de experiências já relatadas no ensino com o uso dessa ferramenta. De acordo com Zabala (1998, p. 18) uma sequência didática se caracteriza pelo “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”, é importante enfatizar que alguns teóricos discordam que a sequência didática tenha um fim ou resultado conhecidos pelos alunos e professores, pois argumento que o fim é conhecido somente pelos professores.

Para a estruturação da sequência didática serão adotados alguns aspectos abordados por Cabral (2017) acerca do seu formato e construção, e como são exploradas e determinadas a ordem das atividades.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desse estudo se apoia na pesquisa qualitativa e quantitativa, por ser um procedimento que implica na coleta de dados e análise deles. Sobre a pesquisa quantitativa, esclarece Fonseca (2002):

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa (FONSECA, 2002).

No caso de pesquisa conjunta, onde se trabalha uma análise qualitativa e quantitativa, esse mesmo autor nos fala que “A utilização conjunta da pesquisa



qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente” (FONSECA, 2002).

Quanto à abordagem, de acordo com o autor supracitado, a pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos. Investiga-se uma pessoa ou grupo capacitado (sujeito da investigação), abordando um aspecto da realidade (objeto da investigação), no sentido de comprovar experimentalmente hipóteses (investigação experimental), ou para descrevê-la (investigação descritiva), ou para explorá-la (investigação exploratória).

Dessa forma, esse estudo se qualifica como pesquisa experimental, pois segue um planejamento rigoroso, através de elaboração de um planejamento de adoção das respectivas plataformas de ensino, as aplica e avalia a qualidade do aprendizado após a aplicação delas. As etapas de pesquisa iniciam pela formulação exata do problema e das hipóteses, que delimitam as variáveis precisas e controladas que atuam no fenômeno estudado (TRIVIÑOS, 1987).

3.2 EXPERIMENTO

Com objetivo de introduzir as crianças no meio tecnológico, bem como ensiná-los as aplicações práticas do que é apresentado em sala de aula; a robótica pode ser uma ferramenta consideravelmente eficiente e de fácil aplicação simplificada.

Na faculdade, aprendemos os métodos mais formais de desenvolvimento de modelos matemáticos para sistemas robóticos. Isso é feito principalmente para que as estratégias de análise possam ser generalizadas e aplicadas a vários sistemas. Ao fazer isso, o campo requer conhecimento prévio completo de álgebra linear e equações diferenciais. No entanto, muitos sistemas robóticos básicos podem ser simplificados em princípios trigonométricos.

Eu gostaria de demonstrar isso com um exemplo simples. Na modelagem de braços robóticos existe o conceito de cinemática direta e inversa. A



cinemática direta é usada quando sabemos quais são os ângulos entre as articulações de um robô. Conhecendo esses ângulos, podemos calcular onde a extremidade do braço (efetor final), está em um espaço de coordenadas 3D. Isso é útil para verificar se o braço está na posição esperada.

Já a cinemática inversa acontece quando sabemos a posição que o efetor final deve estar no espaço de coordenadas 3D. Com base nesta posição, podemos calcular os ângulos de articulação que o braço deve configurar para atingir tal coordenada.

Por isso, um braço robótico típico, três graus de liberdade com três juntas de revolução, será usado neste experimento.

3.2.1 O braço robô

O uso de robôs como braços mecânicos pode ser bastante útil em várias áreas, como em indústrias de montagem e automação, onde a precisão é extremamente importante. Além disso, a robótica também tem sido aplicada em projetos de recuperação e reabilitação de pacientes com lesões medulares e outras deficiências físicas.

É encorajador ver que jovens estudantes estão interessados em aprender e experimentar com tecnologias avançadas. Espera-se que as próximas gerações assumam papéis importantes na criação e implementação de novas tecnologias para melhorar a qualidade de vida e resolver problemas complexos. Trabalhos colaborativos em equipe são sempre uma ótima forma de desenvolver habilidades de comunicação, liderança, negociação e resolução de problemas.

Ao dividir a tarefa de montagem do projeto em partes, cada grupo de alunos pode se concentrar em sua área de especialização e, assim, maximizar sua eficiência. Além disso, através da colaboração, os alunos podem aprender com seus colegas e desenvolver uma compreensão mais abrangente do projeto como um todo.

Essa abordagem também é bastante comum na indústria, onde equipes de engenheiros trabalham juntas para criar grandes projetos, como aviões ou



carros. Ao trabalhar em equipe, é possível abordar projetos de maior complexidade e criar soluções mais inovadoras e eficazes.

Essa divisão em cinco equipes diferentes cobriu as principais áreas de responsabilidade necessárias para um projeto bem-sucedido.

A equipe de montagem é responsável por construir e montar o projeto físico, garantindo que tudo esteja bem conectado e funcionando corretamente.

A equipe de programação é responsável pelo software, garantindo que o robô execute as ações corretas e no momento certo.

A equipe de limpeza é frequentemente um aspecto esquecido, mas é muito importante para garantir a segurança dos participantes e do público em geral.

A equipe de manipulação dos robôs no evento é importante para garantir que o projeto seja apresentado da melhor forma possível, e que ele funcione sem problemas em um ambiente ao vivo.

Finalmente, a equipe de organização é responsável por garantir que tudo esteja em ordem antes, durante e após o evento, lidando com a logística, a comunicação e a programação.

Essa é uma abordagem eficaz para trabalhar em projetos em grupo, pois divide o trabalho em partes gerenciáveis e garante que cada aspecto área seja bem cuidado.

É ótimo ver que o projeto também contou com uma equipe teórica capaz de ajudar a explicar e fundamentar o conhecimento e a aplicação da teoria que sustenta o robô. Além disso, a equipe que explorou a aplicação da matemática no projeto também é fundamental, já que a matemática é uma ciência fundamental para a robótica e outras áreas tecnológicas.

Uma equipe teórica pode explorar as diferentes teorias e conceitos que sustentam a robótica, explorando a física, a eletrônica e outros campos científicos que ajudam a explicar o funcionamento do robô em um nível mais fundamental.



Uma equipe de prática que explora a matemática significa que eles são responsáveis por implementar a matemática na programação e na manipulação do robô. A matemática é fundamental para a robótica porque permite aos desenvolvedores a precisão necessária para garantir que o robô execute as tarefas corretamente.

3.2.2 Feira da cultura

Ver professores engajados em ajudar seus alunos a explorar áreas de interesse, promovendo atividades desafiadoras e relevantes. A criação de uma feira de cultura pode ser um excelente meio para os alunos aprenderem e se divertirem, pois permite que eles desenvolvam suas habilidades de pesquisa, organização e comunicação, além de ser uma oportunidade de compartilhar suas descobertas com colegas e membros da comunidade.

Os professores também podem desempenhar um papel importante ao orientar os alunos no desenvolvimento de projetos como a feira de cultura, oferecendo suporte e feedback valiosos e incentivando-os a pensar de forma crítica e criativa.

A colaboração entre professores também é fundamental para o sucesso de projetos como esses. A autora e o professor Rogério Cardoso são uma ótima equipe, e é inspirador ver a dedicação deles em ajudar os alunos a realizarem projetos significativos e envolventes.

Saber que cada aluno fez um excelente trabalho sobre o braço robótico! Cada pessoa traz sua própria perspectiva, conhecimento e habilidades para um projeto, e é ótimo ver que os alunos conseguiram se destacar e contribuir com suas próprias ideias e esforços.

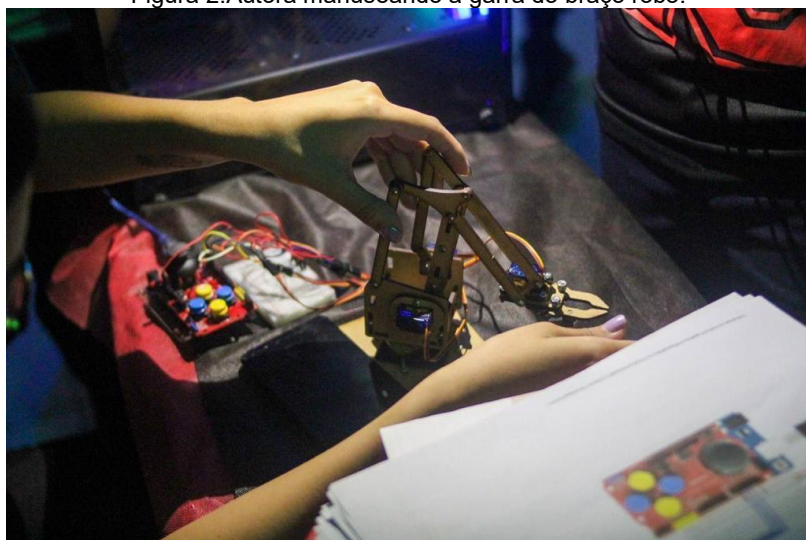
Projetos como esse também ajudam a desenvolver habilidades individuais importantes, como a capacidade de pesquisar, analisar dados, resolver problemas e apresentar informações de forma clara e organizada.

Essas habilidades são extremamente valiosas e úteis em vários contextos. Definitivamente, o projeto do braço robótico foi uma oportunidade

valiosa para os alunos mostrarem seu potencial e se destacarem individualmente. Parabéns a todos os alunos envolvidos!

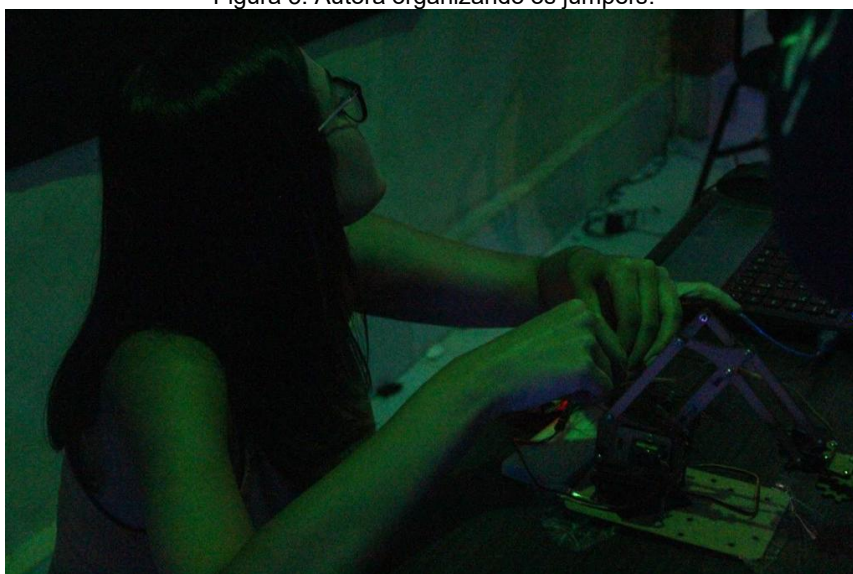
A feira da cultura certamente foi um grande sucesso entre os alunos e a comunidade! Logo, iremos observar algumas fotos propostas no dia da feira da cultura.

Figura 2: Autora manuseando a garra do braço robô.



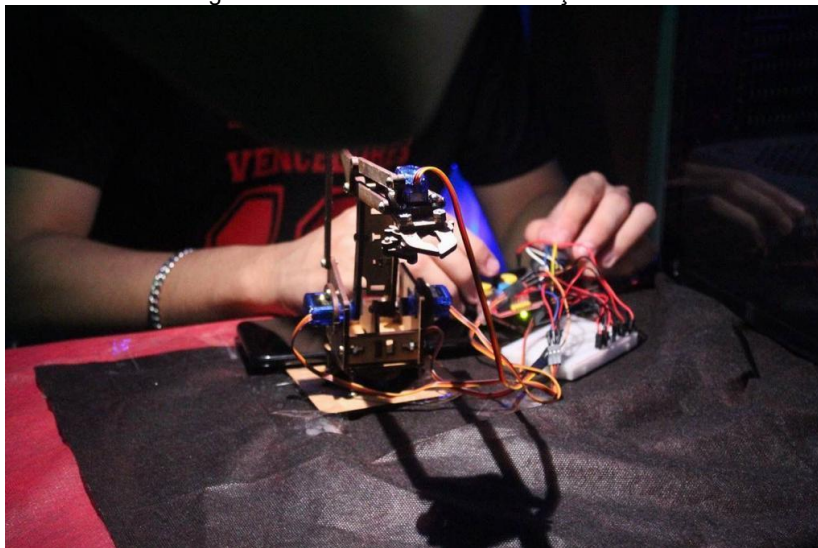
Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 3: Autora organizando os jumpers.



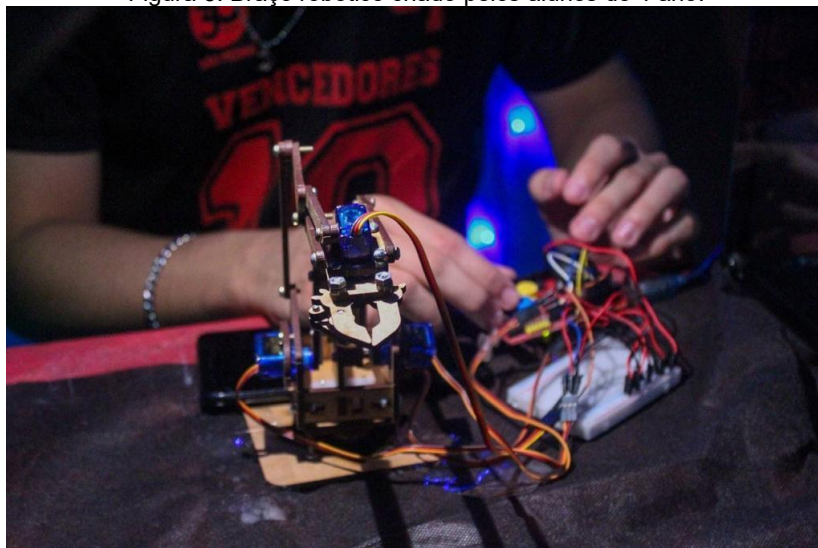
Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 4: Aluno manuseando o braço robô.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 5: Braço robótico criado pelos alunos do 1 ano.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

3.2.3 Plano de curso

Foi elaborado pela autora um plano de curso, onde visou a construção de todo o protótipo do braço robô.

Tabela 01: Plano de curso.

Docente: Raphaela Gemaque de Pinho Título do Componente Curricular :Robótica Educacional Etapa de Ensino: Ensino Médio Carga Horária :2 horas aulas semanais (geminadas) Plano de curso
1. INTRODUÇÃO No âmbito educacional, estar em sintonia com tecnologias educacionais inseridas no processo de aprendizagem é ter a oportunidade de apresentar caminhos educacionais significativos, com propostas inovadoras que buscam a construção de uma nova concepção de ensino, pautado nas necessidades atuais evidentes do processo educacional. Os recursos tecnológicos inseridos na prática pedagógica contextualizam a vida dos jovens nascidos na era digital, oportunizam e ampliam a inserção do conhecimento, estimulam novas experiências através da tecnologia e constroem novas competências, que contribuem significativamente para o processo de ensino-aprendizagem individual e coletivo, pois o propósito é formar um currículo tecnológico que atenda aos desafios e propostas apresentadas na sociedade humana. A Educação 4.0 visa desenvolver a vivência de aprendizagens ativas, empatia, desenvolvimento de habilidades e senso crítico. Sob este aspecto, a abordagem da Robótica como recurso educacional permite a alunos e professores o desenvolvimento de variadas habilidades, incluindo a apropriação de conhecimentos de forma colaborativa através da resolução de problemas oriundos da realidade década comunidade escolar, propiciando a expressão da criatividade, domínio sobre a tecnologia, o trabalho colaborativo em equipe e o raciocínio lógico, tornando o aprendizado mais interativo e dinâmico. Diante disso, tendo em vista a necessidade de proporcionar aos estudantes a autonomia na aprendizagem, despertando a curiosidade com atividades experimentais, modelando ideias e estimulando o aprender fazendo, propõe a oferta do ensino de Robótica na escola de rede privada em questão, localizada no estado do Pará na cidade de Belém.
2. OBJETIVOS - Desenvolver no aluno a capacidade de solucionar problemas, utilizando a lógica de forma eficiente, compreendendo conceitos das diversas áreas do conhecimento e exercitando-os na prática. - Encorajar o aluno a vivenciar a aprendizagem, experimentando, testando soluções e permitindo que os estudantes sejam criativos e capazes de resolver problemas com autonomia. - Incentivar a aprendizagem científica, por meio da criatividade, estimulando a experimentação de ideias, exploração de pesquisas e o alcance de resolução de problemas. - Estimular a sensação de pertencimento e de autoria que visa tirar os alunos da passividade e os colocar no centro do processo de aprendizagem, formando alunos empreendedores capazes de tomar decisões. - Criar situações de pertencimento e dar voz aos alunos, permitindo que participem ativamente da criação do seu conhecimento. - Desenvolver a concentração e a observação, encorajando os alunos a se envolverem de forma concreta, prazerosa e lúdica para a criação dos seus projetos tecnológicos. - Estimular a aplicação das teorias formuladas às atividades concretas. - Ser capaz de organizar suas ideias a partir de uma lógica mais sofisticada de pensamento. - Utilizar conceitos aprendidos em outras áreas do conhecimento para o desenvolvimento de um projeto. - Proporcionar a curiosidade pela investigação, levando ao desenvolvimento intelectual do aluno, permitindo a construção de projetos de aparato experimental, desde o artesanal até as primeiras representações tecnológicas e experiências com internet das coisas. - Promover atividades que motivem a pesquisa e gerem a cooperação, garantindo que o aluno se sinta interessado em participar de discussões e realizar atividades em grupos. - Possibilitar resolução de problemas por meio de erros e acertos.



3. JUSTIFICATIVA

O termo tecnologia remete-nos à evolução, ao progresso, ao avanço tecnológico de forma progressiva, que diretamente influencia a vida das pessoas. Partindo desse princípio, o cotidiano escolar pode contribuir, incorporando a tecnologia como recurso pedagógico, que propicia instrumentos para a construção de novos conceitos, permitindo a consolidação do universo do conhecimento.

A Robótica Educacional aproxima a tecnologia com o currículo escolar, constituindo uma proposta educacional de movimento, diminuindo a distância entre teoria e prática ao propor atividades práticas com situações de construção, programação, automação e internet das coisas (IoT), permitindo aos alunos elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões. Destaca-se que a Robótica Educacional propõe a incorporação da tecnologia como instrumento de pré-requisito para o alcance da melhoria da qualidade de ensino, que, em consonância com o que é oferecido pela Educação Básica em algumas escolas, nesse caso, no estado do Pará ainda não foi aplicado esse projeto de forma efetiva. Por conta disso, a autora desse experimento resolveu se capacitar na área para o aprimoramento das práticas educativas, atendendo, através de ações, às necessidades dos alunos nativos digitais, privilegiando a sua formação crítica e reflexiva.

As inovações tecnológicas estão arraigadas na sociedade mundial. Em termos educacionais, as contribuições tecnológicas fortalecem o elo da construção do indivíduo consciente, crítico e ativamente engajado, pois muito mais do que uma formação escolar baseada em conteúdos didáticos, a tecnologia contribui para a formação do indivíduo na sociedade do conhecimento, destacando suas capacidades sociais e interpessoais.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece os benefícios que a inserção da cultura digital promove no desenvolvimento do aluno e apresenta um Currículo de Referência em Tecnologia, relacionado com uma ou mais competências gerais e habilidades, contribuindo, de forma prática e objetiva, com a construção de um currículo integrado e integrador na esfera escolar, enfatizando a tecnologia como um dos fatores fundamentais para o desenvolvimento de cidadãos críticos e responsáveis na sociedade contemporânea.

A Robótica Educacional apresenta uma proposta didática que propõe o alcance ao conhecimento de forma integrada e contextualizada, na qual as partes envolvidas são sujeitos da construção do aprender. Inserida no contexto escolar, a tecnologia é utilizada como instrumento, através dos procedimentos didáticos e desenvolvimento do ensino e aprendizagem, e permite a democratização, o acesso aos recursos tecnológicos inovadores, a incorporação de novas possibilidades de atividades, a dinamização do currículo e o fortalecimento da relação teoria e prática, vinculadas aos conhecimentos trabalhados no cotidiano escolar.

Ressalta-se que a Robótica Educacional, em sua complexidade, atende aos aspectos legais esclarecidos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e preocupa-se com o desenvolvimento humano, propondo o desenvolvimento de competências e habilidades, utilizando diferentes linguagens, absorvendo e sintetizando o conhecimento, estimulando o aluno através das atividades práticas dos conteúdos de diversas disciplinas a compreender, a utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas educacionais e sociais, sendo o protagonista do processo ao se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer autoria na vida pessoal e coletiva. A tecnologia é um instrumento que fortalece o currículo escolar, pois promove o desenvolvimento cultural, social, pessoal e intelectual dos educandos, uma vez que aprimora a capacidade de concentração, autoestima, consciência crítica, relacionamento interpessoal, comunicação interpessoal, motivação pela pesquisa científica e raciocínio lógico.

4. QUADRO ORGANIZADOR

HABILIDADES	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	OBJETOS DO CONHECIMENTO	CONTEÚDOS	CARGA HORÁRIA
HABILIDADES DO EIXO INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA (EMIFCG01) Identificar,	Compreender o que é a Robótica; • Conhecer a	Conceito de Robótica e importância de seu estudo;	Aula 01 - Por que robótica?	1h30 (duas horas-aula geminadas)



selecionar, processar e analisar dados, fatos e evidências com curiosidade, atenção, criticidade e ética, inclusive utilizando o apoio de tecnologias digitais.	história da Robótica; • perceber possibilidades de aplicação da Robótica e a importância da Robótica na escola; • identificar elementos complementares ao estudo da Robótica.	• Elementos complementares ao estudo de Robótica.		
HABILIDADES DO EIXO PROCESSOS CRIATIVOS (EMIFCG06) Difundir novas ideias, propostas, obras ou soluções por meio de diferentes linguagens, mídias e plataformas, analógicas e digitais, com confiança e coragem, assegurando que alcancem os interlocutores pretendidos.	Conhecer os componentes do Kit de Robótica.	Apresentação dos componentes eletrônicos do Kit de Robótica; • Classificação dos componentes eletrônicos do Kit de Robótica.	Aula 02 - Kit de Robótica	1h30 (duas horas-aula geminadas)
HABILIDADES DO EIXO PROCESSOS CRIATIVOS (EMIFCG05) Questionar, modificar e adaptar ideias existentes e criar propostas, obras ou soluções criativas, originais ou inovadoras, avaliando e assumindo riscos para lidar com as incertezas e colocá-las em prática. (EMIFCG06) Difundir novas ideias, propostas, obras ou soluções por meio de diferentes linguagens, mídias e plataformas, analógicas e digitais, com confiança e coragem, assegurando que alcancem os interlocutores pretendidos.	• Conhecer a placa de prototipagem eletrônica Arduino; • Identificar os principais componentes da placa.	• Placa de prototipagem Eletrônica Arduino; • Identificação dos elementos que compõem a placa Arduino.	Aula 03 - Arduino Uno R3	1h30 (duas horas-aula geminadas)
HABILIDADES DO EIXO PROCESSOS CRIATIVOS (EMIFCG04) Reconhecer e analisar	• Conhecer os softwares Arduino IDE e mBlock e o simulador	• Apresentação do software Arduino IDE e instalação de Bibliotecas;	Aula 04 - Softwares Arduino IDE e mBlock	1h30 (duas horas-aula geminadas)

diferentes manifestações criativas, artísticas e culturais, por meio de vivências presenciais e virtuais que ampliem a visão de mundo, sensibilidade, criticidade e criatividade. (EMIFCG05) Questionar, modificar e adaptar ideias existentes e criar propostas, obras ou soluções criativas, originais ou inovadoras, avaliando e assumindo riscos para lidar com as incertezas e colocá-las em prática. (EMIFCG06) Difundir novas ideias, propostas, obras ou soluções por meio de diferentes linguagens, mídias e plataformas, analógicas e digitais, com confiança e coragem, assegurando que alcancem os interlocutores pretendidos	Tinkercad; Identificar as características de programação dos softwares Arduino IDE e mBlock.	Apresentação do software mBlock e do Simulador Tinkercad.		
HABILIDADES DO EIXO INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA (EMIFCG01) Identificar, selecionar, processar e analisar dados, fatos e evidências com curiosidade, atenção, criticidade e ética, inclusive utilizando o apoio de tecnologias digitais. (EMIFCG03) Utilizar informações, conhecimentos e ideias resultantes de investigações científicas para criar ou propor soluções para problemas diversos.	- Entender o que é um circuito elétrico; - Identificar os elementos que formam um circuito elétrico; - Diferenciar os principais circuitos elétricos; - Desenvolver um circuito elétrico simples.	- Conceito de circuito elétrico e os elementos que o compõem; - Desenvolvimento de circuito elétrico simples.	Aula 05 - Circuito Elétrico	1h30 (duas horas-aula geminadas)
HABILIDADES DO EIXO INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA (EMIFCG03) Utilizar informações, conhecimentos e ideias resultantes de investigações científicas para criar ou propor	- Entender o que é um potenciômetro; - Identificar os elementos que formam um potenciômetro; - Diferenciar os principais	Conceito e constituição de um Potenciômetro; Programação de funcionamento de Potenciômetro;	Aula 06 - Potenciômetro	1h30 (duas horas-aula geminadas)

soluções para problemas diversos.	potenciômetros; • Prototipar com Arduino; • Programar, por blocos e código, o funcionamento de um potenciômetro.			
HABILIDADES DO EIXO INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA (EMIFCG01) Identificar, selecionar, processar e analisar dados, fatos e evidências com curiosidade, atenção, criticidade e ética, inclusive utilizando o apoio de tecnologias digitais. (EMIFCG03) Utilizar informações, conhecimentos e ideias resultantes de investigações científicas para criar ou propor soluções para problemas diversos. HABILIDADES DO EIXO EMPREENDEDORISMO (EMIFCG10) Reconhecer e utilizar qualidades e fragilidades pessoais com confiança para superar desafios e alcançar objetivos pessoais e profissionais, agindo de forma proativa e empreendedora e perseverando em situações de estresse, frustração, fracasso e adversidade.	Protótipo com Arduino; • Controlar Motores DC a partir da programação, por blocos e código, com placa Motor Shield L293D; • Entender a programação destes componentes para o controle Motor DC; • Planejar aplicações práticas com o uso destes componentes.	• Controle de Motores DC; • Programação da placa Motor Shield L293D para controlar o Motor DC.	Aula 07 - Controle Motor DC	1h30 (duas horas-aula geminadas)
5. POSSIBILIDADES DE ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS Para que haja o alcance ao que é proposto na Robótica Educacional, há a necessidade de estímulo aos professores no sentido de aprimorar, fortalecer e enriquecer a prática docente, de modo que o estudante e professor possam juntos buscar e encontrar respostas em um processo autônomo de construção dos conhecimentos. Acredita-se que o mais importante é entender que as tecnologias digitais precisam fazer parte do ensino como parte integrante de uma cultura digital que integra pilares, não apenas enquanto aparelhos e funções, mas como meios para um desenvolvimento mais ativo e relevante de criação e comunicação na sociedade atual. Para isso, inovar nas práticas pedagógicas é sem dúvida, no contexto atual, o caminho inevitável para entender que na Educação Básica as tecnologias passam a ser vistas como possibilidade de ampliação da qualidade do ensino e recurso de qualidade imprescindível na prática educativa. A responsabilidade no processo contínuo de formação não é apenas aprender a manipular componentes e desenvolver protótipos, e sim construir novas concepções em uma sociedade				



interligada, que está em constante mudança e que gera necessidades de novas maneiras de ensinar e aprender. Ao entender sua abrangência e inevitabilidade nas mais diversas circunstâncias, nota-se que a incorporação de novas metodologias tecnológicas, no cotidiano escolar, faz com que a tecnologia seja um dos agentes promissores para atender às diversas demandas sociais, onde o aluno, ao desenvolver o próprio protagonismo não só àquilo que lhe é posto e assimilado, mas transformado e colocado em prática, torna a aprendizagem plena no sentido do aprender a aprender.

A Robótica Educacional traz um contexto desafiador, e cabe ao educador ser o mediador do conhecimento, possibilitando oportunidades de vivências e aprendizagens com sentido, incorporando as tecnologias às rotinas pedagógicas da Educação Básica, propiciando a efetivação de um currículo que de fato venha atender as demandas urgentes desta sociedade interligada, onde cada passo de avanço deve ser considerado na construção do aprender.

6. AVALIAÇÃO

A avaliação faz parte do processo pedagógico, requerendo reflexão e planejamento por tratar-se de uma ferramenta tanto para o diagnóstico e a tomada de decisões quanto para a promoção de um olhar amplo sobre os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, o que permite não apenas a avaliação da aprendizagem dos estudantes, mas também da própria prática do professor.

Os instrumentos de avaliação são importantes para verificar o conhecimento obtido pelo estudante e também identificar as habilidades que o mesmo tem em colocar em prática seus conhecimentos para a resolução de problemas e o desenvolvimento de seu protagonismo e autonomia, sem se desvincular das habilidades de cooperação e colaboração também previstas na Robótica Educacional. Pode-se adotar instrumentos variados para a avaliação e verificação dos projetos desenvolvidos, como relatórios, apresentação dos projetos, participação, entre outras, de modo que o estudante demonstre ter adquirido as competências e objetivos previstos em cada aula. Ao professor, fica facultativa a adoção de rubricas que facilitem a verificação objetiva dos protótipos e projetos desenvolvidos, podendo ser elaboradas pelo professor ou com a participação dos alunos, os quais poderão vislumbrar, de modo antecipado, o que lhes será requerido.

Os conteúdos e metodologia proposta para a Robótica Educacional visam o desenvolvimento de competências e habilidades de modo processual, objetivando um percurso de superação na apropriação dos conceitos, prototipagem e programação dos projetos de Robótica. Para os documentos escolares, o processo avaliativo proposto que melhor caracteriza o processo de ensino-aprendizagem é a nota e o registro da frequência escolar do aluno é contabilizado pelos dias letivos.

7. REFERÊNCIAS BRASIL.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2018. Disponível em: Acesso em: 21 fev. 2022.

Secretaria de Estado da Educação e do Esporte (Paraná). Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná. Curitiba: SEED/PR., 2021. Volume 1. Disponível em: Acesso em: 25 fev. 2022.

BRASIL. Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná. Curitiba: SEED/PR., 2021. Volume 2. Disponível em: Acesso em: 02 mar. 2022.

BRASIL. Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná. Curitiba: SEED/PR., 2021. Volume 3. Disponível em: Acesso em: 03 mar. 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Itinerário Formativo de Computação. Disponível em: Acesso em 22 fev. 2022.

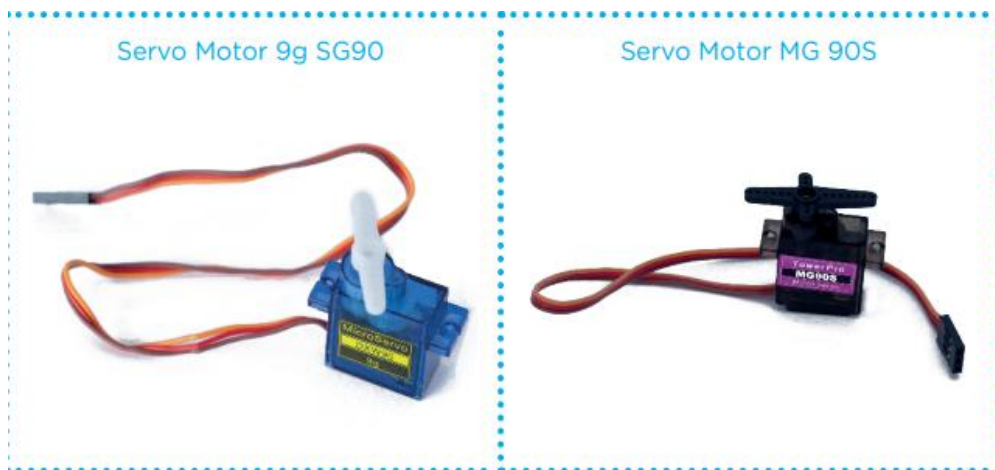
Fonte: Autora (2023).

3.2.4 Montagem do braço robô

O robô utilizado neste experimento foi construído com MDF, por ser um material de fácil manejo e de baixo custo, parafusos e quatro servos motores, previamente calibrados. Os servos motores são dispositivos que possuem movimento rotativo proporcional a um comando para atingir a posição desejada com velocidade monitorada.

Esses dispositivos possuem estruturas coesas onde os comandos de controle a movimentação e a posição podem ser monitoradas com uma velocidade desejada. O modelo utilizado neste estudo foi servo motor 9g SG90. Esse modelo apresenta o melhor custo-benefício (Figura 2).

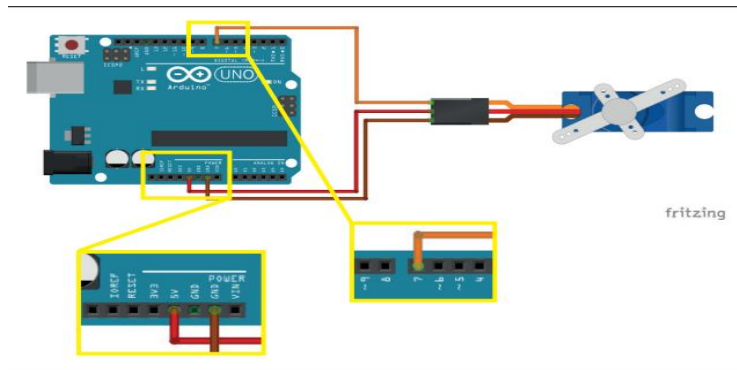
Figura 6: Servo Motor 9g SG90 & Servo Motor MG 90S.



Fonte: Google (2022).

A montagem foi realizada em sala de aula, no período do módulo dois do instatots motores. Para a programação foi utilizada a placa do Arduino R3, o servo motor e três jumpers macho-macho. Essas peças foram interligadas ao Servo Motor, respeitando a sequência: pino GND ao fio marrom; pino 5V ao fio vermelho; e pino 7 ao fio laranja (Figura 3).

Figura 7: Arduino com os Jumpers Macho-Macho.



Fonte: Google (2022).

Após isso, foi iniciada a programação por codificação. A placa Arduino foi conectada através do cabo USB (também utilizado como cabo de alimentação da placa) para que ocorra uma conexão com o software Arduino IDE (É importante que o aluno já tenha esse software no computador previamente). Nesse caso, a programação já estava pronta onde foi necessário colocar apenas o código fonte da programação linguagem do Arduino no Sketch.

```
/* Programa: Utilizando servo motor */
/* Inclui a biblioteca de controle do servo */
#include <Servo.h>
/* Cria um objeto para controlar o servo */
Servo meuservo;
/* Define o pino de dados do servo */
int Pino_Servo = 7;
void setup() {
  /* Endereça o objeto servo ao pino de dados definido */
  meuservo.attach(Pino_Servo);
}
void loop() {
  /* Posiciona o servo em 0 graus */
  meuservo.write(0);
  /* Aguarda 1 segundo */
  delay(1000);
  /* Posiciona o servo em 90 graus */
  meuservo.write(90);
}
```



```
/* Aguarda 1 segundo */  
delay(1000);  
/* Posiciona o servo em 180 graus */  
meuservo.write(180);  
/* Aguarda 1 segundo */  
delay(1000);  
}
```

Depois dessa etapa, o programa foi compilado para realizar a transferência do programa para o Arduino. Após a transferência do programa, a haste do Servo Motor se deslocará da posição do ângulo 0° grau (lado esquerdo) até a posição do ângulo de 90° graus (na vertical), permanecendo 1 segundo nesta posição. Em seguida, desloca-se até o ângulo de 180° graus (lado direito), onde permanece 1 segundo. Após 1 segundo o Servo Motor repete a sequência de comandos, ou seja, a haste retorna à posição 0° grau e recomeça a programação.

Os servos motores foram alocados na posição correta do kit braço robótico. No kit apresenta-se parafusos de 6 mm, 10 mm, 16 mm, 25 mm, porca sextavada CHV 5.5 e arruelas.

Após isso, a montagem passou a ser completamente mecânica concluída a partir da calibragem do sétimo motores foi iniciada a montagem do braço robótico. O segundo passo foi seguir o manual de instrução com muito cuidado.

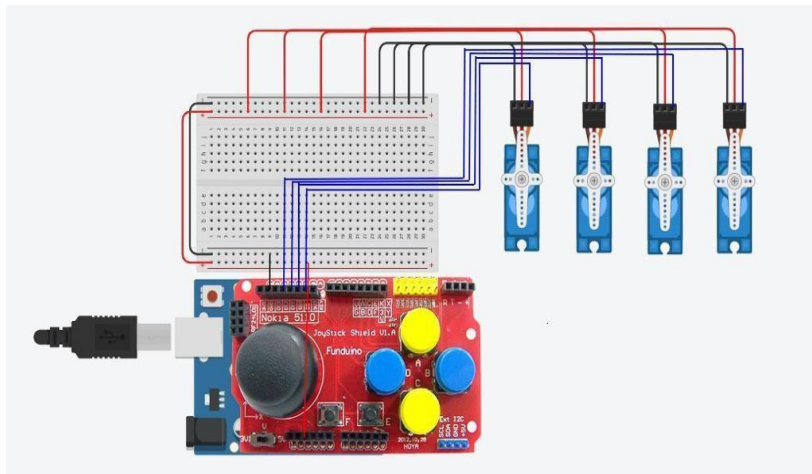
Em suma, a montagem do robô ocorreu em nove etapas: 1- a base central do robô, 2- a base do servo motor, 3- a caixa central do braço robótico, 4- a engrenagem direta da caixa central, 5- a engrenagem central da caixa, 6- a caixa central dos servos motores, 7- a montagem dos braços do robô, 8- agarrado do robô e 9- o braço robótico.

Nessa etapa foi necessária uma concentração maior dos discentes, por conta desse fato, não foi viável tantas fotos nessa construção.

3.2.5 Circuito elétrico do braço robô

O circuito elétrico foi elaborado pela autora onde a mesma realizou a confecção do mesmo na plataforma *tinkercad*.

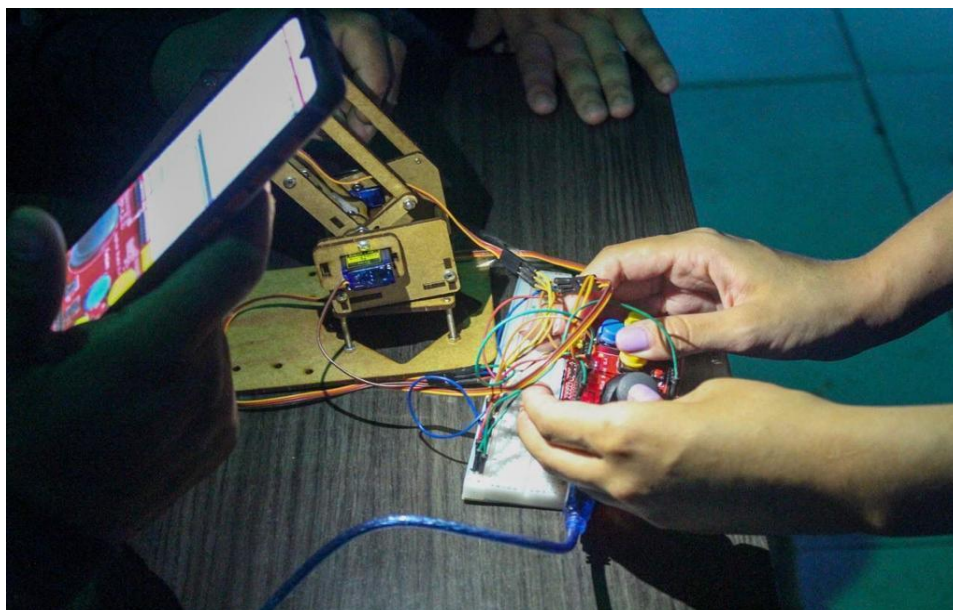
Figura 8: Circuito elétrico do braço robô.



Fonte: Google (2022).

Foi necessário ajustar alguns jumpers antes da feira da cultura, logo foi excessiva os alunos terem o circuito elétrico em mãos para os possíveis ajustes.

Figura 9: Ajustes no circuito elétrico.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 10: autora junto com os seus alunos tirando as últimas dúvidas.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

3.3 FOTOS ONDE APARECE TODAS AS SEIS ETAPAS DA FEIRA DA CULTURA

Figura 11: Equipe teórica com a autora.



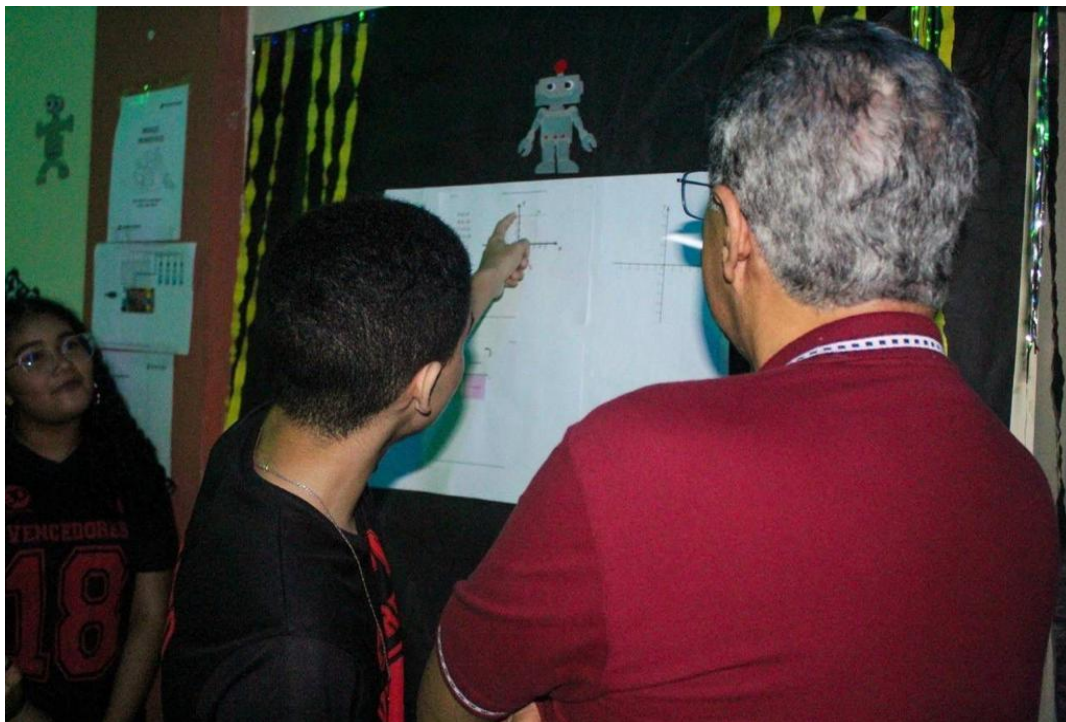
Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 12: Equipe do maker.



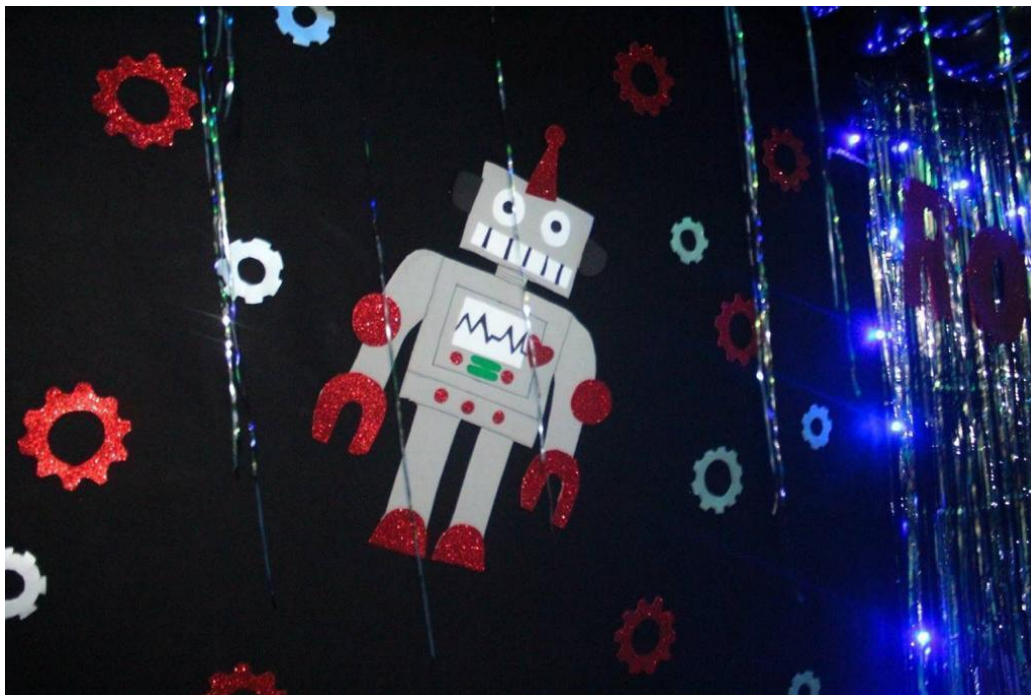
Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 13: Equipe teórica de matemática.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Figura 14: Equipe da organização.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

3.4 COLETA DE DADOS

As atividades a serem desenvolvidas serão avaliadas por meio da aplicação de um breve questionário com 10 perguntas objetivas sobre o assunto apresentado. As notas dos alunos servirão de parâmetro para avaliar o nível de compreensão do conteúdo pelos alunos.

Para a avaliação da satisfação dos estudantes sobre o método de ensino aplicado, os alunos serão convidados a responder 5 questões objetivas, com três possibilidades de respostas, sendo “sim”, “não” e “não sei”.

Utilizando essa estatística, através do processo de amostragem, ou seja, investigando qualquer parte da população (MATTAR. 1999), podemos conhecer melhor o universo pesquisado, ou seja, a partir de amostras de alunos viabilizamos o melhor entendimento sobre a evolução das notas escolares nos municípios selecionados.



Em seguida, se propõe verificar, através dos dados coletados do estudo e análise de que forma os simuladores de braços robóticos podem ajudar no ensino aprendizagem dos alunos, seja por meio da realização de competições dentro da própria sala ou torneios entre turmas.

3.5 ANÁLISE DE DADOS

Os dados serão organizados em planilhas do *software* Excel da *Microsoft Office* 365 em vista de realizar as análises de estatística descritivas, no que se refere a modelagem dos dados, elas serão realizadas com o auxílio do *software* Bioestat 5.0.

A modelagem estatística será realizada por meio da análise de variância de uma via (ANOVA *one-way*) seguido por *post-hoc test Bonferroni* se os dados forem paramétricos e Kruskal Wallis caso sejam não paramétricos, considerando nível significância $p < 0,05$ na comparação entre períodos.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A robótica e a educação estão cada vez mais interligadas nos dias de hoje, à medida que a tecnologia avança e se torna mais acessível. A integração da robótica no ambiente educacional tem o potencial de transformar a forma como os alunos aprendem, trazendo uma série de benefícios e desafios. Um dos principais benefícios da robótica na educação é a capacidade de proporcionar um aprendizado interativo e envolvente.

Os alunos podem interagir com dispositivos robóticos e programá-los para realizar tarefas específicas, o que facilita a compreensão de conceitos teóricos e a aplicação prática de conhecimentos. Além disso, essa abordagem prática pode aumentar o interesse e a motivação dos estudantes, especialmente em áreas como ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM).

A robótica também pode ajudar a desenvolver habilidades essenciais do século XXI, como pensamento crítico, resolução de problemas, trabalho em equipe e habilidades de comunicação. Ao trabalhar em projetos de robótica, os alunos são desafiados a criar soluções inovadoras para problemas complexos, aplicando seus conhecimentos em diversas áreas e colaborando efetivamente com seus colegas.

Outro aspecto positivo da integração da robótica na educação é a preparação dos estudantes para o futuro. À medida que a automação e a inteligência artificial continuam a transformar a economia global, é crucial que os alunos estejam familiarizados com as tecnologias emergentes e possuam habilidades relevantes para se destacarem no mercado de trabalho.

No entanto, a implementação da robótica na educação também apresenta alguns desafios. Um dos principais obstáculos é o custo dos dispositivos



robóticos e das infraestruturas necessárias para apoiar seu uso. As escolas e os governos precisam investir em recursos para garantir que a tecnologia seja acessível e disponível para todos os alunos, independentemente de sua localização ou condição socioeconômica.

Além disso, a formação de professores é fundamental para garantir que a robótica seja efetivamente integrada ao currículo e ao ambiente de aprendizagem. Os educadores precisam receber treinamento adequado e suporte contínuo para se adaptarem às novas tecnologias e metodologias pedagógicas.

A análise das potencialidades da sequência didática com a utilização de simuladores de braços robóticos nesse estudo revelou resultados promissores no processo de ensino-aprendizagem das funções trigonométricas. A aplicação da metodologia de trabalho de robótica, baseada na abordagem STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), proporcionou um ambiente de aprendizagem interativo e dinâmico, que engajou os alunos de maneira efetiva no conteúdo.

A partir da análise dos simuladores de braços robóticos, constatou-se que sua utilização ajudou significativamente no ensino-aprendizagem dos alunos. Os estudantes demonstraram maior interesse, motivação e compreensão dos conceitos de funções trigonométricas, principalmente em relação às suas aplicações práticas. A experiência de manipular e programar os braços robóticos permitiu aos alunos relacionar os conceitos matemáticos com situações reais, facilitando a compreensão e a retenção do conteúdo.

Ao aplicar as plataformas educacionais e a robótica educacional, observou-se um aumento no engajamento dos alunos, além de um incremento no desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico. Essas habilidades são fundamentais para o sucesso dos estudantes no século XXI, tanto no âmbito acadêmico quanto profissional.



A análise do impacto na aprendizagem das funções trigonométricas através do método de abordagem qualitativo, longitudinal e correlacional evidenciou uma melhora significativa no desempenho dos alunos. Comparando os resultados obtidos antes e depois da implementação da sequência didática com a robótica educacional, foi possível constatar uma melhoria na compreensão, aplicação e retenção dos conceitos de funções trigonométricas. A Tabela X demonstra como os alunos foram beneficiados com essa metodologia.

Tabela 2: Principais resultados obtidos com a metodologia aplicada

Aumento do interesse e motivação	Os estudantes mostraram maior interesse e motivação para aprender, já que puderam ver e interagir com as aplicações práticas dos conceitos matemáticos. Isso os ajudou a manter o foco e o engajamento no conteúdo.
Melhoria da compreensão	A possibilidade de manipular e programar os braços robóticos permitiu aos alunos compreender melhor os conceitos de funções trigonométricas. Ao aplicar esses conceitos em situações reais, os alunos puderam visualizar como as funções trigonométricas são aplicadas na prática, o que reforçou a compreensão.
Aprendizado interativo	O uso dos simuladores proporcionou uma abordagem mais interativa e prática para o ensino-aprendizagem, diferentemente das aulas teóricas tradicionais. Isso permitiu aos alunos experimentar e aprender com os erros, levando a um melhor entendimento dos conceitos e sua aplicação.
Desenvolvimento de habilidades adicionais	Ao trabalhar com os simuladores de braços robóticos, os alunos também desenvolveram habilidades adicionais, como raciocínio lógico, resolução de problemas e programação. Essas habilidades são valiosas em diversas áreas e podem ajudá-los em futuras carreiras.
Preparação para o futuro	A exposição a tecnologias emergentes, como robótica e automação, ajuda a preparar os alunos para um mundo em constante evolução. Eles ganham conhecimento e habilidades relevantes que os ajudarão a enfrentar os desafios tecnológicos futuros.

Fonte: Autora (2023).



4.1 AUMENTO DO INTERESSE E MOTIVAÇÃO COM A METODOLOGIA STEM

A relação entre as inovações no ensino-aprendizagem, como o uso da robótica educacional baseada na metodologia STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), e o aumento do interesse e motivação dos alunos é bastante estreita e positiva. A metodologia STEM promove a integração entre diversas áreas do conhecimento, incentivando os alunos a explorarem e aplicarem conceitos de maneira interdisciplinar.

Ao incorporar a robótica educacional dentro da metodologia STEM, os professores podem criar um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e atraente. A robótica, como uma ferramenta tecnológica, proporciona aos alunos experiências práticas que demonstram a relevância dos conceitos teóricos em situações reais e cotidianas.

A metodologia STEM, aliada à robótica educacional, permite que os estudantes vejam a conexão entre as disciplinas e compreendam a importância de cada área do conhecimento. Isso desperta o interesse e a motivação dos alunos, incentivando-os a se aprofundarem no conteúdo e desenvolverem habilidades importantes, como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe.

Além disso, a abordagem prática dessa metodologia com a robótica educacional oferece aos alunos a oportunidade de vivenciar situações reais e desafiadoras. Essa experiência proporciona uma sensação de conquista e sucesso, o que aumenta a autoconfiança e a motivação para aprender.

Outro fator que contribui para o aumento do interesse e motivação é a oportunidade de personalizar o ensino. A metodologia STEM e a robótica educacional permitem aos professores adaptar as atividades às necessidades e habilidades de cada aluno, garantindo que todos possam aprender de acordo com seu próprio ritmo e nível de compreensão.



4.2 MELHORIA DA COMPREENSÃO COM A METODOLOGIA STEM

Essa abordagem integrada proporciona uma visão ampla e conectada do conhecimento, ajudando os alunos a entenderem melhor os conceitos e a aplicá-los em diversos contextos. Ao utilizar a robótica educacional dentro dessa metodologia interdisciplinar, os professores podem criar situações de aprendizagem práticas e contextualizadas. A experiência de manipular e programar robôs, por exemplo, permite aos alunos relacionar conceitos matemáticos com problemas de engenharia, fazendo com que o conteúdo se torne mais palpável e compreensível.

A abordagem prática proporcionada pela combinação da robótica educacional e da metodologia interdisciplinar também ajuda a desenvolver habilidades cognitivas e de raciocínio. Os alunos aprendem a analisar problemas, identificar soluções e aplicar conhecimentos adquiridos de forma integrada, o que melhora a compreensão e a retenção do conteúdo.

Além disso, o uso da robótica educacional estimula a criatividade e a experimentação, permitindo que os alunos explorem diferentes soluções para os problemas propostos. Essa abordagem investigativa e exploratória contribui para a melhoria da compreensão, já que os estudantes são incentivados a testar suas ideias e refletir sobre os resultados obtidos.

A colaboração também é um aspecto importante na relação entre a robótica educacional, a metodologia interdisciplinar e a melhoria da compreensão dos alunos. Ao trabalharem juntos, os estudantes podem compartilhar ideias, discutir estratégias e construir conhecimento de forma coletiva, enriquecendo a aprendizagem e a compreensão de todos.

4.3 APRENDIZADO INTERATIVO COM A METODOLOGIA STEM

Aplicando a robótica educacional dentro dessa metodologia interdisciplinar, os professores criam oportunidades para que os estudantes se



engajem em atividades práticas e colaborativas. Essas atividades promovem a interação entre os alunos, permitindo-lhes trocar ideias, solucionar problemas em conjunto e aprender uns com os outros.

O aprendizado interativo proporcionado pela combinação da robótica educacional e da metodologia interdisciplinar também ajuda a desenvolver habilidades importantes, como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe. Os estudantes são incentivados a questionar, investigar e aplicar o conhecimento adquirido em diferentes contextos, o que melhora a compreensão e a retenção do conteúdo.

Além disso, a abordagem interativa e prática da robótica educacional em conjunto com essa metodologia integrada permite aos alunos verem a conexão entre as disciplinas e compreenderem a relevância dos conceitos estudados em situações reais. Isso motiva os estudantes a se envolverem mais no processo de aprendizagem, aumentando a eficácia da educação.

A aprendizagem colaborativa é outro aspecto importante na relação entre a robótica educacional, a metodologia interdisciplinar e o aprendizado interativo. Ao trabalharem juntos em projetos e atividades, os alunos desenvolvem habilidades de comunicação e cooperação, fundamentais para o sucesso acadêmico e profissional no século XXI.

4.4 DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ADICIONAIS COM A METODOLOGIA STEM

A metodologia STEM é extremamente eficaz no desenvolvimento de habilidades adicionais nos alunos, indo além do conhecimento específico das disciplinas envolvidas. Essas habilidades, frequentemente referidas como habilidades do século XXI, são fundamentais para a formação de indivíduos capazes de enfrentar os desafios do mundo atual e do futuro.

Ao adotar a abordagem dessa metodologia, os alunos são incentivados a desenvolver o pensamento crítico, pois precisam analisar problemas complexos,



avaliar diferentes soluções e tomar decisões informadas. Essa habilidade é crucial para resolver questões e desafios em várias áreas da vida, tanto acadêmica quanto profissional.

Outra habilidade importante promovida pela metodologia STEM é a resolução de problemas. Os estudantes aprendem a identificar obstáculos, elaborar estratégias e aplicar o conhecimento adquirido para encontrar soluções eficientes. Essa habilidade é altamente valorizada no mercado de trabalho e auxilia os indivíduos a lidarem com situações desafiadoras em seu dia a dia.

Essa metodologia também estimula a criatividade e a inovação, encorajando os alunos a explorar novas ideias e abordagens, e a testar diferentes soluções para os problemas propostos. Essa habilidade permite que os indivíduos se adaptem a um mundo em constante mudança, criando e implementando soluções inovadoras para desafios emergentes.

Além disso, a sua abordagem promove o trabalho em equipe e a colaboração. Os estudantes são incentivados a trabalhar juntos em projetos e atividades, desenvolvendo habilidades de comunicação e cooperação. Essas habilidades são essenciais para o sucesso acadêmico e profissional, já que a capacidade de trabalhar bem com os outros é fundamental em um mundo cada vez mais interconectado.

4.5 PREPARAÇÃO PARA O FUTURO COM A METODOLOGIA STEM

Um aspecto importante da preparação para o futuro é o desenvolvimento de habilidades técnicas e digitais. Com a crescente importância da tecnologia em praticamente todos os aspectos da vida, é essencial que os alunos estejam familiarizados com as ferramentas e técnicas necessárias para navegar nesse novo ambiente. A metodologia interdisciplinar inclui o uso de tecnologias de ponta, como a robótica e a programação, que ajudam os alunos a desenvolver habilidades digitais e a se adaptarem às mudanças no mercado de trabalho.



A capacidade de resolver problemas complexos e trabalhar em equipe também é fundamental para o sucesso no futuro. A abordagem interdisciplinar promove a colaboração e a resolução de problemas, encorajando os alunos a trabalhar juntos e a aplicar conhecimentos de várias áreas para encontrar soluções eficientes.

Além disso, a metodologia interdisciplinar prepara os alunos para serem aprendizes ao longo da vida. Em um mundo em constante evolução, é vital que os indivíduos estejam dispostos e aptos a continuar aprendendo e se adaptando às novas informações e habilidades. Essa abordagem educacional estimula a curiosidade e a vontade de aprender, preparando os alunos para enfrentar as incertezas e oportunidades do futuro.

4.6 DESAFIOS NO ENSINO EDUCACIONAL BRASILEIRO COM A METODOLOGIA STEM

A implementação da metodologia STEM no ensino educacional brasileiro enfrenta diversos desafios. Esses obstáculos estão relacionados, principalmente, às diferenças regionais, desigualdades sociais e econômicas, e à falta de recursos e infraestrutura adequados em muitas escolas do país.

Um dos principais desafios é a infraestrutura e os recursos disponíveis. Muitas escolas, especialmente em áreas mais carentes, não contam com laboratórios, equipamentos e materiais didáticos necessários para a implementação efetiva desse tipo de metodologia. A falta de acesso à tecnologia e à internet de alta velocidade também dificulta o ensino e a aprendizagem nessas áreas.

Além disso, a formação e capacitação de professores é um aspecto crítico. Muitos educadores não possuem a formação adequada ou a experiência prática para ensinar os conteúdos e habilidades relacionados ao STEM de forma eficiente. Portanto, é necessário investir em programas de capacitação e desenvolvimento profissional para preparar os professores para essa nova abordagem educacional.



Outro desafio enfrentado no contexto brasileiro é a falta de incentivo e investimento em pesquisa e desenvolvimento. O financiamento limitado para projetos educacionais e de pesquisa em STEM pode dificultar a disseminação e aprimoramento dessa metodologia nas escolas.

Também é importante mencionar a necessidade de mudança na mentalidade e na cultura educacional. A adoção da metodologia STEM requer uma abordagem mais interdisciplinar, colaborativa e prática, o que pode ser um desafio para um sistema educacional tradicionalmente focado no ensino teórico e no conteúdo de disciplinas isoladas.

Por fim, as disparidades regionais e socioeconômicas do Brasil contribuem para a dificuldade de implementação do STEM de maneira uniforme em todo o país. É fundamental garantir que todos os estudantes, independentemente de sua localização ou condição socioeconômica, tenham acesso às oportunidades e benefícios proporcionados por essa metodologia.

Para superar esses desafios, é necessário um esforço conjunto entre governos, instituições de ensino, empresas e comunidades, a fim de promover políticas públicas, investimentos e parcerias que possibilitem a implementação e consolidação dessa metodologia multidisciplinar no ensino educacional brasileiro.



CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que a adoção da metodologia STEM, particularmente quando combinada com o uso de robótica educacional, proporciona avanços significativos em termos de engajamento, motivação e aprimoramento do entendimento dos estudantes. Esta abordagem pedagógica multidisciplinar fomenta a curiosidade inerente ao aluno, transformando o aprendizado em uma experiência mais dinâmica e significativa, ao invés de ser simplesmente um processo passivo de transmissão de conhecimento.

Ademais, ao proporcionar um contexto mais prático e relevante para a aprendizagem, a metodologia STEM tem a capacidade de melhorar a compreensão dos alunos sobre a interconectividade das disciplinas e a relevância dos conceitos aprendidos para a resolução de problemas práticos e desafios do mundo real. Esta abordagem também fomenta a criação de uma sala de aula mais interativa e colaborativa, na qual os estudantes aprendem a partir da experiência, experimentação e colaboração mútua, estimulando uma atitude proativa e investigativa.

Além disso, a adoção da metodologia STEM no contexto educacional contribui para o desenvolvimento de um conjunto de habilidades essenciais, muitas vezes denominadas “habilidades do século XXI”, que incluem o pensamento crítico, a resolução de problemas, a criatividade e a colaboração. Estas competências são de suma importância para a preparação dos alunos para um mundo cada vez mais digital, interconectado e em constante mudança.

Entretanto, apesar dos benefícios claros, a implementação da metodologia STEM no contexto educacional brasileiro enfrenta uma série de desafios, incluindo disparidades regionais e socioeconômicas, falta de infraestrutura e recursos adequados, e a necessidade de formação e



capacitação dos educadores. Estes obstáculos exigem uma abordagem multifacetada que inclua políticas públicas robustas, investimentos em infraestrutura e formação docente, bem como uma mudança cultural que reconheça e valorize a importância da educação STEM.



REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. S. **Robótica educacional com Arduino como ferramenta didática para o ensino de física**. Instituto Federal do Ceará. Sobral-CE, 2017.

ALMEIDA, P. L. O.; ROCHA SILVA, L.; SILVA, A.; VIDAL, L. C. **Robótica na Indústria Atual**. São Paulo, 2017, 6 fls.

ALVES, A. G. & CATHCART, K. D. P. **Design-based research: uma abordagem metodológica no contexto da prática escolar**. Eixo Temático 11 – Educação, Comunicação e Tecnologia. Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. XII ANPEd Sul. 2018.

AMADO, N.; CARREIRA, S. **Utilização pedagógica do computador por professores estagiários de Matemática: diferenças na prática da sala de aula**. In: CANAVARRO, A., MOREIRA, D.; ROCHA, M. (Org.) **Tecnologias e educação matemática**. Vieira de Leiria: SEM/SPCE, 2008.

AMIEL, T.; REEVES, T. C. **Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda**. Journal of Educational Technology & Society, 11, n. 4, 2008. 29-40.

ANDERSON, T.; SHATTUCK, J. **Educational Researcher**. 41, 16, 2012.

ARAÚJO, A.; SERRA, K. C.; SILVA, I. P. **Projeto Engenharia de Trânsito: Robótica no semáforo de cruzamento**. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC. Santo Ângelo. v. 10, n. 2, p. 129-139, maio/ago. 2020.

ARAÚJO, R. T. S.; MOURA, E. P.; SANTOS, A. S. **Uma análise das contribuições da robótica educacional no processo de ensino-aprendizagem: um estudo de caso em uma escola privada na Região do Cariri**. Instituto Federal do Ceará. Campus Juazeiro do Norte. Departamento de Pesquisa, Pós-graduação e inovação. Seminário de Iniciação Científica 2017.

ARCHILA, P. A. **Using History and Philosophy of Science to Promote Students' Argumentation**. Science & Education, 24: 9, 1201–1226. 2015.

ARNÁEZ BRASCHI, E. **Enfoque práctico de la teoría de robots. Con aplicaciones en Matlab**. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2015.

AZEVEDO, L. B.; FIREMAN, E. C. **Sequência de ensino investigativa: Problematizando aulas de ciências nos anos iniciais com conteúdos de eletricidade**. REnCiMa, v.8, n.2, p.143-161, 2017.



BACHELARD, G. **Conhecimento comum e conhecimento científico**. Revista Tempo Brasileiro, 28: 47-56, 1972.

BARANAUSKAS, C. C. et al. **Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador**. In: VALENTE, José Armando (Org.). O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999, p. 45-68.

BARION, M. C.; DA SILVA, A. M. **Automação Robótica de Processos (RPA): Estudo de Caso Através da Tarefa Administrativa Contas a Pagar**. Instituto Federal de São Paulo – IFSP. Campus Hortolândia. Brasil, 2019. 19 fls.

BAUMGARTNER, E. et al. **Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry**. Educational Researcher, 32, n. 1, Jan./Fev. 2003. 5-8.

BENITTI, F. et al. **Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados**. In: Workshop de Informática na Escola (WIE), v. 15, 2009. Anais WIE. 2009. p. 1811-1820.

BERS, M. NEW, R. & BOUDREAU, L. **Teaching and Learning When No One Is Expert: Children and Parents Explore Technology**. Early Childhood Research & Practice, Vol. 6, 2004.

BEZERRA, R. P. **Robótica na Educação: Uma revisão sistemática dos últimos 10 anos**. 2015.

BITTAR, M.; GUIMARÃES, S. H.; VASCONCELOS, M. **A integração da tecnologia na prática do professor que ensina matemática na educação básica: uma proposta de pesquisa-ação**. REVEMAT, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 84-94, 2008.

BONA, A. S.; RIBEIRO, R. **O fazer docente de Matemática através do uso das tecnologias digitais em rede**. #Tear – Revista de Educação Ciência e Tecnologia, Canoas, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2016.

BORBA, M, C. **Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção matemática**. In: I Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática. Anais I Simpósio Curitiba. 2001.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. **Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking**. Springer. 2005.

BOYER, E. **The Scholarship of engagement**. Journal of Public Service and Outreach, 1(1), 11-20. 1996.

BLACKLEY, S.; HOWELL, J. A. **Stem Narrative: 15 Years in the Making**. In: Australian Journal of Teacher Education, v. 40, n. 7, 2015.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental**. Brasília, MEC/SEF. 1997



BRASIL. Ministério da Educação, Portal do MEC. **Resultado do PISA de 2015.**

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino.** São Paulo: Ática, 2008.

BROWN, A. L. **Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions.** Journal of the Learning Sciences. Madison: International Society of the Learning Sciences, v. 2, n. 1, p. 141–178, 1992.

BUENO, D. A.; CAVALCANTE, M. A.; RODRIGUES, T. T. T. **Controle Remoto: observando códigos com o Arduino.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 3, p. 614-641, dez. 2014.

CAIRES, N. B. F. **Os Robots na aprendizagem da Trigonometria.** Mestrado em ensino da Matemática no 3º ciclo do ensino básico e secundário. 116 p. Jun. 2013.

CAMPOS, F. R. **Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras.** Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, v. 12, n. 4, p. 2108-2121. Araraquara-SP. Brasil, 2017.

CARBONELL, J. **A aventura de inovar: a mudança na escola.** São Paulo: Artes Médicas, 2002.

CARDOSO, J. & SANTOS, M. **LegOSC: mindstroms NXT robotics programming for artists.** Em Proceedings of the ICINCO - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS IN CONTROL, AUTOMATION AND ROBOTICS, 5, Funchal, Portugal, vol. RA-1, p. 177-182. 2008.

CARMARGO, F. **A sala de aula inovadora [recurso eletrônico]: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo.** Fausto Camargo, Thuinie Daros. Porto Alegre: Penso, 2018. e-PUB.

CARVAJAL, I. M. PUIG, N. S. **Validation of principles for the design of teachinglearning sequences that foster the transfer of learning in Science education.** In: Ebook proceedings of the ESERA conference -Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning p.252-258, 2013.

CASTILHO, M. I.; BORGES, K. S.; FAGUNDES, L. C. **A robótica no contexto da educação orientada a inovação.** Digital Technologies & Future School: atas do IV Congresso Internacional TIC e Educação 2016. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. 2016, p. 1058-1072.

CAVALCANTE, M. M. et al. **A Plataforma Arduino para fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2014, Brasília. Anais. Brasília: Sociedade Brasileira de Computação, p.1655-1664.



CAVALCANTE, M. B. **A educação frente as novas tecnologias: Perspectivas e desafios.** 2012.

CAVALCANTE, M. M.; DANTAS, J. R.; SILVA, J. L. S.; VAZ, F. A.; VIANA, E. C. **RecArd: Robô baseado na plataforma Arduino como facilitador no processo de ensino-aprendizagem multidisciplinar.** Revista CINTED – Novas Tecnologias na Educação. V. 12, nº 2, dezembro 2014.

CAVALCANTI E. L. D.; CLEOPHAS, M. G.; LEÃO, M. B. C.; NERI DE SOUZA, F. **Alternate reality game (ARG): uma proposta didática para o ensino de química.** Revista Tecnologias na Educação, v. 6, n. 11, p. 1-16, 2014.

CHANG, C. Y., CHANG, Y. H., & YANG, F. Y. **Exploring Secondary Science Teachers' Perceptions on the Goals of Earth Science Education in Taiwan.** International Journal of Science Education, 31(17), 2315–2334. 2009.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M.; JOHNSON, C. **Inovação na sala de aula: como a inovação disruptiva muda a forma de aprender.** Porto Alegre: Bookman: 2012.

CLEOPHAS, M. G., & CHECHI, A. **Alternate Reality Game (ARG) e STEAM: uma articulação viável na promoção de uma aprendizagem multidisciplinar.** Revista Tecnologias na Educação, Ano 10, número/vol. 28, 1-14. 2018.

COLLINS, A. **Toward a design science of education.** In E. SCANLON, E.S. e O'SHEA, T. (Ed.), New directions in educational technology. Berlin: Springer-Verlag, 1992.

COLLINS, A., JOSEPH, D.; & BIELACZYK, K. **Design research: Theoretical and methodological issues.** Journal of the Learning Sciences, 13 (1), 15-42. 2004.

COMBS, A. W., BLUME, R. A., NEWMAN, A. J., e WASS, H. L. **The professional education of teachers.** A humanistic approach to teacher preparation. Boston: Allyn and Bacon. 1974.

COUSO, D., & PINTO, R. **Análisis del contenido del discurso.** Enseñanza De Las Ciencias, 27(1), 5–18, 2009.

CUNHA, J. J.; NEVES, F. H.; CRISTOVAM, W. **As novas tecnologias no processo de ensino aprendizagem.** Colloquium Humanarum, vol. 12, n. Especial, 2015.

D'ABREU, J. V. V. **Uma Experiência no uso da Robótica Pedagógica.** Revista Educativa, Vol. 2, N.º 1. Nova Odessa, Brasil. 2007.

DANYLUK, O. **Alfabetização matemática: as primeiras manifestações da educação infantil.** 2. ed. Porto Alegre: Sulina, Passo Fundo, Ediupf, 2002.



DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. 2. ed. São Paulo: Cortez, Brasília: MEC; UNESCO, 2003.

DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, **Educational Researcher**. 32, 5. 2003.

DEYLE, T; GUIZZO, E. **Robotics Trends for 2012**. IEEE Robotics and Automation Magazine. Março 2012.

DOWBOR, L. **Tecnologias do Conhecimento: os desafios da educação**. São Paulo: [s.n.], 2013.

EDELSON, D. C. **Design research: what we learn when we engage in design**. The Journal of the Learning Science, 11 (1), 105-121. 2002.

ENGLISH, L. D. **STEM education K-12: Perspectives on integration**. In: International Journal of STEM Education, v. 3, n. 1, p. 3, 2016.

FAZENDA, I. **Interdisciplinaridade. Um projeto em parceria**. São Paulo: Loyola, 1993.

FERNANDES, E.; FERMÉ, E., OLIVEIRA, R. **Viajando com robots na aula de matemática: Uma visita ao mundo das funções**. Minho: Atas da Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação. 2007.

FIALHO, C., MATOS, J. e ALVES, A. **Cidadania e educação matemática crítica: investigação sobre o contributo da educação matemática na formação de cidadãos participativos e críticos**. 2003.

FINO, C. N. & SOUSA, J. M. **As TIC redesenhando as fronteiras do currículo**. Revista Galego-Portuguesa de Psicologia e Educação, 8 (10), p. 2051-2063. 2003.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no Computador: O Computador Como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.25, n.3, set., 2003.

FIORENTINI, D. **Investigação em educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

FLOT, J.; FRIEZ, T.; SCHUNN, C.; SHOOP, R.; WITHERSPOON, E. **Can Computational Thinking Practices Be Taught in Robotics Classrooms?** Presented at the International Technology and Engineering Educational Conference. National Harbor. Washington DC. March 2-4, 2016.

FONSECA, P. M.; OLIVEIRA, G. M. C.; VENÂNCIO, L. S. **A Robótica Educacional como ferramenta metodológica no processo de ensino-aprendizagem: um estudo de caso**. Revista Interdisciplinar SULEAR – UEMG. Ano 1, n. 3, nov./2018. 10 fls.



FOUREZ, G. **Crise no ensino de Ciências? Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 8 (2), P. 109-123, 2003.

FREINET, É. **O Itinerário de Célestin Freinet**. Rio de Janeiro: Francisco Alves. 1979.

GARCIA, S. M. S. **A construção do conhecimento segundo Jean Piaget**. In: Ensino em Re-vista. V.6, N.1, Jun/Jul 1997/1998.

GARCIA, M. V. R.; VALÉRIO, R. **O futuro da Robótica**. Anais do VI Seminário Multidisciplinar ENIAC, vol. 1, nº 6, p. 148-156, 2014.

GAVASSA, R. C. F. B. **Educação Maker: Muito mais que papel e cola**. Revista Tecnologias, sociedade e conhecimento, v. 7, n. 2, dez. 2020.

GOMES, F. I. M. **Construindo Conhecimento: Utilização de robots na aprendizagem de funções**. Relatório de Prática de Ensino Supervisionada para a obtenção do Grau de Mestre em Ensino da Matemática no 3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário. Ano letivo 2009/2010.

GONÇALVES, P. C. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2007.

GURGEL, I.; NICOLAU, J.; PIETROCOLA, M. **Estrutura baseada em Fluxo: sequência de ensino-aprendizagem sobre Relatividade do Tempo**. Processos e materiais educativos na Educação em Ciências. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP. 10 a 14 Nov. 2013.

GRAVEMEIJER, K. P. E. **O que torna a Matemática tão difícil e o que podemos fazer para alterar?** Educação matemática: caminhos e encruzilhadas. Lisboa: APM, 2005. p. 83-101.

GROOVER, M. P. et. al. **Robótica: tecnologia e programação**. São Paulo: McGraw-Hill, 1989. 401 p.

HENZE, I., DRIEL, J. H. V., & VERLOOP, N. **Science Teachers' Knowledge about Teaching Models and Modelling in the Context of a New Syllabus on Public Understanding of Science**. Research in Science Education, 37(2), 99–122, 2007.

HERNÁNDEZ, M. I. **Desenvolupament iteratiu d'una seqüència d'ensenyament i aprenentatge sobre Propietats Acústiques dels Materials**. Tese de Doutorado. Universitat Autònoma de Barcelona, Espanha, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica**. 2017.



Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb/resultados>. Acessado em 18 de Fevereiro de 2022.

JÚNIOR, E.A.N. et al. **Apostila de Robótica Educacional**. Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica - PET-Elétrica. Universidade Federal Fluminense (UFF). Niterói, RJ. 2013.

KAHVECI, A. **Quantitative Analysis of Science and Chemistry Textbooks for Indicators of Reform: A Complementary Perspective**. International Journal of Science Education, Oxon (UK), v. 32, n. 11, p. 1495-1519, 2010.

KAMII, C.; DECLARK, G. **Reinventando a aritmética: implicações da teoria de Piaget**. Campinas, SP: Papirus, 1992.

KAMII, C. **A criança e o número**. Campinas, SP: Papirus, 1997.

KARAN, R. A.; PIETROCOLA, M. **Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico**. Alexandria (UFSC), v.2: p.181-205, 2009.

KARIOTOGLOU, P. & TSELFES, V. **Science Curricula: Epistemological, Didactical and Institutional Approach**. Epitheorisi Fisikis, 31, 9-28. 2000.

KAZIMOGLU, C. et. al. **Learning Programming at the Computational Thinking Level via Digital Game-Play**. Procedia Computer Science, Treton, v. 9, n. Supplement C, p. 522-531, 2012.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2012

KNEUBIL, F. B. & PIETROCOLA, M. **A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências**. Revista em Ensino de Ciências – v22 (2), p. 01-16. 2017.

KORTLAND, K; KLAASSEN, K (Eds.). **Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education; Proceedings of the symposium in honour of Piet Lijnse at the time of his retirement as professor of Physics Didactics at Utrecht University – Utrecht: CDBeta Press – Freudenthal Institute for science and mathematics education (FIsme)**. Utrecht University – FIsme series on Research in Science Education; nr. 64; 2010.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Sistemas de informação gerenciais**. 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LEACH, J.; AMETLLER, J. & SCOTT, P. **Designing theorybased teaching-learning sequences for science education**. Editado por K. Kortland e K. Klaassen (CDBeta Press, Utrecht, 2010).



LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** Rio de Janeiro: Editora 34. 1993.

LIBERA, G. P. D.; OLIVEIRA, M. E.; OLIVEIRA, R. L. Z.; TECH, A. R. B.; ZUCCHERELLI, M. F. L. **Introdução à robótica educacional com Arduino – Hands on! iniciante.** Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga-SP. 2020. 51 p.

LIJNSE, P. **“Developmental research” as a way to an empirically based”didactical structure” of science.** Science Education, 79(2), p. 189-199. 1994/1995.

LIJNSE, P. **Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences?** International Journal of Science Education. v.26, n.5: p.537-554, 2004.

LITTO, F. M. **Repensando a educação em função de mudanças sociais e tecnológicas recentes.** In. (org) OLIVEIRA, Vera Barros de. Editora SENAC 2ª ed. São Paulo: 1999.

LOBO DA COSTA, N. M. **Formação de professores para o ensino da Matemática com a informática integrada à prática pedagógica.** Exploração e análise de dados em bancos computacionais, 2004, 324p. Tese (Doutorado em Educação) PUCSP, São Paulo, 2004.

LOPES, D. Q. **A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional.** 2008. 327 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

LORENZATO, S. **Educação Infantil e percepção Matemática.** Campinas, SP: Autores associados, 2008.

MAÇADA, D. L.; TIJIBOY, A. V. **Aprendizagem cooperativa em ambientes telemáticos.** In: IV Congresso RIBIE de Brasília de 1998.

MALTA, S. C. L. **Uma Abordagem sobre currículo e teorias afins visando à compreensão e mudança.** Espaço do currículo. V. 6, n. 2, p. 340-354, Mai./Ago. 2013.

MANSOUR, N. **Impact of the Knowledge and Beliefs of Egyptian Science Teachers in Integrating a STS Based Curriculum: A Sociocultural Perspective.** Journal of Science Teacher Education, 21(5), 513–534, 2010.

MARGINSON, S.; NYLAND, C.; SAWIR, E.; FORBES-MEWETT, H. **International Student Security.** Melbourne: Cambridge University Press, 2010.

MARINHO, S. P. **Mídias e tecnologias digitais na licenciatura: novas realidades, novas formações.** Revista Reflexão e Ação. Santa Cruz do Sul, v. 26, n. 2, p. 228-248, mai./ago. 2018.



MATARIC, M. J. **Introdução à Robótica**. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.

MATOS, B. T.; MATOS, M. B. M.; NASCIMENTO, P. S. S.; RODRIGUES, R. O. **Ensino da Robótica: O Arduino como ferramenta didática**. V CONEDU – Congresso Nacional de Educação. 2016. 9 fls.

MCKENNEY, S. & REEVES, T. C. **Educational Researcher**. 42, 97. 2013.

MEDEIROS, L. F.; WUNSCH, L. P. **Ensino de programação em robótica com Arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência**. Revista Espaço Pedagógico. v. 26. n. 2. Passo Fundo. p. 456-480, maio/ago. 2019.

MÉHEUT, M., & PSILLOS, D. **Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research**. International Journal of Science Education, 26(5), 515-535. 2004.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research**. In: BOERSMA, K. E. A. (Ed.). Research and quality of science education. Netherlands: Springer, p.195-207, 2005.

MESQUITA, L.; BROCKINGTON, G.; TESTONI, L. A.; STUDART, N. **Metodologia do design educacional no desenvolvimento de sequências de ensino e aprendizagem no ensino de física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, 16 p., 2021.

MILL, D.; OLIVEIRA, O. DE. **Aprendizagem científica pela robótica: algumas aproximações**. CIET EnPED, 2018, 12 fls.

MONTESSORI, M. **Spontaneous activity in education**. Nova York: Schocken Books, 1965.

MORAES, M. C. **Informática Educativa no Brasil: um pouco de história**. Brasília, v. 57, p. 133, 1993.

MORAES, M. C. **Subsídios para Fundamentação do Programa Nacional de Informática na Educação**. Secretaria de Educação à Distância, Ministério de Educação e Cultura, Jan/1997.

NCTM, 2000. **Association Research Group Second Report**. June 1997. Notices of the MAS, February 1998, p. 275

NETO, W. F. S. **Automação Robótica de Processos aplicada a ERPs e o Ganho de Produtividade de Equipes de Back-Office**. Disponível em: <http://doze-ti.com.br/artigos/automacao-robotica-de-processos-aplicada-a-erps-e-ganho-de-produtividade-de-equipes-de-back-office>. Acessado em: 20 de Fevereiro de 2022.



NIED. **Núcleo de Informática Aplicada à Educação**. Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

NIKU, B. S. **Introduction to robotics: Analysis, systems, applications**. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

NUNES, T. **Construtivismo e alfabetização: um balanço crítico**. Educ. Revista, Belo Horizonte, 1990.

NUNES, T.; BRYANT, P. **Crianças fazendo matemática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OCDE (2015), “**Measuring Trade in Value Added: An OECD-WTO joint initiative**”, Database available at [oe.cd/tiva](https://data.oecd.org/tiva/); Acessado em: 17 de Setembro de 2022.

OGBORN, J. **Introducing relativity: less may be more**. Physics Education, v.40, p.213-222, 2005.

OLIVE, J. & MAKAR, K. **Mathematical Knowledge and Practices Resulting from Access to Digital Technologies**. In C. Hoyles y J-B. Lagrange (Eds.) Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain. The 17th ICMI Study Series: New ICMI Study Series (Vol. 13, pp. 133-177). New York: Springer. 2010.

OLIVEIRA, J. A. C. **Robótica como interface da tomada de consciência da ação e conhecimento do objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento**. 96f. Doutorado em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

OTTO, P. A. **A Importância do uso das tecnologias nas salas de aula nas séries iniciais do ensino fundamental I**. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

OTTONI, A. L. C. **Introdução à Robótica**. Universidade Federal de São José del-rei, 2010, 7 fls.

OTTONI, O.; MILL, D. **Robótica pedagógica na produção científica: um estudo bibliométrico**. Revista NUPEM, Campo Mourão, v. 12, n. 26, p. 138-155, maio/ago. 2020.

PACHECO, J. **Reconfigurar a escola**. A página da Educação. 2008.

PAPERT, S. **LOGO: Computadores e educação**. 3 ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988.

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



PEREIRA, M. M. **Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade.** Revista Ensaio. Belo Horizonte, v. 15, n. 02, p.65-85, maio-ago. 2013.

PIAGET, J.; SZEMINSKA, A. **A gênese do número na criança.** 2. ed. Rio de Janeiro: Zarar Editores, 1975.

PIAGET, J. **A formação do Símbolo na Criança.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1978.

PIAGET, J. **A gênese das estruturas lógicas elementares.** Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

PIAGET, J. et al. **Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

PIERS. M. **“New Physics Curricula in the Netherlands”.** In Girep Conference, Cyprus, 2008.

PIETROCOLA, M. **A transposição da física moderna e contemporânea para o ensino médio: superando obstáculos epistemológicos e didático-pedagógicos.** In: Regina Borges. (Org.). Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica. Porto Alegre: EDUC, p. 159-180, 2008.

PINTO, R. **Introduction to the Science Teacher Training in an Information Society (STTIS) project.** International Journal of Science Education, 24(3), 227–234, 2002.

PINTO, R. **Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education.** Science Education, 89(1), 1–12, 2005.

POCINHO, M. D. & CANAVARRO, J. M. **Sucesso escolar e estratégias de compreensão e expressão verbal: Como compreender melhor as matérias e as aulas?** Mangualde: Edições Pedagogo. 2009.

POCRIFKA, D. H.; SANTOS, T. W. **Linguagem LOGO e a construção do conhecimento.** IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. PUCPR. 26-29 out./2009. 11 fls.

PONTE, J. P. M. & RODRIGUES, B. M. B. **Investigação Baseada em Design: Uma experiência de formação de professores em Estatística.** Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v. 22, n. 3, p. 138-167, 2020.

PSILLOS, D.; TSELFES, V.; KARIOTOGLOU, P. **An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids special issues.** International Journal of Science Education, v. 26, n. 5, p. 555-578, 2004.



PUGLIESE, G. **STEM: o movimento, as críticas e o que está em jogo – PORVIR**. Inovações em educação. Disponível em: <https://porvir.org/stem-o-movimento-as-criticas-e-o-que-esta-em-jogo/>. Acessado em: 23 de Fevereiro de 2022.

RAZOR ROBOTICS. **Future of Robotics and History of Robotics**. 2014. Disponível em: <https://www.razorrobotics.com/>. Acessado em: 20 de Fevereiro de 2022.

REZENDE E.; FUSARI, M. F. **Comunicação, meios de comunicação e formação de professores: questões de pesquisa**. In: PORTO, T. M. E. (Org.). Saberes e linguagens de educação e comunicação. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2001

REZENDE, F. **As Novas Tecnologias na Prática Pedagógica Sob a Perspectiva Construtivista**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 1, mar. 2002.

REYES CORTÊS, F. **MATLAB aplicado a Robótica y Mecatrónica**. Primera Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México. 2012.

RIBEIRO, C.; COUTINHO, C.; COSTA, M. F. & MACHADO, C. **Robotics as a tool to increase the motivation levels in problematic students**. Em Costa, M., Martins, Váskes Dorrio, J. & Patariya, M, V., (Eds) "Science for all: quest for excellence : proceedings of the International Conference on Hands-on Science (HSCI 2009), 6, Ahmedabad, India. 2009.

RICHEY, R. C., KLEIN, J. D., & NELSON, W. A. **Development research: studies of instructional design and development**. In Jonassen, D. H. Handbook of research on educational communications and technology. New Jersey: LEA. 2004.

ROMANO, V. F. **Robótica Industrial: Aplicação na Indústria de Manufatura de Processos**. Edgard Blucher Ltda, 2002.

ROSÁRIO, J. M. **Princípios de mecatrônica**. São Paulo: Pearson, 2005.

RUEDELL, A. C. **Assimilação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros através da robótica educativa**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). 77 fls. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo-RS, 2019.

RUTHVEN, K.; LABORDE, C.; LEACH, J; TIBERGHEN, A. **Design Tools in Didactical Research: instrumenting the epistemological and cognitive aspects of the design of teaching sequences**. Educational Researcher. 38 (5), p.329-342. 2009.

SANTANA, M. R. P. **Em busca de outras possibilidades pedagógicas: trabalhando com ciência e tecnologia**. 2009. 218 f. Tese (Doutorado em



Educação), Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

SANTOS, M. F. **A Robótica Educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa**. 2010. 99f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal de Goiás, 2010.

SANTOS, R. C.; GUALANDI, J. H. **Laboratório de ensino de matemática: o uso de materiais manipuláveis na formação continuada dos professores**. XII Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM; ISSN 2178-034X, São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016.

SANTOS, R. C.; SILVA, M. D. F. **A robótica educacional: entendendo conceitos**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa. V. 13, n. 3, p. 345-366, set./dez. 2020.

SANTOS, S. P. D.; RUSCHEL, C. T. M.; SOARES, D. R. **A formação docente e suas repercussões na sociedade do conhecimento**. Trabalho docente e práticas pedagógicas inovadoras [Recurso eletrônico]. Organização de Edite Maria Sudbrack, Frederico Westphalen. 129 p. 2012.

SILVA, A. F. **RoboEduc: Uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**. 2009; 133 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica. Natal, RN, 2009.

SILVA, J. A. F. **Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática: algumas considerações**. Universidade Católica de Brasília-UCB. Brasília, 2005.

SILVA, J. L. S. et al. **Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35**. In: Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe. Feira de Santana. Anais. Feira de Santana: Sociedade Brasileira de Computação, 2014.

SILVA, J. M. V. **Robótica no ensino da física**. Dissertação de Mestrado em Ensino da Física. Escola de Ciências, Universidade do Minho. 2007.

SILVA, M. C. **Da prática colaborativa e reflexiva ao desenvolvimento profissional do educador de infância**. 2011.

SMITH, M. S. **Practice-based professional development for teachers of mathematics**. Reston, VA: NCTM. 2001.

SOUSA, J. M. **“La dimension personnelle dans la formation des enseignants de l’Enseignement de Base du 1er cycle à Madère”**. Lille: Atelier National de Réproduction des Thèses. 1995.

SOUSA, J. M. **O professor como pessoa**. Porto: Asa Editores. 2000.



SOUSA, J. M. **Educação: textos de intervenção**. O Liberal. 2004.

SOUSA, R. P.; MOITA, F. M. C. da S.M.; CARVALHO, A. B. G. **Tecnologias digitais na educação [online]**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 276 p.

SOUZA, A. R. **Os caminhos da produção científica sobre a gestão escolar no Brasil**. Revista Brasileira de Política e Administração da Educação. v. 22, n. 1, p. 13-40, jan/jun/2006.

STAVROU, DUIT, R. & KOMOREK, M. **Physics Education**. 43, 417. 2008.

STEFFEN, L. P. & THOMPSON, P. W. **Teaching Experiment Methodology : Underlying Principles and Essential Elements** R. Lesh & A.E. Kelly **Recherch**. Research design in mathematics and Science education (p. 267-307) Hillsdale, NJ. Erlbaum., 2000.

STEINBRING, H. **The construction of new mathematical knowledge in classroom interaction: an epistemological perspective**. Dordrecht: Springer, 2005. 236 p. (Mathematics Education Library, 38).

TERRA, J. C. C. (Org.). **Inovação: quebrando paradigmas para vencer**. São Paulo: Saraiva, 2007.

TIBERGHIE, A.; BUTY, C. & LE MARÉCHAL, J. F. **Proc. Science and Technology Education at crossroads: meeting the challenges of the 21st century**. The second conference of EDIFE and the second IOSTE Symposium in Southern Europe. Athènes, 2005.

VALENTE, J. A. Informática na Educação no Brasil: análise e contextualização histórica. In VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Coleção Informática para a mudança na Educação. Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a distância, 1999.

VALENTE, J.; MAZZONE, J.; BARANAUSKAS, M. **Aprendizagem na era das tecnologias digitais**. Cortez Editora, 2007.

VALENTE, J. A. **Tecnologias e educação a distância no ensino superior: uso de metodologias ativas na graduação**. Trabalho & Educação, Belo Horizonte, v. 28, n. 1, p. 97–113, 2018.

VAN DEN AKKER, J. Principles and methods of development research. In J. VAN DEN AKKER, J.; NIEVEEN, N.; BRANCH, R.M.; GUSTAFSON, K.L. e PLOMP, T. (Ed.). **Design methodology and developmental research in education and training**. Norwell: Kluwer Academic Publishers. 1999. p. 1-14).

VAN DRIEL, J., BULTE, A., & VERLOOP, N. **The Conceptions of Chemistry Teachers about Teaching and Learning in the Context of a Curriculum Innovation**. International Journal of Science Education, 27(3), 303–322, 2005.



VIENNOT, L., CHAUVET, F. O., COLIN, P., & REBMANN, G. R. **Designing strategies and tools for teacher training: The role of critical details, examples in optics.** Science Education, 89(1), 13–27, 2005.

VIRNES, M. **Four Seasons of Educational Robotics. Substantive Theory on the Encounters between Educational Robotics and Children in the Dimensions of Access and Ownership.** Publication of the University of Eastern Finland. Dissertations in Forestry and Natural Sciences. Nº 169. Grano Joensuu, 2014.

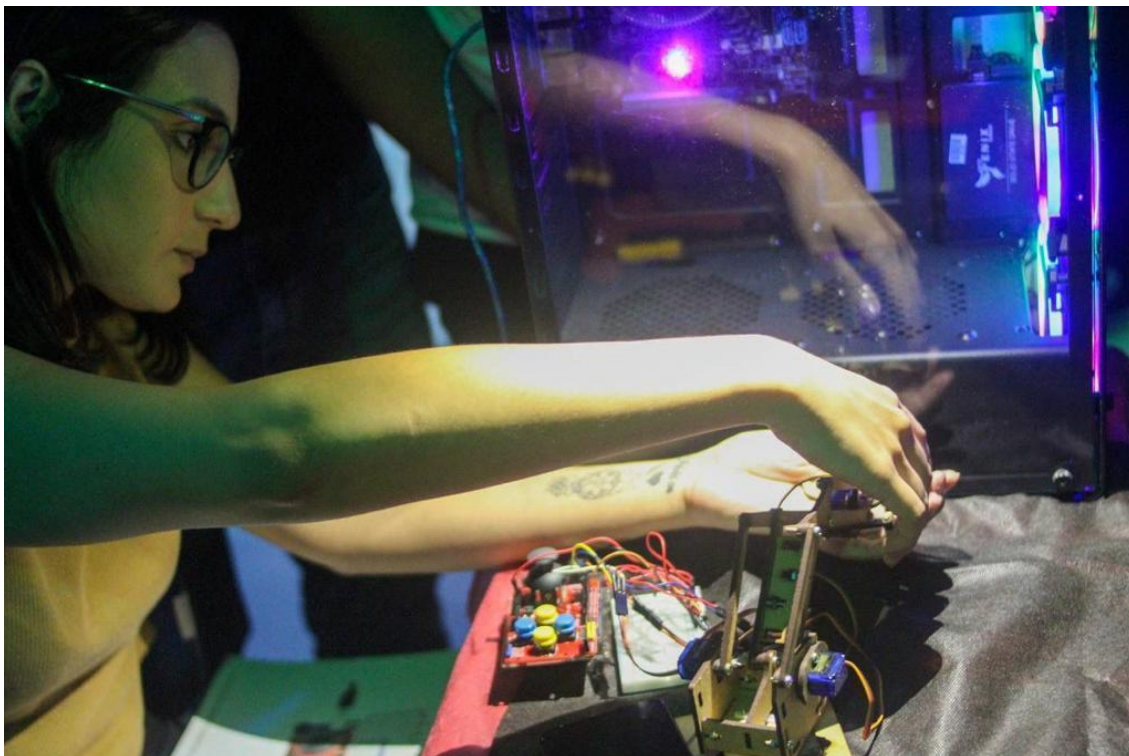
WANG, F., & HANNAFIN, M. J. **Design-based research and technology-enhanced learning environments.** Educational Technology Research and Development, 53(4), 5-23, 2005.

WANGENHEIM, C. G. V.; WANGENHEIM, A. V. **Ensinando computação com jogos.** Florianópolis: Bookes Editora, 2012.

WING, J.M. **Computational Thinking.** Communications of the ACM, vol. 49, n. 3p. 33-35. 2006.

ZACHARIAS, V. L. C. F. **A linguagem Logo.** Disponível em: www.centrorfeducacional.pro.br/linlogo.html. Acessado: em 21 de Setembro de 202.

SOBRE A AUTORA



Raphaella Gemaque de Pinho

Mestranda em Educação Matemática no Ensino Fundamental pela Universidade Estadual do Pará. Pós-Graduada em Gestão de Finanças na Faculdade Ideal (Faci Wyden). Graduada em Licenciatura em Matemática pela Universidade do Estado do Pará Universidade (UEPA), foi bolsista da Iniciação Científica pelo Centro de Integração Empresa- Escola (CIEE). Realizou monitoria no Colégio Impacto (atuando na área de matemática no Ensino Fundamental), onde conquistou o título de Melhor Professora na turma 6AT (Melhores do Ano). Realiza a função de professora de matemática na mesma instituição, onde conquistou em 2021 certificados de excelência na parte educacional e pela orientação aos estudos científicos. Em 2022 conquistou mais Certificados de Honra ao Mérito, onde foi premiada em três categorias: Excelência em Prática



Pedagógica, Excelência nos Jogos Internos e Projeto Educacional Feira de Ciências e Cultura.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3874536685985915>

Contato: pinhographa@gmail.com