

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL

GEISLA APARECIDA DE CARVALHO

ROBÓTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA E MATEMÁTICA NO
ENSINO FUNDAMENTAL II

UBERLÂNDIA

2021

GEISLA APARECIDA DE CARVALHO

**ROBÓTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA E MATEMÁTICA NO
ENSINO FUNDAMENTAL II**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Arlindo José de Souza Júnior.

UBERLÂNDIA

2021

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C331 2021	<p>Carvalho, Geisla Aparecida de, 1975- Robótica no Ensino e Aprendizagem de Física e Matemática no Ensino Fundamental II [recurso eletrônico] / Geisla Aparecida de Carvalho. - 2021.</p> <p>Orientador: Arlindo José de Souza Júnior. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.232 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Ciência - Estudo ensino. I. Souza Júnior, Arlindo José de, 1963-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.</p> <p>CDU: 50:37</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

GEISLA APARECIDA DE CARVALHO

ROBÓTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA E
MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL II

Dissertação aprovada para obtenção do título de mestre no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, pela banca examinadora formada por:

Uberlândia, 15 de Março de 2021.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Arlindo José de Souza Júnior – UFU
(Membro Titular – Orientador)

Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi – UFU
(Membro Titular)

Prof^a. Dra. Rosana Sueli da Motta Jafelice – UFU
(Membro Titular)

Prof. Dra. Maria Raquel Miotto Morelatti – UNESP
(Membro Externo)


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1A, Sala 207 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3230-9419 - www.pggecm.ufu.br - secretaria@pggecm.ufu.br


ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ensino de Ciências e Matemática				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Profissional PPGECEM				
Data:	15/03/2021	Hora de início:	14:45	Hora de encerramento:	17:40
Matrícula do Discente:	11812ECM007				
Nome do Discente:	Geisla Aparecida de Carvalho				
Título do Trabalho:	ROBÓTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA E MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL II				
Área de concentração:	Ensino de Ciências e Matemática				
Linha de pesquisa:	Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Ambiente Online de Aprendizagem: Mconf, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, assim composta: Professores Doutores: Arlindo José de Souza Junior - FAMAT/UFU (Orientador do candidato); Rosana Sueli da Motta Jafelice (FAMAT/UFU); Maria Raquel Miotto Morelatti (UNE SP) e Eduardo Kojy Takahashi (INFIS/UFU). Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Arlindo José de Souza Junior, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Arlindo José de Souza Junior, Professor(a) do Magistério Superior**, em 15/03/2021, às 17:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Kojy Takahashi, Usuário Externo**, em 15/03/2021, às 17:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rosana Sueli da Motta Jafelice, Professor(a) do Magistério Superior**, em 15/03/2021, às 18:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Raquel Miotto Morelatti, Usuário Externo**, em 16/03/2021, às 15:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2609570** e o código CRC **39A9B725**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Jesus, pela oportunidade que Ele me deu de poder participar dessa turma de mestrado, por sempre me dar abrigo na tempestade e por seu amor infinito.

Agradeço e dedico esta obra à minha mãe, Maria Aparecida de Carvalho (*in memoriam*), que nos momentos de dificuldades e frustrações sempre acreditou em mim. Agradeço a ela pelas inúmeras orações e por ter me ensinado a ser a mulher que hoje sou.

Agradeço ao meu pai, José Eustáquio, pela educação e pelos ensinamentos; aos meus irmãos, Warley e Michel, e às minhas irmãs, Alexandar e Viviam, por estarem sempre ao meu lado. Amo vocês.

Agradeço ao meu esposo, Alexandre Santana, por ser este marido compreensível, carinhoso e dedicado. Agradeço pelas muitas das vezes que, impossibilitada de realizar meus afazeres, me ajudou, com generosidade, amor, paciência e foi perseverante comigo, sempre acreditando que eu chegaria até aqui. Quantas idas e vindas, quantas vezes, não me sentindo bem, você estava ao meu lado. Obrigada por fazer parte da minha vida. Te amo.

Agradeço à minha sogra, Neusa Santana, pelo incentivo, pensando sempre no meu crescimento profissional e pessoal e pelas inúmeras orações. À minha cunhada, Adriana Santana, e ao meu enteado, Kawan Santana, pelas orações e pelo carinho. Também amo vocês.

Agradeço aos colegas do curso de mestrado, pela amizade e cumplicidade, em especial, ao Maxuel, que foi tão gentil e amigo, que me ajudou no momento em que mais precisei e com sua generosidade abriu as portas da sua casa para me abençoar. A Bíblia (Hebreus, 13,2) diz que, “seja incessante o amor fraternal. Não vos esqueçais de praticar a hospitalidade; pois agindo assim, mesmo sem perceber, alguns acolheram anjos.” Acontece que o anjo aqui é você, que o Senhor colocou no meu caminho. Muitíssimo obrigada.

Agradeço à Natiele Oliveira, pela generosidade e por também me abençoar com sua hospitalidade e atenção, e à sua eterna avó Lurdes (*in memoriam*), que foi a ponte de tudo. Estendo meus sinceros agradecimentos.

Agradeço aos Professores da UFU, em especial à professora Rosana Jafelice, pela maestria nas aulas de modelagem matemática, pelo seu carisma e sorriso liberado em cada manhã de sábado. Ao professor Eduardo Takahashi, que foi fonte de inspiração de um inigualável saber e que fez com que acreditássemos que podemos ir mais além, pois, é possível, sim, acreditarmos nos nossos sonhos. Meus agradecimentos à professora Salete Biembengut, que nos auxiliou na escrita de um e-book de modelagem matemática com a robótica e nos ensinou, com muita sabedoria e educação.

Agradeço, em especial, ao meu orientador, Arlindo, pela paciência, calma e virtuosidade, para que eu pudesse concluir essa etapa. Obrigada, mestre! O senhor fez parte da minha melhor aprendizagem. Foi com o senhor que conheci a robótica e descobri que somos capazes de ser professores reflexivos e pesquisadores.

Agradeço a Lázaro Nogueira, ao Colégio Nossa Senhora das Dores e aos professores do projeto de robótica, por abrirem as portas, para que eu pudesse aprender com vocês. Agradeço aos alunos que participaram e que, com muito carinho, me ensinaram os primeiros passos para o manuseamento do Tinkecard e a programar o *Arduino*.

Com muito carinho, não posso esquecer de agradecer a todos meus professores, aqueles que acreditaram e aos que não acreditaram em mim, afinal, sem vocês seria impossível chegar até aqui. Almejo novos voos, é claro, o sonho não pode parar. Como dizia Henry David Thoreau, “Nossa vida mais real acontece quando vivemos nossos sonhos acordados.”

Muito obrigada a todos vocês!

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade. Porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto. A não ser assim, ele se assemelhará, com seus conhecimentos profissionais, mais a um cão ensinado do que a uma criatura harmoniosamente desenvolvida. Deve aprender a compreender as motivações dos homens, suas quimeras e suas angústias para determinar com exatidão seu lugar exato em relação a seus próximos e à comunidade. Os excessos do sistema de competição e de especialização prematura, sob o falacioso pretexto de eficácia, assassina o espírito, impossibilitam qualquer vida cultural e chegam a suprimir os progressos nas ciências do futuro. É preciso, enfim, tendo em vista a realização de uma educação perfeita, desenvolver o espírito crítico na inteligência do jovem”.

(EINSTEIN, 1953).

RESUMO

Este trabalho apresenta os principais resultados de uma pesquisa aplicada, tendo a colaboração de seis estudantes do 9º Ano do Ensino Fundamental, com objetivo de desenvolver uma Proposta de Ensino usando a Robótica Educacional na Física e Matemática, associada à Modelagem e às novas tecnologias. A partir das atividades sobre Função e Movimento Retilíneo Uniforme, os estudantes fizeram um modelo, utilizando-se do programa Excel na elaboração de gráficos. Para isso, utilizaram um produto de baixo custo, baseado na arquitetura do arduino, de hardware e software abertos, e um modelo de tutorial de robótica educacional baseado nos métodos de trabalho independente e ambiente de aprendizagem. Os resultados mostraram que a Robótica se torna um grande estímulo natural da criança, despertando-a e motivando-a a se envolver nas atividades. Além disso, a aprendizagem das ciências e, em particular, da Matemática, na utilização da Robótica pode ser prazerosa, quando a experimentação é realizada de forma bem planejada, de modo que o conhecimento passa a ter significados para o aluno, aumentando o seu interesse na resolução de questões desafiadoras. O produto elaborado foi a criação de um site, no qual depositamos informações utilizadas para obtenção dos resultados, temas como da Modelagem Matemática, Tecnologias Digitais, a sequência didática aplicada aos alunos sobre os conteúdos de MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) e Função Afim e o teste de carrinhos entre as equipes e um guia de aplicação nos estudos de Movimento Retilíneo.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Tecnologia Digital. Modelagem Matemática. Física e Matemática.

ABSTRACT

This work presents the main results of an applied research, with the collaboration of six students from the 9th year of elementary school, with the objective of developing a Teaching Proposal using Educational Robotics in Physics and Mathematics, associated with Modeling and new technologies. From the activities on Uniform Function and Rectilinear Motion, scholars model a model, using the Excel program in graphing. For this, it uses a low-cost product, based on the architecture of Arduino, hardware and open software, and a tutorial model of educational robotics based on the independent working methods and learning environment. The harmed results that Robótica becomes a great natural stimulus of the child, awakening and motivating to get involved in the activities. In addition, the learning of sciences and, in particular, of Mathematics, in the use of Robotics can be pleasant, when the experimentation is carried out in a well planned way, so that the knowledge starts to have meanings for the student, increasing his interest in solving challenging problems. The product elaborated was the creation of a website, in which we deposit the necessary information to obtain the results, topics such as Mathematical Modeling, Digital Technologies, the didactic sequence applied to students on the contents of MRU (Uniform Straight Movement) and Related Function and the test carts between teams and an application guide in studies of Rectilinear Movement.

Key words: Educational Robotics. Digital Technology. Mathematical Modeling. Physics and mathematics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da coleta de dissertações e teses com foco em Física e Matemática	27
Figura 2 - Condições para a Aprendizagem Significativa Conceitual	51
Figura 3 - A Situação Inicial e a Situação Final na Modelagem Matemática	57
Figura 4 - Carrinho A e B	58
Figura 5 - Diagrama de processo de Modelagem Matemática Sugerido por Biembengut	64
Figura 6 – Ônibus em Movimento	67
Figura 7 - Placa de Quilometragem	67
Figura 8 - Veículos em MRU	69
Figura 9 - Mapa Sequencial do Projeto	72
Figura 10 - Pontuação das equipes na equação das tarefas	79
Figura 11 - RC Controlador	81
Figura 12 – Realização das tarefas - Equipe A	81
Figura 13 - Realização das tarefas - Equipe B	81
Figura 15 - Primeiro teste	82
Figura 15 - Segundo teste	82
Figura 16 - Etapa realizada através do zoom meeting	84
Figura 17 - Momento 1 - Montando o robô	88
Figura 18 - Momento 2 - Programando o produto	88
Figura 19 - Rotina Pré-Definida de andar para frente	89
Figura 20 - Momento 3 - Teste do Produto Robótico	89
Figura 21 - Sequência Didática -primeira atividade	89
Figura 22 - Sequência didática - segunda atividade	90
Figura 23 - Sequência Didática - terceira atividade	91
Figura 24 - Sequência Didática - quarta atividade	92
Figura 25 - Sequência Didática - quinta atividade	93
Figura 26 – Sexo dos alunos	94
Figura 27 - Idade dos alunos	94
Figura 28 – Início - 1ª pergunta e respostas	94
Figura 29 – Parte I - 2ª pergunta e respostas	95
Figura 30 - Parte I – 3ª pergunta e respostas	96
Figura 31 - Parte I – 4ª pergunta e respostas	96

Figura 32 – Parte II – 1ª pergunta e respostas	97
Figura 33 - Parte II – 2ª pergunta e respostas	97
Figura 34 - Parte II – 3ª pergunta e respostas	98
Figura 35 - Parte II – 4ª pergunta e respostas	98
Figura 36 - Parte II – 5ª pergunta e respostas	99
Figura 37 - Parte II – 6ª pergunta e respostas	100
Figura 38 - Parte II – 7ª pergunta e respostas	100
Figura 39 - Parte II – 8ª pergunta e respostas	101
Figura 40 - Parte II – 9ª pergunta e respostas	101
Figura 41 - Partes e II – 1ª pergunta e respostas	102
Figura 42 - Partes I e II – 3ª pergunta e respostas	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Movimento Retilíneo Uniforme _____	Error! Bookmark not defined.
Gráfico 2 - Gráfico do 1º Teste entre as Equipes _____	84
Gráfico 3 - Segundo Teste _____	86
Gráfico 4 - Análise do Questionário sobre o Produto Educacional _____	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Agrupamentos por temas abordados _____	27
Tabela 2 - Frequência de Pesquisa sobre Física, Matemática e Interdisciplinaridade realizadas no Brasil no período de 2005 a 2018 _____	29
Tabela 3 - Frequência de pesquisas sobre interdisciplinaridade realizadas no Brasil, envolvendo uma ou mais disciplinas, matemática e tecnologia, durante o período de 2005 a 2018 _____	30
Tabela 4 - Frequência de pesquisas sobre interdisciplinaridade realizadas no Brasil, envolvendo uma ou mais disciplina, Matemática e Tecnologia, durante o período de 2005 a 2018 _____	31
Tabela 5 - Frequência de Pesquisas sobre Física e Matemática realizadas no Envolvendo Interdisciplinaridade, Robótica, Função Afim, Cinemática e Tecnologia durante o período de 2005 a 2018 _____	31
Tabela 6 - Distribuição das dissertações e teses selecionadas por título, autor e orientador _____	32
Tabela 7 - Posição dos Conteúdos no Currículo _____	49
Tabela 8 - Divisão das etapas realizadas _____	73
Tabela 9 - Primeiro teste _____	83
Tabela 10 - Segundo teste _____	85
Tabela 11 - Instante de encontro dos carros _____	85

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

BDTD	Biblioteca Digital de Tese e Dissertação Brasileira
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FIES	Financiamento Estudantil
IFTM	Instituto Federal do Triângulo Mineiro
MEC	Ministério da Educação
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
PhET	Plataforma de Simulações de Ciências e Matemática
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PUC-SP	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UCS	Universidade de Caxias do Sul
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFFS	Universidade Federal da Fronteira do Sul
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFMS	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UNB	Universidade Federal de Brasília
UNIJUI	Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
UNIPAC	Universidade Presidente Antônio Carlos

LISTA DE SÍMBOLOS

Δt	Variação do Tempo
Δv	Variação da Velocidade
Δs	Variação do Espaço
S	Espaço Final
S₀	Espaço Inicial
v	Velocidade
V₀	Velocidade Inicial
t	Tempo
SI	Sistema Internacional de Unidades

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Minha trajetória como estudante e docente: o caminho que percorri com o ensino da robótica até me tornar uma professora reflexiva e pesquisadora	18
2 MAPEAMENTO DAS PESQUISAS SOBRE O PROCESSO DE ENSINAR MATEMÁTICA E FÍSICA COM TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO BRASIL	26
2.1 Representação com mapas e gráficos de produções	28
2.2 Mapeamento individual das pesquisas de Física e Matemática	32
3 MOVIMENTO MAKER	37
3.1 O Movimento <i>Maker</i> – Conceituação Histórica	37
3.2 O movimento <i>Maker</i> aplicado à educação – utilizando o conceito do “faça você mesmo” em robótica e tecnologia	39
3.3 Robótica Educacional e a Interdisciplinaridade	40
3.4 Implementação da Robótica Educacional com a utilização do Arduino	41
3.5 Educação e tecnologia	44
3.6 <i>Problem Based Learning</i> (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP	45
3.7 Prática Educativa	48
3.8 Conteúdo Conceitual	49
3.9 Conteúdo Procedimental	50
3.10 Aprendizagem Significativa Conceitual	51
4 ROBÓTICA EDUCATIVA E MODELAGEM MATEMÁTICA	53
4.1 Robótica Educativa	53
4.2 Modelagem Matemática e Modelos	55
4.3 Modelagem Matemática em sala de aula	59
4.4 Obtenção do Modelo Matemático	62
4.5 A Robótica como Estratégia para o Estudo de Função Afim e MRU	64
4.6 Matemática: Função Afim	64
4.7 Física: Movimento Retilíneo Uniforme	66
5 METODOLOGIA DE PESQUISA	70
5.1 Participantes	70
5.2 Procedimentos	71
5.3 Observação Participante	74
5.4 Função Afim e Movimento Retilíneo Uniforme	75
5.5 Sequência Didática	75
5.7 Questionário	76
5.8 Análise Qualitativa	76
6 ANÁLISE DOS DADOS	77
6.1 Programação	78
6.2 Experimento – testes entre os carros	79
6.3 A Utilização do Modelo Matemático na Robótica para a Testes de Carros.	83
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
7.1 Resultados da Sequência Didática	87
7.2 Resultados do questionário	93

CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
REFERÊNCIAS	107
ANEXO I – FORMULÁRIO DE QUESTIONÁRIO – COM RESPOSTAS	115
APÊNDICE I – MATERIAIS UTILIZADOS	123
APÊNDICE II – ROTEIRO DO EXPERIMENTO	145
APÊNDICE III – QUESTIONÁRIO	150
APÊNDICE IV – PRODUTO EDUCACIONAL DE MESTRADO	153

1 INTRODUÇÃO

Não andem ansiosos por coisa alguma, mas em tudo, pela oração e súplicas, e com ação de graças, apresentem seus pedidos a Deus. Sei o que é passar necessidade e sei o que é ter fartura. Aprendi o segredo de viver contente em toda e qualquer situação, seja bem alimentado, seja com fome, tendo muito, ou passando necessidade. Tudo posso naquele que me fortalece. (BÍBLIA, Filipenses, 4, 6-13.)

1.1 Minha trajetória como estudante e docente: o caminho que percorri com o ensino da robótica até me tornar uma professora reflexiva e pesquisadora

Esse memorial resgata a trajetória da estudante e docente e parte de recordações conservadas na memória, ora muito vivas, ora quase apagadas. Lembrá-las, no processo de escrita, possibilitou¹ um encontro comigo mesma, nas diferentes situações de uma trajetória composta por idas e vindas, encontros e desencontros, sabores e dissabores, silêncio e conversa com meus pensamentos.

Nada me limitava, nem entre o silêncio, os mistérios de crianças, de adolescente e de adulta. Pelo contrário, me abria possibilidades e fronteiras, pois desses mistérios nasceram palavras, argumentações, interrogações que “minha investigação” firmaram-se na essência dessa trajetória.

Relembrar este período de minha vida é fazer insurgir o depósito vivido, do desejado e imaginário. Quando me lembro do início da minha trajetória estudantil, recordo-me de como essa começou de maneira atípica. Em 1982, aos seis anos de idade, ingressei na 1ª série, na Escola Estadual Domingos Silva, localizada na cidade de Campos Altos – Minas Gerais. Nesta época, não cursei o pré-escolar – atual 1º ano do Ensino Fundamental –, pois morava em uma fazenda na cidade de Ponte Nova – MG, e vivíamos mudando de cidade, o que fez com que aumentassem minhas dificuldades com a leitura e a escrita.

Nessa mesma época, surgem minhas primeiras lembranças. Lembro-me de minha mãe, me ensinando a pronunciar as primeiras palavras silábicas e, com muita dificuldade, eu as respondia. No ano seguinte, estava a cursar a 2ª série, em Córrego Danta e, em 1984, retornamos para a cidade de campos Altos, onde pude concluir a 3ª série do Ensino Fundamental I. E desse modo, a rotina continuava.

¹ Nesta introdução será usada a primeira pessoa do singular.

Na cidade de Itabira – MG, no ano de 1985, cursei a 4ª série, mas faltando quatro meses para terminar as atividades escolares efetivas, eu adoeci, o que fez com que eu e minha mãe nos mudássemos para Belo Horizonte, para tratamento de saúde. Apesar das faltas justificadas e de estar sem acompanhamento domiciliar escolar, fui aprovada e, em 1986, estava eu cursando a antiga 5ª série, em Córrego Danta. Nesta mesma série e ano, fui reprovada na disciplina de português. Ao repeti-la, novamente, na mesma série, escola e disciplina, fiquei de estudos orientados, uma espécie de avaliação, na época. Permaneci na cidade para realização da prova e meus pais se mudaram para Quartel Geral.

Neste percurso, percebi que vários fatores dificultavam a minha aprendizagem. No entanto, o fato de eu ter repetido a 5ª série ajudou-me a compreender a importância da Língua Portuguesa como disciplina obrigatória no Ensino Básico.

O gosto pela língua portuguesa aumentava gradativamente e meu desempenho nesta disciplina era notório. Em compensação, nas outras disciplinas não obtinha bons resultados. Logo, muitas deficiências de aprendizagem foram notadas em minha formação.

A minha família queria dar-me uma boa educação. As carências no aprendizado, em virtude das mudanças de cidades, não permitiam que eu obtivesse sucesso nos exames de admissão em boas escolas do Ensino Médio. Além do mais, eu teria que estudar numa escola que tivesse o Ensino Médio noturno, para poder trabalhar e assim, ajudar os meus pais.

Foi durante essa época, ao me matricular na Escola Estadual Aurélio Luiz da Costa, na cidade de Uberaba, que duas disciplinas me chamaram a atenção, por considerá-las essenciais na formação escolar das pessoas: Português e Matemática. Eu havia percebido o quanto a língua portuguesa era útil e que ela é a base de todo o ensino e aprendizagem, na medida em que, para serem compreendidos e interpretados os enunciados matemáticos, é fundamental o domínio da língua portuguesa.

Muitas vezes, a dificuldade com a linguagem escrita e o desenvolvimento da linguagem, segundo Malta (2003), leva os alunos a desistirem de superar as suas dificuldades de leitura, sobretudo no que diz respeito a textos matemáticos, concluindo, na maioria das vezes, que o problema é do texto.

Foi nessa escola que recordo que aprendi a argumentar, interrogar e a buscar respostas que estavam armazenadas em minha memória. Rememoro que um dos questionamentos que fiz à professora de Química do primeiro ano foi sobre a posição dos elementos da Tabela periódica. Por causa da insistência em querer entender o seu funcionamento, ela me fez decorá-la. Mesmo agindo

de um método errôneo, a atitude dessa professora contribuiu para que eu a investigasse a fundo cada elemento e tudo que a eles se referiam. Hoje, percebo que a professora usou de uma metodologia tradicionalista da escola brasileira, a que Paulo Freire define como “Educação Bancária”, em que o professor deposita o saber em um aluno desprovido de seus próprios pensamentos. Mas, sem perceber, essa professora pôde contribuir para que eu construísse o meu conhecimento de forma conjunta, me dando espaço para ir em busca de novas descobertas. Em 1993, concluí o Ensino Médio.

Interrompi os estudos por oito anos e, em 2001, após algumas tentativas, ingressei na Escola Agrotécnica, atual IFTM – Instituto Federal do Triângulo Mineiro, no curso Técnico de Informática, e o que me chamou a atenção foi a Matemática. Apesar das muitas dificuldades encontradas, das dependências em Algoritmo e Estrutura de Dados eu percebi que a Matemática está relacionada com as diversas áreas dos saberes.

Em dezembro de 2003, terminei as disciplinas teóricas do curso técnico deixando para trás o estágio obrigatório, pois a minha admiração pelos números surgiu a partir das dificuldades encontradas neste curso. Percebi que, diferentemente da maioria dos estudantes, que ao notarem tal déficit de aprendizagem em algumas disciplinas fogem de cursos superiores que têm relação com essa área de conhecimento, para mim, o curso das exatas prevaleceu.

Apesar de todas as dificuldades enfrentadas durante todo o percurso de minha vida escolar, consegui, no primeiro semestre de 2004, prestar o vestibular e, com êxito, ingressar no curso de Licenciatura de Física e Matemática da UNIPAC – Universidade Presidente Antônio Carlos.

Após conseguir o FIES e ter cursado durante um ano e meio as licenciaturas, o Ministério da Educação (MEC) desmembrou-as em somente uma graduação. Caberia aos discentes a escolha por uma delas, pois, por exigência do MEC, não poderíamos cursar duas licenciaturas numa só, e por unanimidade, os alunos optaram por dar sequência à Licenciatura em Física. Os dois primeiros anos (2005 e 2006) foram muito difíceis para mim. Se, por um lado, eu não tive a oportunidade de ter ótimos professores no ciclo básico, ainda enfrentei muitas deficiências na minha primeira graduação.

Cursamos várias disciplinas, poucos educadores tinham o título de doutor, com sólida formação acadêmica, e a maioria deles apenas era licenciada em Física. Em 2007, concluí o curso de Física, com o trabalho de monografia intitulado “Vida e Obra do Gênio dos Séculos: Albert Einstein”.

Em sequência, dei segmento à Licenciatura em Matemática, na mesma universidade. Os educadores eram praticamente os mesmos, com exceção de dois deles, que teriam mestrado e doutorado. Após a conclusão da primeira graduação, resolvi viver a realidade da sala de aula.

Enfrentei muitas barreiras e dificuldades pelo caminho, mas, a experiência em lecionar contribuía para o meu aprendizado.

Durante o curso de Física, as disciplinas trazidas não foram suficientemente significativas para o meu conhecimento e eu não acreditava que seria capaz de mediar os saberes, ao lecionar. Prosseguir com o curso de Matemática, já não era mais um desejo, e sim uma necessidade. A frustração de toda a minha história estudantil, e agora também docente, me fez participar a cada ano dos processos seletivo do ENEM, a fim de conseguir ingressar em um curso de graduação em uma universidade federal.

Com a produção do meu trabalho de monografia, intitulado “A Importância da Aprendizagem de Matemática e suas Relações com os Formandos do Curso de Licenciatura em Matemática”, terminei minha segunda graduação. E, com afincos para o Exame Nacional do Ensino Médio, consegui tirar nota 900 na redação, o que me ajudou a passar no curso de Medicina da UFAM.

No entanto, neste mesmo ano havia iniciado minha primeira pós-graduação em Docência na Educação Superior (UFU – Universidade Federal de Uberlândia) e optei por terminá-la, por vários motivos. Durante o período da especialização, participava de outros cursos. Em 2009, fiz o curso de atualização em *Gênero e Diversidade na Escola*, pela UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. Em 2010, participei da *Formação Continuada em Matemática Aplicada*, oferecida pela UFTM, em cursos de aperfeiçoamentos em Educação Integral e Integrada, também pela UFMG, modalidade a distância, e apresentei trabalhos científicos no XVI Congresso Regional dos Educadores de Uberaba, na modalidade Pôster, com o tema: “Superando os Desafios da Sexualidade na Educação”.

Antes do término de minha primeira pós-graduação, decidi ingressar em outra especialização. Em 2010, iniciei o curso em Ensino de Ciências por Investigação pela UFMG. Confesso que era difícil conciliá-lo com o meu trabalho. Foi em 2011 que consegui minha primeira titulação de Especialista, com o trabalho intitulado “Construindo o Conhecimento Científico na Matemática”.

Ao dar segmento aos estudos, pensei em parar diversas vezes, por motivos pessoais, de saúde e até mesmo por falta de orientação. O curso oferecido pela UFMG era praticamente a distância, com realização das provas no polo em Uberaba. Após conseguir um orientador de Uberaba da UFTM, em 2012, pude concluí-lo, com o trabalho de conclusão intitulado “Estudo de Caso: As dificuldades e Concepções de Ensino por Investigação de Professores de Matemática da Cidade de Uberaba”. Neste mesmo ano, participei do curso para atualização do professor (UFU).

Em busca de atualização, participei, em 2014, do curso de Educação de Jovens e Adultos, Educação Científica (UFMG), e Materiais Virtuais Interativos e Aplicativos Úteis para o Ensino da Matemática na Educação Básica (UNIJUI), ambos na modalidade a distância. Em 2015, apresentei um trabalho no 1º Simpósio da Formação do Professor de Matemática da Região Sudeste (UFU), com o título “Estratégias de Educação Matemática: Um Enfoque na Estimativa na Escola Estadual Professor Chaves”.

Minha procura pelo mestrado se iniciou após o término das especializações e, com ela, um percurso intenso, também com idas e vindas. Na realidade, vejo, hoje, que não tive vindas, mas idas necessárias, sejam elas boas ou ruins. Idas que me ajudaram a crescer, a aprender a não ser fraca e, principalmente, a não desistir. Tentei ingressar ao mestrado várias vezes, em cada tentativa muitas frustrações. Sem perder a confiança, a procura continuava.

Neste período, os pensamentos se acendiam e com eles os desejos de ingressar-me no mestrado e no bacharelado de uma Universidade Federal e muitas tentativas frustradas. Em dezembro 2016 perdi minha mãe, e para ocupar minha mente, em 2017 me inscrevi em duas pós-graduações *Latu Sensu*, uma na UFSCAR (Universidade Federal de São Carlos), em Ensino de Matemática no Ensino Médio – *Matem@tica na prática*, e outra em Uso Educacional da Internet – UFLA (Universidade Federal de Lavras), no mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (UFU) e em uma graduação em Engenharia Elétrica, pela UFTM.

No entanto, em 2017, quando iniciei as duas pós-graduações, confesso que muitas das vezes pensei em desistir das especializações no meio do caminho, mas prossegui. Nesse mesmo ano, foi formulado um projeto de pesquisa para o Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado profissional, da UFU. Ao me submeter às etapas do processo de ingresso, fui aprovada para o programa. Inicialmente, o projeto de pesquisa propunha outra temática e o tema robótica educacional foi um convite realizado por meu orientador. Esse trabalho se tornou uma experiência enriquecedora. Segundo apontam os textos estudados na revisão bibliográfica, este recurso educacional é acompanhado de metodologia de ensino e vem se sobressaindo como uma prática inovadora que permite ao educando o desenvolvimento de habilidades, tais como a investigação e a resolução de problemas de forma criativa, despertando o interesse por trabalhar, não de forma unificada, seguindo algoritmos definidos, mas de forma lúdica. No ano de 2018, ingressei na graduação em Engenharia Elétrica e no Mestrado,

A Robótica², que para mim era uma nova linha de pesquisa, se tornou memorável. A minha vivência em sala de aula e os estudos realizados sobre Robótica Educacional e Movimento *Maker*, que significa, em português, realizador, criador, fazedor, o faça-você-mesmo, e se baseia na ideia de que as pessoas devem ser capazes de fabricar, construir, reparar e alterar objetos dos mais variados tipos e funções com as próprias mãos, fundamentando-se num ambiente de colaboração e transmissão de informações entre grupos e pessoas. Investigar essas temáticas me permitiu realizar alguns trabalhos no que tange o processo de ensino aprendizagem de Física, Matemática e programação, em um contexto da educação pública.

No contexto da pesquisa, comecei a desenvolver atividades educativas com robótica para educandos do 1º ano do Ensino Médio, alunos esses já conectados e acostumados a realizar atividades envolvidas com a Robótica e as novas tecnologias. As atividades realizadas com esses adolescentes permitiram a produção do artigo intitulado “O Movimento *Maker* no Contexto Educacional: Uma Proposta das Ciências Exatas no Ensino Médio”, defendido e aprovado em junho de 2019. Então, obtive a titulação de Especialista em Uso Educacional da Internet, e em seguida, consegui o título de Especialista em Ensino de Matemática no Ensino Médio, com a produção do trabalho de monografia intitulado “O Ensino de Funções Afim: Uma Proposta de Atividade com o Uso da Linguagem do *Arduino* na Criação de Projetos de Robótica”, defendido e aprovado em julho de 2019.

Vimos assim, nessa conjuntura, uma oportunidade de estudo. Agora, buscando o aprofundamento das pesquisas sobre robótica na educação, a proposta dessa dissertação é colocar em prática uma práxis educativa entre a Física, Matemática e a Programação entre alunos de um colégio particular, no Ensino Fundamental. Para realizar essa investigação, propomos a seguinte pergunta: **Como implementar uma prática educativa com Física e Matemática mediada pela Robótica?**

Nossa pergunta nos leva ao objetivo geral dessa pesquisa, o qual propõe compreender as contribuições das práticas educativas para o processo de ensino e aprendizagem de Física, Matemática e Robótica que viabilizou a participação de estudantes de uma escola particular de Uberaba.

Por vez, quanto aos objetivos específicos desta pesquisa pretendemos: a) conceituar e relacionar a robótica à prática educacional em Física e Matemática; b) analisar as estratégias elaboradas e executadas para a preparação e participação de equipes nas atividades de robótica; e c)

² A ideia de se construir robôs começou a tomar força no início do século XX, com a necessidade de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos. Foi nessa época que o robô industrial encontrou suas primeiras aplicações. O **pai da robótica** industrial foi George Devol, enquanto Isaac Asimov criou as Leis da robótica, que segundo ele, regeriam os robôs, no futuro.

estudar como foram produzidos os conhecimentos envolvendo o estudo do MRU e da Função Afim e programação durante o processo de montagem e programação de carrinhos robôs.

Percebemos diversos aspectos positivos e negativos relacionados ao ensino e aprendizagem da função e propusemo-nos a desenvolver uma pesquisa com foco no estudo do MRU³ e Função Afim.

Escolhemos a metodologia PBL⁴, por ser um método ativo de ensino que vem ganhando muito espaço entre os educadores nos últimos tempos e também por termos condições de trabalharmos a construção do conhecimento a partir da discussão em grupo. No Brasil, a Aprendizagem Baseada em Problemas chegou por meio da Faculdade de Medicina de Marília (SP) e da UEL (Universidade Estadual de Londrina) (MILLAN et al., 2012). e já está presente em várias outras instituições de ensino.

Nessa metodologia didático-pedagógica grupos de alunos orientados por professores, aprendem o conteúdo por meio de resolução de problemas. Por ser um método ativo de ensino, estimula os estudantes a vivenciarem a prática e a buscarem seu próprio conhecimento.

Como resultado do produto final do mestrado, elaboramos uma sequência didática educativa, que possibilita a interdisciplinaridade entre a física e matemática de sala de aula e a matemática presente em competições de robótica. Criamos um site, a fim de compartilhar um ambiente que utiliza a robótica no processo de ensino-aprendizagem, no qual os educandos, através do processo de preparação para a competição, desenvolverão seus conhecimentos e aperfeiçoarão o método de produção de saberes, utilizando as tecnologias contemporâneas envolvidas no desenvolvimento de pesquisas e robôs.

O presente estudo foi estruturado para iniciar com a introdução apresentado o resgate da minha trajetória estudantil, num viés da cultura digital. Também foi exposto o tema, a justificativa, o problema, a pergunta de pesquisa e os objetivos, geral e específico, desta investigação.

No segundo capítulo apresentamos a revisão das pesquisas realizadas dentro da Física e Matemática no banco da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Biblioteca Digital de Tese e Dissertação Brasileira (BDTD), englobando o tema de pesquisa entre os anos 2005 a 2018.

³ É aquele que possui velocidade vetorial constante, o módulo da velocidade, a direção e o sentido são invariantes.

⁴ PBL é uma sigla que vem do inglês, *Problem Based Learning*, que representa a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e, como o próprio nome diz, é a construção do conhecimento a partir da discussão em grupo de um problema.

No terceiro capítulo, exibimos o referencial teórico utilizado como base para execução deste estudo. Mostramos, através de uma visão ampla, o uso das tecnologias contemporâneas em diversos campos da atividade humana, com destaque para a Robótica Educacional e Modelagem Matemática. Das várias tecnologias que as pessoas têm à sua disposição, destacamos a robótica e seu uso no contexto escolar para auxílio do processo de ensino-aprendizagem, apontando a possibilidade de se trabalhar com ela em competições.

Além disso, para a elaboração da prática educativa, estudamos os textos de Zabala (1998) que diferencia quatro tipos de conteúdo: factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais. Este autor indica atividades adequadas para que a aprendizagem dos diferentes tipos seja possível. Dentre esses tipos, escolhemos a dimensão conceitual e procedimental.

No quarto capítulo, falamos sobre Robótica Educativa e Modelagem Matemática e apresentamos o modelo utilizado no trabalho.

No quinto capítulo é apresentada a metodologia proposta, expondo as ferramentas utilizadas para a produção de informações. Por se tratar de uma pesquisa de caráter qualitativo de característica exploratória, o foco está na estrutura subjetiva do objeto analisado, e de observação participante, por tornar o observador um experimentador e a própria experimentação torna-se um meio a serviço da observação.

O sexto capítulo exibirá e analisará as informações provenientes das observações das experiências vivenciadas e das produções dos participantes. Descreveremos o processo de aplicação e as atividades que compõem a sequência didática de ensino, com as análises anteriores e posteriores às experiências, pautadas nos dados obtidos durante o processo de experimentação. Além disso, será apresentado o produto educacional, desenvolvido ao longo desta pesquisa. E, por fim, encerraremos com a apresentação das Considerações Finais.

2 MAPEAMENTO DAS PESQUISAS SOBRE O PROCESSO DE ENSINAR MATEMÁTICA E FÍSICA COM TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO BRASIL

Como objeto de estudos, fizemos uma revisão bibliográfica, apoiada em algumas produções (dissertações de Mestrado e teses de Doutorado) da CAPES e da BDTD, que têm como finalidade o Ensino de Física e Matemática, com ênfase na Robótica Educacional e na Modelagem Matemática. Realizamos um mapeamento, no qual abordamos apenas aqueles trabalhos realizados nos programas da área de Ensino de Ciências e Matemática e na área de Ensino, e escolhemos consultar trabalhos de 2005 a 2018. Optamos por fazer a consulta dos trabalhos produzidos no Brasil a partir desses anos por sermos guiados pela dissertação de Ardenghi (2008), que exibiu um mapeamento das pesquisas que abordam o ensino e aprendizagem de Modelagem Matemática, uso das tecnologias e Interdisciplinaridade, realizadas no Brasil entre 1970 a 2005.

Esse autor mostra as questões orientadas das pesquisas agrupadas por temas e o seu modelo contribuiu para que limitássemos nossa pesquisa e escolhêssemos o ano de publicação: a partir de 2005.

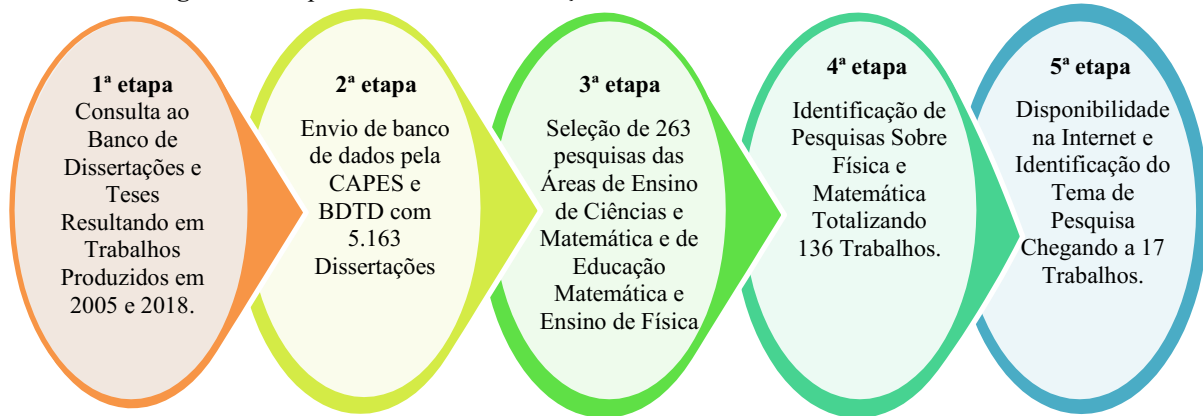
Entretanto, tínhamos por hipótese que, embora apresentassem as expressões definidas por nós, algumas dessas dissertações e teses poderiam não tomar os materiais curriculares de Física e Matemática como eixo central da investigação. No início, a pesquisa contribuiu com 5.163 Dissertações e Teses sobre a temática. Com isso, afunilamos a investigação, com o propósito de identificar apenas pesquisas que tivessem esses materiais como foco de investigação, e encontramos 263 trabalhos, sobre os quais realizamos o resumo.

Após esse processo, chegamos a um número de 136 dissertações e teses, sobre temáticas diversas, das quais, algumas foram descartadas, por não conterem nosso foco de investigação. Dessas dissertações e teses investigadas, 84 encontramos na área de Ensino de Ciências e Matemática e 52 na área de Educação Matemática e Ensino de Física. Enfim, apenas 17 pesquisas retrataram nossa

temática de estudo no ensino da Interdisciplinaridade entre MRU e Função Afim, TIC⁵, Modelagem Matemática e Robótica Educacional, servindo de base para nossa pesquisa.

Por isso, a quantidade de trabalhos foi sendo reduzida, e desse resultado final de produções, levantamos a questão-guia da pesquisa apresentada no capítulo 1. A Figura 1 revela a coleta dessas pesquisas, enquanto a Tabela 1 mostra o modelo de Ardenghi, pelo qual nós fomos guiados.

Figura 1 - Etapas da coleta de dissertações e teses com foco em Física e Matemática.



Fonte: Elaborado pela autora, por meio dos dados fornecidos pela homepage da CAPES e BDTD (2019).

Tabela 1 - Agrupamentos por temas abordados.

TEMÁTICA	PESQUISAS	QTD	%
Uso das Tecnologias	1- O comportamento de professores frente a alguns gráficos de funções $f: R \rightarrow R$ obtidos com novas tecnologias. 2- A concepção de um software de Matemática para auxiliar na aprendizagem dos alunos da primeira série do ensino médio no estudo das funções exponenciais e logarítmicas 3- Ensino de Funções por meio de Visualização Usando “Derive”: um Estudo de Caso. 4- Estudo de caso exploratório sobre gráficos de funções com estudantes de 8ª série do Ensino Fundamental, utilizando o ambiente de modelagem computacional WLINKIT 5- Funções, Software Gráfico e Coletivos Pensantes. 6- Função seno e cosseno: uma sequência de ensino a partir dos contextos do “mundo experimental” e do computador. 7- Introdução ao conceito de função: a importância da compreensão das variáveis. 8- Um ambiente computacional para o ensino aprendizagem de funções trigonométricas. 9- O Ensino de Funções Lineares numa Abordagem Dinâmica e Iterativa. 10- Conceito de função: uma abordagem do processo ensino – aprendizagem utilizando-se o computador como recurso didático. 11- Revisando as funções do 1º e 2º grau com a interatividade de um hiperdocumento. 12- Função afim $y = ax + b$: a articulação entre os registros gráfico e algébrico com o auxílio de um software educativo. 13- Representações mediadas por computador no processo de construção do conhecimento da função afim. 14- Sobre as concepções de função dos alunos ao término do 2º grau. 15- Calculadoras gráficas: uma proposta didático-pedagógica para o tema funções quadráticas.	15	2,5
Didática	1- Uma aplicação das inteligências múltiplas na aprendizagem de matemática: representação gráfica de funções de 1º e 2º graus.	14	0,4

⁵ TIC é uma sigla que foi utilizada inicialmente no Reino Unido, numa proposta de currículo escolar elaborado no fim dos anos 90. Tem como significado Tecnologias da Informação e Comunicação.

	2- Significados Produzidos sobre o Conceito de Função Matemática em Sala de Aula: análise de uma Trajetória da Formação de Professores de Matemática ao Ensino Fundamental. 3- Conhecimento de estudantes universitários sobre o conceito de função. 4- Utilização de diferentes registros de representação: um estudo envolvendo funções exponenciais, 5- A importância da utilização de múltiplas representações no desenvolvimento do conceito de função: uma proposta de ensino. 6- A aquisição do conceito de função: perfil das imagens produzidas pelos alunos. 7- O conceito de função: os conhecimentos prévios e as interações sociais como desencadeadoras da aprendizagem. 8- Conceito de função: uma abordagem do processo ensino-aprendizagem. 9- Um estudo sobre a construção do conceito de função. 10- Um estudo de registros de representação semiótica na aprendizagem dos conceitos de máximos e mínimos de funções. 11- Uma sequência para o ensino/aprendizagem de função do 2º grau. 12- Investigação conduzida sobre ensino de funções a alunos do quarto, quinto e sexto anos. 13- A construção da noção de função linear: transitando em diferentes registros semióticos. 14- O tema “funções e a linguagem matemática de professores do Ensino Médio: por uma aprendizagem de significados.		
História	1- O conceito de Função como Modelo Matemático. 2- A construção da representação gráfica e o seu papel no ensino de funções: uma visão histórica. 3- O processo inicial de disciplinarização de função na matemática do Ensino Secundário brasileiro. 4- Um estudo da gênese do conceito de funções a partir de um referencial piagetiano: subsídios para um estudo psicogenético. 5- O estudo de funções à luz das reformas curriculares: reflexos em livros-didáticos.	5	0,9
Concepção da Função	1- Algumas concepções e dificuldades sobre o ensino-aprendizagem de funções, envolvendo os contextos algébricos e gráficos e a conexão entre os mesmos. 2- O ensino de funções na educação fundamental: o dito, o feito e o que pode ser feito. 3- O conceito de função: aspectos históricos e dificuldades apresentadas por alunos na transição do segundo para o terceiro grau. 4- Sobre as concepções de função dos alunos ao término do 2º grau. 5- Uma análise de discursos no ensino e aprendizagem de função.	5	0,9
Contextualização/ Interdisciplinaridade	1- Uma abordagem Político-social para o ensino de Funções no Ensino Médio. 2- Fragmentações e Aproximações entre Matemática e Física no Contexto Escola: Problematicando o Conceito de Função Afim. 3- Redescobrimo as funções elementares nos cursos de ciências administrativas. 4- A função do cotidiano e o cotidiano das funções. 5- A construção do conceito de função em atividades integradas entre a matemática e a física.	5	0,9
Modelagem Matemática	1- Modelando matematicamente questões ambientais relacionadas com a água a propósito do ensino-aprendizagem de funções na 1ª série do ensino médio.	1	2
Outros	1- Construção da função exponencial por um método de Cauchy.	1	2

Fonte: Ardenghi (2008, p. 30).

Ao examinar os dados da Tabela 1, entendemos que são poucos pesquisadores que investigam sobre Modelagem Matemática e Interdisciplinaridade e as pesquisas a respeito de função estão relacionada ao uso de recursos tecnológicos e a questões didáticas, demonstrando indícios de preocupação dos pesquisadores com a aprendizagem desse conteúdo.

2.1 Representação com mapas e gráficos de produções

A pesquisa verdadeira, segundo Biembengut (2008), admite produzir novos objetos, novas técnicas, novos espaços, rumos e conhecimentos ou, ainda, mudar a relação das pessoas com os meios, os processos ou com as circunstâncias. A pesquisadora afirma que formas de mapa (desenhos,

fluxogramas, esquemas) são eficazes na organização e planejamento da pesquisa. Em suas investigações sobre mapas de identificação e reconhecimento, Biembengut (2008, p. 81-83) garante que esse tipo de mapa possibilita “[...] visualizar abrangências da pesquisa de campo, identificar o que poderia ser levantado e reconhecer o que era praticamente impossível. E, ainda, por quais meios, quais jeitos”.

Para realizar a representação com mapas das dissertações e teses produzidas no Brasil na temática Física e Matemática, foram utilizadas as informações fornecidas pela CAPES, por meio de seu Banco de Dissertações e Teses e pelo Banco Digital de Teses e Dissertações. Quando o investigador digita uma ou mais palavras do assunto, a busca realizada expõe todas as produções que contêm a(s) palavra(s) digitada(s) em ao menos um dos campos: título, palavras-chave, área(s) de conhecimento, linha(s) de pesquisa ou resumo da tese/dissertação.

Desse modo, é preciso fazer uma leitura mais acurada do resumo de cada uma das produções, para averiguar se, de fato, essas possuem como objeto de estudo o tema Física e Matemática. A busca foi realizada no período de 2005 a 2018, averiguando separadamente as pesquisas desenvolvidas em nível de Mestrado e de Doutorado. Num primeiro momento, investigamos apenas a palavra Física. Depois, foram feitos arranjos com as disciplinas da área das Ciências Exatas, Física e Matemática. Iniciamos o mapeamento sobre Física, Matemática e Interdisciplinaridade, sem o termo Robótica, e encontramos 67 dissertações/teses. A ferramenta utilizada para nossas pesquisas foi o banco da CAPES e a da BDTD. Inclusive, esta última nos dá acesso aos textos completos das teses e dissertações defendidas em todo o país, sem quaisquer custos, e isso facilitou nosso mapeamento. A priori, buscávamos, aqui, apenas títulos que continuam as palavras “Física, Matemática e Interdisciplinaridade”. A Tabela 2, a seguir, revela a quantidade das produções sobre a temática pesquisada.

Tabela 2 - Frequência de Pesquisa sobre Física, Matemática e Interdisciplinaridade realizadas no Brasil no período de 2005 a 2018.

Crítério – Tema Física, Matemática e Interdisciplinaridade.	
Nível Mestrado	
Ano Base	Quantidade de Produções Visitadas
2005	3
2006	4
2007	2
2008	2
2009	4
2010	5

2011	4
2012	2
2013	3
2014	2
2015	6
2016	15
2017	9
2018	6
Total: 67 Pesquisas	

Fonte: Elaborado pela autora, por meio dos dados fornecidos pela homepage da CAPES e BDTD (2019).

Os dados da Tabela 2 nos mostram que a quantidade de trabalhos que referem o tema investigado com a interdisciplinaridade acresceu consideravelmente quando fazemos a comparação das pesquisas realizadas no ano de 2005 com as realizadas em 2018, aproximadamente, 100%. Esse acréscimo não é permanente, ocorrendo períodos de queda e de crescimento.

No entanto, a quantidade de pesquisas dissertativas de Mestrado vem ampliando nos três últimos anos. Quanto aos trabalhos de doutorado (teses), não encontramos nenhuma pesquisa que tratasse da temática em combinação com as disciplinas Física e Matemática interligada à Interdisciplinaridade. Ao delimitarmos a investigação pelas pesquisas que apresentam em seus títulos a palavra *interdisciplinaridade* e que se referem à Matemática e às TIC, ou Física com as TIC, foi possível ampliar a quantidade de pesquisas encontradas (para Física, 264; e Matemática, 208), o que representa, em relação à Interdisciplinaridade com a Física e Matemática, aproximadamente 394% e 310%, respectivamente, do número total de trabalhos encontrados. Os resultados estão compendiados na Tabela 3 e 4.

Tabela 3 - Frequência de pesquisas sobre interdisciplinaridade realizadas no Brasil, envolvendo uma ou mais disciplinas, matemática e tecnologia, durante o período de 2005 a 2018.

Critério – Tema Interdisciplinaridade, Física e Tecnologia	
Nível Mestrado	
Ano Base	Quantidade de Produções Visitadas
2005	07
2006	08
2007	08
2008	07
2009	08
2010	18
2011	19
2012	18
2013	20
2014	29
2015	26
2016	49
2017	25
2018	22
Total: 264 Pesquisas	

Fonte: Elaborado pela autora, por meio dos dados fornecidos pela homepage da CAPES e BDTD (2019).

Tabela 4 - Frequência de pesquisas sobre interdisciplinaridade realizadas no Brasil, envolvendo uma ou mais disciplina, Matemática e Tecnologia, durante o período de 2005 a 2018.

Critério – Tema Interdisciplinaridade, Matemática e Tecnologia	
Nível Mestrado	
Ano Base	Quantidade de Produções Visitadas
2005	06
2006	10
2007	04
2008	08
2009	08
2010	09
2011	09
2012	12
2013	18
2014	14
2015	31
2016	33
2017	21
2018	25
Total: 208 Pesquisas	

Fonte: Elaborado pela autora, por meio dos dados fornecidos pela homepage da CAPES e BDTD (2019).

Vale destacar que foram expostas apenas as pesquisas que mencionaram em seu resumo as disciplinas abordadas no trabalho, independentemente se tratassem da ênfase no ensino de MRU e Função Afim. As produções que exibiam apenas a palavra *interdisciplinaridade*, ou que no interior do texto explicitavam como tema uma proposta de projeto interdisciplinar não foram processadas. Além disso, as pesquisas que abrangiam uma ou mais disciplinas Matemática e as TIC ou Física e as TIC não foram computadas. As pesquisas relacionadas à TIC Física e Matemática e Modelagem Matemática Física e Matemática foram analisadas. Os resultados estão sintetizados na Tabela 5.

Tabela 5 - Frequência de Pesquisas sobre Física e Matemática realizadas no Envolvendo Interdisciplinaridade, Robótica, Função Afim, Cinemática e Tecnologia durante o período de 2005 a 2018.

Critério – Tema Física e Matemática	
Nível Mestrado	
Ano Base	Quantidade de Produções
2005	2
2006	-
2007	-
2008	1
2009	-
2010	2
2011	1

2012	-
2013	1
2014	4
2015	1
2016	4
2017	1
2018	1
Total: 18 Pesquisas	

Fonte: Elaborado pela autora, por meio dos dados fornecidos pela homepage da CAPES e BDTD (2019).

Pelo revelado, nota-se que as disciplinas foco de estudo de menor quantidade de pesquisas são a Física e Matemática (18), seguida pela Matemática (208), por último a Física (264). Como o objetivo desse capítulo era analisar as pesquisas inovadoras sobre o tema Física e Matemática relacionadas à Cinemática e Função Afim, a seleção dessas produções foi realizada entre as pesquisas que envolvem as duas disciplinas da área de Ciências Exatas, Física e Matemática. No entanto, encontramos apenas 11 pesquisas que retratam na íntegra sobre a temática de Física e Matemática, mas, acrescentamos seis delas no mapeamento da Tabela 6, que constará no subitem a seguir, por acreditarmos serem relevantes para a nossa investigação.

2.2 Mapeamento individual das pesquisas de Física e Matemática

Com a finalidade de complementar pesquisa, averiguar algumas concepções do autor e compreender as contribuições de cada produção, elaborou-se um roteiro que auxilia na seleção de informações essenciais para o mapeamento proposto neste capítulo. Em cada produção, buscou-se processar as questões seguintes: título da pesquisa, nome do acadêmico, ano de conclusão, instituição, orientador, disciplina, concepção de interdisciplinaridade, maneira que se refere à interdisciplinaridade, aportes previstas pelo autor. A seguir, apresentamos as dissertações analisadas através da Tabela 6.

Tabela 6 - Distribuição das dissertações e teses selecionadas por título, autor e orientador.

Autor (ano)	Título (ano)	Orientador	IES
Robson Kleemann	Desenvolvimento de Propostas Metodológicas para o Trabalho Interdisciplinar nas Disciplinas de Matemática e Física (2018)	Vitor José Petry	UFFS
Renato Sérgio Barcelos	Software "Modellus" e Modelagem Matemática: Relacionando Conceitos Matemáticos com Fenômenos da Física (2017)	Teresinha Janice Reichert	UFFS
Ronero Marcio Cordeiro Domingos	Resolução de problemas e modelagem matemática: Uma experiência na formação	Roger Ruben Huaman Huanca	UEP

	inicial de professores de Física e Matemática (2016)		
Ana Paula Stoppa Rabelo	Robótica educacional no ensino de física (2016)	Carine Geltrudes Webber	UFG
Roseli Fornaza	Robótica educacional aplicada no ensino de física (2016)	Mauro Antônio Andreato	UCS
Rogério Cardoso Batista	Um Estudo de Representação de Função Afim em uma perspectiva de Articulação entre Matemática e Física (2015)	José Luiz Magalhães de Freitas	UFMS
Gilmar José do Nascimento	Utilização de conceitos básicos de matemática e experimentos de robótica para a compreensão de fenômenos físicos (2014)	Antônio Romes Borges	UFG
Ana Paula Giacomassi Luciano	A Utilização da robótica educacional com a plataforma <i>Arduino</i> : uma contribuição para o ensino de Física (2014)	Polônia Altoé Fusinato	UEM
Cristiano Pereira da Silva	Grandezas, funções e escalas: uma relação entre a física e a matemática (2013)	Cássio Costa Laranjeira	UNB
Willis Sudário de Lima Neto	O ensino interdisciplinar entre física e matemática: uma nova estratégia para minimizar o problema da falta dos conhecimentos matemáticos no desenvolvimento do estudo da física (2011)	Luiz Eduardo Silva Souza	UNIGRANRIO
Edvaldo Vale de Souza	Objetos de aprendizagem no ensino de matemática e física: uma proposta interdisciplinar (2010)	Gerson Pastre de Oliveira	PUC-SP
Cláudio Torres	A tecnologia da informação no ensino: proposta de utilização da robótica como recurso didático no ensino de física (2010)	Polônia Altoé Fusinato	UEM
José Carlos Nogueira de Carvalho Júnior	Física e Matemática - Uma Abordagem Construcionista: Ensino e Aprendizagem de Cinemática e Funções com Auxílio do Computador (2008)	Sônia Pitta Coelho	PUC-SP
Pedro Estevão da Conceição Moutinho	CTS e a modelagem matemática na formação de professores de física (2007)	Adilson Oliveira do Espírito Santo	UFPA
Getúlio Correa Bulhões	Variedades de contato e Física-Matemática (2006)	Fernando Jorge Sampaio Moraes	UFPE
Douglas Aparecido Nacci Martins	Tratamento Interdisciplinar e Inter-relações entre Matemática e Física: Potencialidades e Limites da implementação dessa Perspectiva (2005)	Célia Maria Carolino Pires	PUC-SP
Marlusa Benedetti da Rosa	A construção do conceito de função em atividades integradas entre a Matemática e a Física (2005)	João Bernardes da Rocha Filho	PUCRGS

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Por meio das análises minuciosas que fizemos nos trabalhos dissertativos e nas teses acreditamos ser indispensável investigarmos a fundo acerca de que física ensinar, quais metodologias deve-se empregar que permitam ao educando uma melhor concepção do mundo e uma formação

cidadã mais apropriadas. Sobre essa adequação de um ensino interdisciplinar, encontramos reforço em Fazenda (1993), ao afirmar que:

[...] essa é uma questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara em seus objetivos e metas a serem atingidos [...]. (FAZENDA, 1993, p. 49).

Para que se tenha uma proposta pedagógica clara, é preciso que a escola oportunize espaços integrados e contextualizados de construção de saberes, incorporando-os a vida do aprendiz de tal forma que este alcance o significado do que se aprende no momento em que isso acontece, e não depois.

Portanto, é importante considerar a vivência e de que forma os educadores lidam com os fenômenos à sua volta e o que movem sua curiosidade, porquanto “o conhecimento da Física em si mesmo não basta como objetivo, ele precisa ser entendido como um meio, um instrumento para a compreensão do mundo podendo ser prático, mas permitindo ultrapassar o interesse imediato” (BRASIL, 2012, p. 25).

Com qualidades próprias para compreender os fenômenos, a Física atenta não somente em entender a representação do real, mas em procurar maneiras diferenciadas de demonstração dessa realidade, através de investigações e experiência, conferindo um sentido ao seu conhecimento. Tal definição encontra reflexão na elaboração e execução de projetos, promovendo competências e habilidades de forma representativa e estruturada.

A leitura de cada uma das 17 produções propiciou o contato com estudos que apontam algumas preocupações e características comuns. Dos trabalhos investigados, 11 são totalmente da área, enquanto seis são parcialmente da área. As pesquisas analisadas, mesmo tendo o mesmo foco da temática pesquisada, apresentam ao longo do texto que o termo interdisciplinaridade não tem um entendimento claro por parte de educadores da educação básica. Isso evidencia, portanto, a importância de um aprofundamento acerca das próprias compreensões de interdisciplinaridade.

São poucos os autores/pesquisadores que procuram apresentar uma concepção propícia de interdisciplinaridade. Sob outra perspectiva, percebe-se a importância, para alguns, de defini-la em diversas visões e estabelecê-la, de modo histórico. Os aportes que estes estudos apresentam, de acordo com seus investigadores, pronunciam a respeito, principalmente, de trazer à tona algumas verificações, entre as quais torna-se importante: realizar mudanças curriculares; e trabalhar a ausência de perceptibilidade que alguns educadores possuem na educação básica, ensino superior ou

pesquisadores de documentos oficiais, têm em relação a seu próprio entendimento de interdisciplinaridade. Outro fator importante é a necessidade de mais tempo para que discentes se reúnam para debater e pensar sobre a temática, bem como a importância de disciplinas que assumam uma postura interdisciplinar nos cursos de Matemática e Física.

Apesar de haver nos documentos oficiais brasileiros orientações a respeito da interdisciplinaridade desde a década de 1990, os trabalhos analisados apontam, de certo modo, que no momento presente as instituições não têm autonomia para assumir uma postura interdisciplinar na reestruturação curricular, sejam estabelecimentos de ensino básico ou de ensino superior. Concordamos com essa afirmação, uma vez que a origem da interdisciplinaridade está nas transformações dos modos de produzir a ciência e de perceber a realidade e, igualmente, no desenvolvimento dos aspectos político-administrativos do ensino e da pesquisa nas organizações e instituições científicas. Mas, sem dúvida, entre as causas principais estão a rigidez, a artificialidade e a falsa autonomia das disciplinas, as quais não permitem acompanhar as mudanças no processo pedagógico e a produção de conhecimento novos (PAVIANI, 2008). Do mesmo modo, são visíveis as dúvidas que os educadores têm acerca dos termos multidisciplinar, pluridisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar.

Portanto, o trabalho de Gilmar José de Nascimento, que tem como título a “Utilização de conceitos básicos de matemática e experimentos de robótica para a compreensão de fenômenos físicos” (2014), é o que mais se aproxima de nossa pesquisa, por conter em seu objetivo principal a possibilitar a compreensão de conceitos físicos na utilização de fundamentos básicos de matemática. Nós também buscamos isso e levamos, assim como Gilmar, as manipulações de laboratórios, interligando-as com os fenômenos que ocorrem na natureza. Outro fator importante é que estudamos também os fenômenos físicos acerca de conceitos matemáticos e os aplicamos a vários tipos de problemas. O que difere de nossa pesquisa é o simples fato de trabalharmos com kits de *Arduino*, enquanto o autor trabalha com o *Lego Mindstorms*. Utilizamos a modelagem matemática para modelar os resultados. Trabalhamos apenas com o MRU, e o autor trabalha com vários tipos de movimentos. Nós usamos outras ferramentas de trabalho, tais como Tinkecard, Excel, Google Forms, Zoom Meeting, para trabalharmos com a interdisciplinaridade, enquanto Gilmar foca simplesmente entre a física, matemática e robótica.

No que se refere às pesquisas com as TIC no processo de ensino-aprendizagem de Matemática e Física, revelam que os educadores têm trabalhado muito pouco com as TIC na integração dessas

duas disciplinas, diante do potencial que ela oferece. No entanto, ambas as disciplinas representam uma grande aliada da interdisciplinaridade, de modo igual às mesmas têm um amplo repertório de recursos disponíveis. Deste modo, em meio a diferentes possibilidades escolhemos alguns desses recursos como: internet, aplicativos: o Excel na criação dos gráficos, o Zoom Meeting para as reuniões digitais e etapa final da sequência didática, tanto como imagens e a utilização da placa de prototipagem *arduino*, para incluir na proposta inerente à pesquisa do Movimento *Maker* na criação do protótipo carrinho “Robô”.

Esses recursos visam facilitar os processos de ensino e de aprendizagem, oferecendo alternativas não convencionais ao processo de ensino, de modo a atuarem como potencializadores das aprendizagens. Essas aprendizagens são importantes, por acreditarmos que é possível que haja motivação dos alunos, bem como a facilitação dos saberes. Além disso, o conteúdo matemático e físico passa a ter significação, deixando de ser abstrato e passando a ser concreto.

Entendemos que a questão do movimento *Maker* é ponto crucial no campo da Educação e para a pesquisa, pois ele vem crescendo em diversos países como uma proposta para o uso das tecnologias digitais em ações que possibilitam construções de projetos, fabricação de objetos, favorecendo a criatividade, o compartilhamento e a colaboração. Além disso, esse movimento tem se destacado na criação de espaços chamados FabLab (Laboratórios de fabricação ou laboratórios fabulosos), laboratórios experimentais e *Makerspace*.

Para tornar estes direcionamentos mais efetivos, consideramos ser importante vincular estas investigações a aportes teóricos como a conceitualização histórica do Movimento *Maker* e sua utilização na Educação e Tecnologia interligada à interdisciplinaridade e à implementação da Robótica Educacional, que servirão de alicerce para as discussões.

Para isso, fundamentamos em alguns autores como Souza Júnior et al. (2015), Costa e Pelegrini (2017), Rodrigues et al. (2016), Blikstein et al. (2015), Santos (2010), Castilho (1994), Fazenda (1993), Stefanello et al. (2013), Carrara (2018), Hachouche (2010), McRoberts (2011), Augustini et al. (2017), Bloom (1964) e Ferraz e Belhot (2010). Ademais, referimos a PBL como uma metodologia didático-pedagógica focada no aluno. Assim, estas abordagens são destacadas no próximo capítulo, intitulado “Movimento *Maker*”.

3 MOVIMENTO *MAKER*

3.1 O Movimento *Maker* – Conceituação Histórica

Os métodos, procedimentos e equipamentos para o processamento da informação e da comunicação surgiram, de acordo com Souza Júnior et al. (2015), no contexto da Revolução Informática ou Terceira Revolução Industrial, criados gradativamente desde a segunda metade de 1970 e nos anos de 1990. Tais tecnologias otimizaram e tornaram o conteúdo da comunicação menos concreto, através do processo de digitalização e da comunicação em redes, usada para captar, transmitir e distribuir informações, que podem ser sob a forma de texto, imagens, vídeo ou áudio. Assim, acredita-se que o surgimento destas novas tecnologias e o modo como foram empregadas por governos, empresas, pessoas e sectores sociais tornaram possível o surgimento da Sociedade da Informação.

Os conteúdos procedimentais e atitudinais necessitam ser ensinados de diferentes maneiras dos demais, afinal, eles estão presentes no cotidiano escolar. Por isso, é importante ressaltamos que o Movimento *Maker*, de acordo com Costa e Pelegrini (2017), tem sido norteado por quatro princípios

básicos: o livre compartilhamento de novas invenções, a ascensão da cultura do aprendizado colaborativo, a confiança na autossuficiência da comunidade e uma responsabilidade para com as práticas de produção sustentável.

No entanto, Kohtala (2016) ressalva que estas são somente suposições e premissas, uma vez que o Movimento *Maker*, tido como um conjunto de comunidades, ainda não é totalmente sólido, bem como a compreensão acerca dos novos métodos de produção, haja vista que estas ainda são muito dependentes das narrativas dos grupos e indivíduos.

Rodrigues et al. (2016) afirmam que o Movimento *Maker* está relacionado com uma proposta de aprendizagem embasada na autonomia do “faça você mesmo” e da criatividade, explorando a utilização da criatividade, do trabalho em equipe, da postura empreendedora e do desenvolvimento das habilidades de inovação, aspectos importantes na formação educacional.

O Movimento *Maker*, já na concepção de Costa e Pelegrini (2017), pode ser analisado como um segmento da cultura *DIY* (*do it yourself*) ou “faça você mesmo”, que é baseada em métodos de criação, fabricação, modificação e restauração de alguma coisa, com a utilização de ferramentas e equipamentos tradicionais ou digitais. Os projetos a serem desenvolvidos podem ser elaborados em plataformas virtuais, através da produção entre pares ou ainda em espaços físicos.

Blikstein et al. (2015) afirmam que o Movimento *Maker* educacional, no Brasil, ainda está em fase inicial, mas que já existem algumas iniciativas de sucesso que podem servir de inspiração para outras escolas. É o caso da Escola Municipal Presidente Tancredo de Almeida Neves, localizada em Ubatuba (SP), que em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), realizou o Projeto UbatubaSat, criado pelo professor Cândido Osvaldo Moura, no qual os alunos do ensino fundamental construíram um pequeno satélite, chamado Tancredo-1, que foi lançado, de fato, em 2016, do Centro Espacial de Tanegashima, Japão, e permaneceu mais de 10 meses em Órbita.

Outro projeto de sucesso, desenvolvido na Escola Estadual Tristão de Barros, em Currais Novos (RN), aliou o descarte consciente de lixo eletrônico e a construção de aparelhos que ajudassem na mobilidade de pessoas com necessidades especiais. Nessa ação, foi construída uma cadeira motorizada com peças que foram reutilizadas e uma bengala que possuía sensores que ativam uma pulseira vibratória, ajudando assim, a alertar um deficiente visual quando este estaria diante de obstáculo.

3.2 O movimento *Maker* aplicado à educação – utilizando o conceito do “faça você mesmo” em robótica e tecnologia

O movimento do “faça você mesmo”, segundo Blikstein et al. (2015), já é bem estabelecido nos Estados Unidos e na Europa e começa a se expandir no Brasil. Em inglês, o movimento é denominado *Do-It- Yourself Movement* (DIY) ou apenas *Maker Movement*. Ele possui três pilares comuns: a programação, a engenharia e o design. O movimento surge mundialmente dentro e fora das escolas, se organizando em torno de oficinas, sites, eventos, publicações especializadas e redes.

Costa e Pelegrini (2017) salientam que a cultura *maker* e a propagação de novas tecnologias de fabricação digital podem promover novos cenários para a educação, a pesquisa e o desenvolvimento, a produção e a distribuição de produtos.

Nessa perspectiva, Santos (2010) explica que a robótica educacional se trata da manipulação e do controle de equipamentos eletroeletrônicos, que juntamente com o computador, são capazes de realizar a interação com o meio social, por meio de ações programadas no ambiente interdisciplinar, originando experiências de aprendizagem para os alunos, nas diversas linguagens de programação.

Blikstein (2015) explicam que o movimento *Maker* se dispõe a produzir ambientes criativos nos quais são idealizados e criados os mais variados produtos. São exemplos os laboratórios de fabricação digital, ou *fablabs*, oficinas montadas em universidades e escolas, em lugares públicos ou privados, completos com diversos equipamentos impressora 3D, cortadora a laser, entre outros. Segundo os autores, existe um movimento internacional, denominado *Fab Education*, que fornece suporte para que escolas construam *fablabs*, fomentando assim, o aprendizado integrado das disciplinas como ciências, tecnologia, engenharia e matemática. No Brasil, a associação *Fab Lab Brasil Network* foi fundada para dar apoio à implementação de novos laboratórios, conectando instituições parceiras e promovendo atividades da rede no território nacional.

Costa e Pelegrini (2017) complementam que estes grupos estão em expansão no Brasil, representando uma possibilidade de desenvolvimento social e econômico. Nas escolas nacionais e nos laboratórios livres e abertos à comunidade, a propagação da cultura *maker* estimula o aprendizado por meio de projetos em áreas como a robótica, o design, a programação e a engenharia, promovendo novas capacidades e habilidades.

Nesse sentido, Blikstein et al. (2015) concluem que o movimento *Maker*, em seu sentido educacional, visa proporcionar aos estudantes a oportunidade para a criação de projetos, operação de

robôs e dispositivos, deixando-os mais motivados, melhorando sua autoestima e desenvolvendo suas habilidades em trabalhar em grupo, resolver problemas e de se comunicar. Ao errar, acertar e experimentar, os alunos assumem a chamada “atitude *maker*”, não apenas na escola, mas também na vida, tornando-se capazes de resolver diversas questões.

3.3 Robótica Educacional e a Interdisciplinaridade

Os robôs saíram da ficção científica para fazer parte da vida moderna de forma cada vez mais intensa. Castilho (1994) afirma que os sistemas robotizados fazem parte de nossas vidas há muito tempo. Para este autor, os robôs são hoje realidades fantásticas programadas para se adaptar ao ambiente e interatuar com o meio e são desenvolvidos a serviço do homem. O autor faz referência à palavra robótica ao estudo e à manipulação de robôs e ainda afirma que a robótica educacional é voltada a projetos educacionais envolvendo atividades de construção e manipulação de robôs, com o objetivo de conceder ao educando um ambiente de aprendizagem no qual o aluno possa apresentar seu raciocínio, sua criatividade e seu conhecimento de diferentes áreas do conhecimento, podendo ser uma importante ferramenta interdisciplinar.

Recentemente, a robótica mostra-se como uma área tecnológica e apontada para o aprendizado como uma ferramenta que tem potencial de possibilitar um ensino em que as áreas do conhecimento se comunicam e são trabalhadas num mesmo projeto educativo e, ao mesmo tempo, promove um ensino interdisciplinar com base na construção de um ambiente de aprendizagem que abrange um grande número de pessoas.

A robótica, por propiciar diálogos nas diferentes áreas do saber, se torna um importante campo a ser explorado na esfera da educação. Seus projetos submergem situações de aprendizagem pela resolução de problemas que permitem o rompimento com a perspectiva fragmentada do currículo escolar, levantando temas para a discussão que articulam a interdisciplinaridade nas diferentes áreas do conhecimento, tornando os educandos ativos no processo de aprendizagem.

A interdisciplinaridade, segundo Fazenda (1993), se torna positiva perante o conhecimento que inclui mudança de comportamento e tomada de decisão e, por esse motivo, oportuniza a cooperação, trabalho, diálogo entre as pessoas, entre as disciplinas e entre outras formas de saberes. Esta autora afirma que a característica da atitude interdisciplinar é a ousadia da busca, da pesquisa, é a transformação da insegurança no exercício do pensar.

Para uma melhor compreensão a realidade de ciências, é preciso trabalhar em grupo e que se busque trabalhar um projeto interdisciplinar que possa transmitir um novo conhecimento prático ou teórico para os problemas da educação.

A robótica se torna uma ferramenta importante para promover a interdisciplinaridade, pois, acreditamos que ela contribui com aplicações práticas de diferentes conteúdos e também por estabelecer relações como conceitos de diferentes áreas do conhecimento. Além disso, por intermédio dela, o educando pode formular seu conhecimento através dos relatos de experiências, explanação de observações e análise dos resultados, o que pode ajudar na compreensão das relações entre conceitos e conteúdo.

A construção do conhecimento através da Robótica Educacional, segundo Stefanello et al. (2013), se dá através da utilização de investigações construções e simulações, objetivando a estimulação prática do conteúdo assimilado em sala de aula como maneira de garantir a aprendizagem. Concordamos com este autor quando ele afirma que a robótica educacional também contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades no educando, como o raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações interpessoais e a devida utilização e relação de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento.

Do ponto de vista, de Stefanello et al. (2013), a robótica comprova ser um importante instrumento de uso escolar e serve como um recurso para o incremento de inteligência e como veículo de aprendizagem. Ela pode promover uma maneira diferenciada de trabalhar conceitos disciplinares favorecendo, assim, a interdisciplinaridade de diferentes áreas do saber.

3.4 Implementação da Robótica Educacional com a utilização do *Arduino*

A robótica pode ser definida como uma área em que existe uma interação entre o homem e a máquina, sendo uma área multidisciplinar, por estabelecer uma interação entre várias disciplinas, como a matemática, a física, a química, a biologia e a geografia, como preconiza Santos (2010).

Carrara (2018) afirma que o precursor do termo robô foi Karel Capek, novelista e escritor de uma peça teatral da Tchecoslováquia, que utilizou a palavra “robota”, que significa serviço compulsório ou atividade forçada, pela primeira vez em 1920, dando origem à palavra *robot*, em inglês, que foi traduzida para o português como “robô”. Vários filmes de ficção científica trazem robôs com o comportamento e formas humanas, induzindo jovens a pesquisarem e criarem robôs para o mundo real.

A partir do surgimento dos computadores, começaram as especulações sobre a um robô ser capaz de pensar e agir como um ser humano. Entretanto, os robôs foram criados, principalmente, para realizar tarefas perigosas ou difíceis para o ser humano, não sendo construídos com a capacidade para criar ou executar ações para as quais não fossem programados. Com a utilização do *Arduino*, é possível criar projetos robóticos, pois, o *Arduino* é uma placa eletrônica projetada para ser usada em diversos lugares diferentes e sem muitas complicações. Seu design é completamente *open-source*, ou seja, qualquer um pode copiar modificar e criar novos componentes baseados nele.

Pode-se dizer que o *Arduino* é um “pequeno computador”, montado em uma única placa eletrônica. Seu hardware e software juntam diversos componentes que facilitam o uso para pessoas que não são especialistas na área, além de dar as ferramentas necessárias para que elas sejam capazes de desenvolver projetos que envolvem eletrônica e robótica.

Hachouche (2010) complementa que o *Arduino* foi criado com o intuito de facilitar o aprendizado e permitir a prototipação e o desenvolvimento de projetos a um custo baixo, além de não precisar de muitos conhecimentos em eletrônica. Tais fatores foram primordiais para que o *Arduino* se tornasse mundialmente popular, não apenas para os desenvolvedores mais experientes, como também para os iniciantes.

Segundo Rodrigues et al. (2016), a Robótica Educacional existe em diversas escolas no mundo. No Brasil, ela vem crescendo de forma gradativa, como bem observado acima, quando foram apresentados exemplos de projetos desenvolvidos em escolas públicas brasileiras. Nas aulas de robótica, o aluno é incentivado a trabalhar, de modo colaborativo, na montagem dos projetos e na utilização da linguagem de programação, priorizando o trabalho em equipe com respeito às diversidades do grupo.

Ao utilizarmos nas aulas de Robótica o Movimento *Maker*, que tem como objetivo principal fazer com que cada um crie e construa os mais diversos tipos de objetos e projetos com suas próprias mãos, e introduzirmos a Matemática e a Física e como metodologia a PBL, incentivaremos os educandos a construir seu próprio conhecimento, e assim modificando a função do educador para facilitador, perceberemos que ambos contribuem para o que propomos neste trabalho.

Segundo Zilli (2004), quando se trabalha com a robótica educacional, é possível desenvolver o raciocínio lógico, a utilização de conceitos de variadas disciplinas, as relações interpessoais, a investigação, a pesquisa, a comunicação, a representação, a solução de problemas através de erros e acertos e principalmente o uso da criatividade em situações distintas.

Nessa perspectiva, Santos (2010) explica que a robótica educacional corresponde a uma manipulação e controle de equipamentos eletroeletrônicos, que juntamente com o computador, são capazes de realizar a interação com o meio social, por meio de ações programadas no ambiente interdisciplinar, originando experiências de aprendizagem para os alunos, nas diversas linguagens de programação.

McRoberts (2011) explica que para programar o *Arduino*, é preciso utilizar o IDE (*Integrated Development Environment*) do *Arduino*, que é um software livre no qual é escrito o código na linguagem compreendida pelo *Arduino*. O IDE permite a inscrição de um programa de computador ou um conjunto de instruções detalhadas, das quais é feito o *upload*⁶ para o *Arduino*, que executará essas instruções, de acordo com o que estiver conectado a ele. No mundo do *Arduino*, os programas são conhecidos como *sketches*, que significa rascunho ou esboço.

Hachouche (2010) complementa que o circuito interno do *Arduino*, quando é conectado a uma porta USB⁷ do computador, é alimentado por uma tensão contínua de 5 V. Por meio dessa conexão, é fornecida a alimentação e a comunicação de dados. Se necessário, é possível usar uma fonte de alimentação externa que abasteça uma saída contínua entre 7.5 V e 12 V com um plug P4⁸, ou ainda conectar essa fonte diretamente na placa, por meio de pinos Vin⁹ e Gnd¹⁰. Geralmente, os 5V liga ao circuitos em protoboard. Esta tensão pode ser proveniente do conector de entrada, passando pelo regulador de voltagem, do cabo USB ou de uma fonte externa ligada no pino VIN, que é um pino interessante.

Se usarmos uma fonte externa de, por exemplo, 12V via conector de entrada, neste pino teremos os mesmos 12V. É uma alternativa para alimentar outros dispositivos que necessitem de mais de 5V. Entretanto, neste pino teremos o mesmo valor da fonte de entrada. Porém, se você entrar com uma fonte externa diretamente neste pino, como por exemplo 15V, o regulador de voltagem irá reduzir para os 5V necessários ao microcontrolador. É uma forma

⁶ é um termo da língua inglesa com significado referente à ação de enviar dados de um computador local para um computador ou servidor remoto, geralmente através da internet.

⁷ é a sigla em inglês de *Universal Serial Bus* (“Porta Universal”, em português), um tipo de tecnologia que permite a conexão de periféricos sem a necessidade de desligar o computador, além de transmitir e armazenar dados.

⁸ O Plug P4 é um componente muito utilizado para fazer ligações elétricas em diversos equipamentos, atuando como um intermediador entre o dispositivo a ser ligado e a fonte de alimentação.

⁹ Pino para alimentar a placa através de shield ou bateria externa. Quando a placa é alimentada através do conector Jack, a tensão da fonte estará nesse pino.

¹⁰ Pinos de referência, terra.

alternativa de entrar com energia sem usar o conector de entrada. No entanto, o GND são dois pinos conhecidos como terra (*ground*), responsáveis por fechar o nosso circuito.

3.5 Educação e tecnologia

Souza Júnior et al. (2015) explanam que em meados do século XX, as Tecnologias de Informação e Comunicação tiveram destaque, podendo ser definidas como um montante de recursos tecnológicos, usados de maneira integrada, tendo um objetivo comum.

Santos (2010) define que as TIC se tratam de um conjunto de meios tecnológicos integrados entre si, que possibilitam a automação e a comunicação entre as várias atividades profissionais, sendo responsáveis por agrupar, disseminar e partilhar informações, dentre as quais é possível citar: a informática, a telefonia, os sites da *web*, dentre outros.

Ainda nessa temática, Souza Júnior et al. (2015) afirmam que a aplicação das TIC na formação de professores é um conceito atual, graças ao movimento contemporâneo no que se refere à cultura digital. Desse modo, os futuros professores precisam ter conhecimento sobre as TIC, pois essas tecnologias possibilitam a utilização de instrumentos tecnológicos que podem ser usados em benefício do processo de ensino-aprendizagem.

Santos (2010) elucida que a utilização destes recursos torna possível que pessoas em regiões muito distantes tenham acesso à educação, por meio da TV, do rádio, do computador ou da *internet*. Os sistemas e ferramentas tecnológicas não são simplesmente meios de transmitir informações, pois vão além dos convencionais equipamentos e meios de comunicação, oferecendo um poder de interação maior entre os participantes.

Agustini et al. (2017) ressaltam que é preciso ensinar as habilidades digitais para as novas gerações, de modo que elas possam usufruir de todas as oportunidades provenientes de um mundo cada vez mais *maker*, ou seja, de produção autoral e pessoal.

As novas tecnologias digitais de produção, juntamente com as redes de criação colaborativa e com os movimentos de comunidade de base digital, apresentam um potencial de promover as inovações tão necessárias no Brasil. Costa e Pelegrini (2017) afirmam que elas são capazes de favorecer o empreendedorismo, possibilitando a criação de práticas educacionais e de produção e novos modelos de relações de trabalho, resultando em possibilidades concretas de inovação social e econômica no país.

Segundo Bloom (1944, 1972) apud Ferraz e Belhot (2010), é comum reconhecer que a capacidade de aprendizagem humana é diferente entre uma pessoa e outra e, durante muito tempo, acreditou-se que o motivo pelo qual uma parte dos discentes tinha um desempenho melhor do que outros tinha relação com as circunstâncias e variáveis viventes além do ambiente educacional e que, em condições iguais de aprendizagem, todos conseguiriam aprender o conteúdo do mesmo modo. No entanto, Bloom (1964) corroborou, em seus estudos, que em condições iguais de ensino, sem considerar as variáveis alheias ao ambiente educacional, todos os alunos aprendiam, mas em níveis diferentes de profundidade e assimilação do conhecimento obtido.

Com base nessa reflexão, ressalta-se a importância do conhecimento do professor sobre os temas a serem trabalhados, bem como sobre a utilização de diversas metodologias, com vistas a promover uma aprendizagem a mais significativa possível para todos os alunos. Assim, Souza Júnior et al. (2014) destacam que essa é a função da escola: refletir sobre a cultura, simplificar o acesso às novas tecnologias, de modo a promover uma formação global dos alunos. A escola precisa ser um espaço que promova a produção de conhecimentos e o intercâmbio social, dando oportunidade para a formação de indivíduos críticos, participativos e solidários.

Ferraz e Belhot (2010) complementam, ao salientar a importância de um planejamento adequado do trabalho a ser desenvolvido, que se trata de uma explanação clara a respeito dos resultados e das competências que os professores gostariam que seus educandos atingissem antes de, necessariamente, conhecerem determinados assuntos. Além disso, esses assuntos precisam estar relacionados ao conteúdo e ao modo como serão trabalhados.

3.6 *Problem Based Learning* – PBL ou Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP

A *Problem Based Learning* (PBL) é definida, de acordo com Burckhardt (2004), como sendo uma estratégia de ensino que tem em vista a promoção do aprendizado ativo. Em razão de suas características de aplicação, a PBL é tida como uma das mais interessantes e eficazes metodologias educacionais que surgiu nos últimos 30 anos, tendo origem no começo dos anos de 1970, na Escola de Medicina da Universidade McMaster, no Canadá. Hoje em dia é adotada pelas mais conceituadas universidades internacionais. Ainda que a prática da PBL tenha se desenvolvido em escolas médicas e profissionais, as demais ciências, em geral, inclusive as ciências humanas, já estão começando a utilizá-la.

A PBL é uma metodologia didático-pedagógica focada no aluno, conforme explica Burckhardt (2004), sendo caracterizado como um procedimento de aprendizado colaborativo no qual grupos de estudantes, orientados pelo professor, aprendem o conteúdo por meio da resolução de problemas.

Para Lorenzoni (2016), a PBL é uma estratégia de aprendizagem ativa focada no estudante, que se baseia em problemas, partindo de uma questão desafiadora, que pode ser proposta pelo professor ou pelos próprios alunos. Uma vez proposta essa estratégia de ensino aos estudantes, é fundamental que o grupo se reúna, a fim de apanhar o que já sabem sobre o tema, o que desejam resolver e o que necessitam aprender para chegar à solução.

Borochovicius e Tortella (2014) citam os sete passos a serem desenvolvidos pelos estudantes na Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP:

Como um ciclo de aprendizagem que se inicia em grupo, com a leitura da situação-problema proposta pelo docente. Os termos que porventura não estejam claros devem ser tratados e inteiramente compreendidos pelos participantes, havendo consenso quanto à interpretação às expressões do texto. O grupo deve identificar e definir os conceitos a serem investigados para posterior análise do problema, considerando os conhecimentos prévios existentes de cada membro do grupo, debatendo livremente o tema com base nas experiências individuais. O grupo estrutura e sistematiza os diversos aspectos debatidos com propostas de pesquisa, identificando os objetivos de aprendizagem. O ciclo dentro do grupo é interrompido para que, individualmente, os elementos possam pesquisar e adquirir os conhecimentos necessários para que os objetivos sejam alcançados. Uma vez que os alunos tenham encerrado o seu período de estudo individualizado, devem voltar a se reunir para socializar os resultados que foram obtidos, justificando suas análises fundamentadas na bibliografia encontrada. Por fim, o grupo deve formular uma proposta sistematizando as informações que foram anteriormente debatidas. (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014, p. 275).

Burckhardt (2004) complementa que a técnica da PBL é baseada no conceito de que o conhecimento é lembrado de forma mais efetiva quando inserido em um contexto de aprendizagem e que a aquisição e integração efetiva de novos conhecimento acontece quando são buscados conhecimentos anteriores. Na prática da PBL, o aluno está envolvido ativamente no processo de aprendizagem desde o começo e deve relacionar todos os conhecimentos novos com os conhecimentos prévios, a fim de atingir os objetivos descritos por cada problema.

Para Burckhardt (2004), a PBL relaciona vários princípios conhecidos para a melhoria do aprendizado, tais como: participação ativa do aluno, colaboração, o recebimento de feedback instantâneo e a abordagem das preferências de aprendizagem dos alunos por meio da auto-avaliação. Os alunos atingem níveis elevados de compreensão e conhecimento, além de melhores competências sociais, devido ao fato de aprenderem por meio de problemas e situações contextualizadas, sendo um trabalho de dinâmica em grupo e ao mesmo tempo de investigação independente.

BorochoVICIUS e Tortella (2014) afirmam que:

O método da ABP se configura como uma estratégia educacional e uma filosofia curricular, em que os discentes autodirigidos constroem o conhecimento de forma ativa e colaborativa e aprendem de forma contextualizada, apropriando-se de um saber com significado pessoal. Não é um método que possa ser utilizado de forma isolada em determinadas disciplinas e está fundamentado nos princípios sobre os quais se baseia o processo de aprendizagem, com implicações e determinações sobre todas as dimensões organizacionais do processo educacional. (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014, p. 273).

Lorenzoni (2016) relembra que nesse tipo de metodologia, o professor atua como instrutor, orientando o trabalho da turma até o alcance dos resultados. Para que seja aplicada a metodologia da PBL, a aula deve iniciar-se com o professor propondo um grande desafio, que pode ser dividido em desafios menores. Após elencarem o que já conhecem sobre o tema e o que ainda necessitam descobrir, os alunos vão relatar o problema a ser solucionado por escrito. Uma vez que esse relato guiará sua pesquisa, o professor pode auxiliar a explicar com clareza o desafio.

Burckhardt (2004) ressalta a importância de focar na organização do conteúdo curricular no que se refere aos cenários nos quais são propostos os problemas, e não necessariamente em assuntos ou disciplinas. Os alunos, ao se organizarem em grupos ou times, podem solucionar e gerenciar as situações problema, mas não se deve esperar que seja adquirida apenas uma série respostas corretas, haja vista que é uma atividade que envolve tentativa e erro. O que se espera dos alunos nessa metodologia é que se engajem na situação apresentada e determinem quais informações os educandos necessitam para aprender e quais habilidades devem adquirir de modo a gerenciar a situação de maneira efetiva. É possível oferecer ao aluno, através da PBL, oportunidades de exploração de uma vasta quantidade de informações, com o intuito de relacionar o aprendizado com suas próprias necessidades, encorajando-os a desenvolver a independência em investigação.

Após definida e escrita a tarefa, Lorenzoni (2016) aponta que o próximo passo é a busca dos grupos por possíveis soluções e de esclarecer quais ações são necessárias para comprovar a veracidade dessas soluções. Nessas ações podem estar envolvidas a leitura de textos sobre o assunto, uma entrevista com algum especialista, o levantamento de materiais necessários, entre outras. Desse ponto em diante, são realizadas atividades de tentativa e erro, caso haja a falha de uma hipótese, os alunos retornam alguns passos e tentam outro caminho. Ao encontrar a solução, esta é apresentada junto com a pesquisa e os processos que conduziram os alunos até a mesma.

Tendo em vista que o trabalho é realizado em um grupo heterogêneo e aberto, Souza Junior (2000) afirma que este tipo de equipe contribui para a formação de um ambiente de aprendizagem

individual e coletivo bastante rico, no qual o aluno, com a utilização de suas ideias, imaginações e conhecimentos, colabora para o desenvolvimento do trabalho em conjunto, proporcionando um espaço de aprendizagem tanto para professores quanto para alunos.

BorochoVICIUS e Tortella (2014) concluem que com a utilização desse método, é preciso que o aluno desenvolva a habilidade de descobrir e utilizar informações, construindo suas próprias aptidões para solucionar problemas e aprender o conteúdo necessário.

3.7 Prática Educativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi elaborada por David Ausubel na década de 60 do século 20 (AUSUBEL, 1963). Conceitualmente, a aprendizagem significativa é o processo pelo qual uma informação nova associa-se a uma outra especificamente relevante já existente na estrutura de conhecimento do indivíduo. Esse processo envolve a interação da nova informação com um conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor (AUSUBEL, 1963), pertencente à estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 2014). Segundo Ausubel (1963), para que a aprendizagem seja significativa, uma nova informação precisa se ancorar de maneira substantiva, e não arbitrária, no que o aprendiz já sabe. O termo substantiva deve ser entendido como não literal, não ao pé da letra, de forma que faça sentido para o aprendiz. A expressão não arbitrária manifesta que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com um conhecimento considerado importante pelo aluno, já existente em sua estrutura cognitiva. Seja por recepção ou por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios do aprendiz e da interação com eles.

Os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva dos indivíduos podem possuir natureza conceitual, procedimental e atitudinal. Aparentemente, essa classificação é simples; no entanto, carrega grande força pedagógica, pois diferencia os conhecimentos em conteúdos de aprendizagem, segundo o uso que deles se deve fazer. Assim, há conteúdos que é preciso “saber” (conceituais), conteúdos que é necessário “saber fazer” (procedimentais) e conteúdos que formam o “ser” (atitudinais) (ZABALA, 1999).

Entendemos que a formação de competências nos alunos será mais bem-sucedida se as diferentes naturezas dos conteúdos forem lecionadas de forma complementar e concomitante, pois dessa forma, os aprendizes tornam-se aptos a relacionar os conhecimentos científicos ao uso social dos saberes escolares. A classificação triádica dos conteúdos de aprendizagem foi descrita por Coll

(1986) e desde então foi desenvolvida por vários pensadores da área, entre os autores Coll e Valls (2000), Zabala (1998) e Pozo e Gómez Crespo (2009). A Tabela 7 mostra como esses pesquisadores consideram a composição dos conteúdos curriculares.

Tabela 7 - Posição dos Conteúdos no Currículo.

Tipos de Conteúdos	Mais Específicos	<->	Mais Gerais
Conceituais	Fatos/Dados	Conceitos	Princípios
Procedimentais	Técnicas		Estratégias
Atitudinais	Atitudes	Normas	Valores

Fonte: Pozo; Gómez Crespo (2009, p. 28).

De acordo com o descrito por Pozo e Gómez Crespo (2009) no Tabela 7, os conteúdos conceituais são constituídos por fatos e/ou dados, conceitos e princípios; os procedimentais, por técnicas e estratégias; e os atitudinais, por atitudes, normas e valores. Grosso modo, a aprendizagem dos constituintes específicos de cada conteúdo (fatos/ dados, técnicas e atitudes) deve ser o passo inicial no percurso que leva à aprendizagem dos constituintes intermediários (conceitos e normas) e gerais (princípios, estratégias e valores). Na sequência, discorreremos com mais detalhes sobre a composição de cada conteúdo curricular (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009).

3.8 Conteúdo Conceitual

Fatos, conceitos e princípios são consubstanciais, pois têm naturezas declarativas ou verbais. Zabala (1998) os diferencia, descrevendo que: os factuais são fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares/pontuais. Exemplos deles seriam a idade de uma pessoa, a data da conquista de um território, a localização ou altura de uma montanha, os nomes, os códigos, os axiomas etc. Os conceitos são acepções de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns. Como exemplos, temos saber o que é mamífero, densidade, impressionismo, função, sujeito, romantismo, demografia, nepotismo, cidade, potência, concerto, cambalhota etc. Os princípios são inferências sobre os fatos, objetos ou situações em relação a outros fatos, objetos ou situações, que normalmente constituem relações de causa-efeito ou de correlação. Por exemplo, leis ou regras que relacionam demografia e território, normas de uma corrente arquitetônica ou literária, conexões que se estabelecem entre diferentes axiomas matemáticos etc.

Ante essas definições, conhecer um dado ou um fato é diferente de dar-lhe significados. Os dados precisam ser relacionados numa rede de significados que explique porque eles ocorrem e que consequências têm. Essa rede de significados é descrita nas formas de conceitos e proposições conceituais. Os princípios são a coordenação de conceitos estruturais gerais resultantes da superordenação na organização conceitual de uma área (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009).

3.9 Conteúdo Procedimental

Conceitos, procedimentos e atitudes pertencem a naturezas cognitivas distintas, dado o pluralismo multifuncional da mente (LABURÚ et al.; 2013), isso sem dizer dos perfis intelectuais múltiplos dos indivíduos com desempenhos desiguais (GARDNER, 1995). Os conteúdos procedimentais têm natureza prática por excelência e precisam ser ensinados de maneiras distintas dos demais.

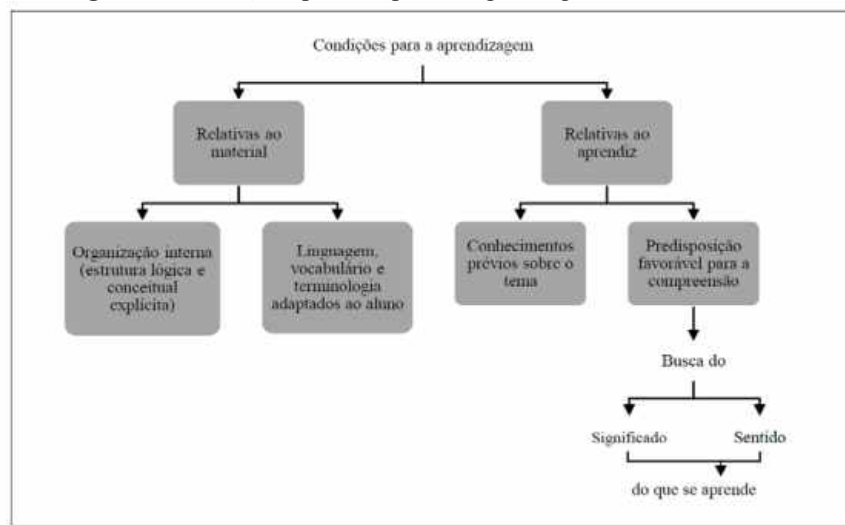
Segundo Coll e Valls (1998, p. 77), procedimentos são “ações ordenadas, orientadas para a consecução de uma meta”. Apesar de no cotidiano escolar entender-se mais que o conteúdo procedimental está relacionado, apenas, às habilidades técnicas (técnicas de medição, leitura e operacionalização de aparelhos, realização de manipulações práticas, em geral, e desenvolvimento de destrezas para sua realização), ele admite também as estratégias de raciocínio e aprendizagem. Enquanto a técnica é uma rotina automatizada devido à prática repetida, as estratégias envolvem planejamento e escolha das técnicas a serem empregadas diante das situações do dia a dia. Para Pozo e Gómez Crespo (2009), técnicas e estratégias são complementares, pois o uso eficaz de uma estratégia depende, em grande medida, do domínio das técnicas que dela fazem parte.

Zabala (1999) amplia a discussão sobre a caracterização dos conteúdos procedimentais e defende que um procedimento pode ser de essência motora (saltar, perfurar, recortar etc.) ou cognitiva (inferir, ler, traduzir etc.); pode depender de poucas ações (perfurar, calcular, traduzir etc.) ou de muitas ações (observar, ler, desenhar etc.); pode precisar de uma sequência de ações exatas/algorítmicas (abotoar, somar, procurar uma palavra no dicionário etc.) ou não, sendo considerado heurístico (classificar, ler, aprender etc.). Segundo o autor, todo conteúdo procedimental é enquadrado em, pelo menos, uma dessas caracterizações.

3.10 Aprendizagem Significativa Conceitual

Segundo Zabala (1998) e Pozo e Gómez Crespo (2009), uma pessoa aprende um conceito quando consegue dar-lhe significado. Dar-lhe significado seria equivalente a traduzi-lo com suas próprias palavras ou parafraseá-lo (PERUCCI, 2015; HERNANDES, 2018). O aprendizado de um conceito torna o aprendiz capaz de usá-lo na interpretação, na compreensão e na exposição de outros fenômenos ou situações. Ausubel et al (1978) afirmam que para a aprendizagem significativa de conceitos acontecer, o material e o aprendiz precisam cumprir certas condições, conforme Figura 2.

Figura 2 - Condições para a Aprendizagem Significativa Conceitual.



Fonte: Adaptado de Pozo e Gómez Crespo (2009, p. 85).

De acordo com a Figura 2, a aprendizagem significativa de conceitos depende de o material de ensino possuir organização interna (estrutura lógica e conceitual) e linguagens, vocabulários e terminologias adaptadas aos alunos. Em relação ao aprendiz, ele deve ter subsunçores sobre o tema e estar predisposto a aprender. Sobre a organização do material, Ausubel et al (1978) salientam que ele deve estar disposto sequencialmente, aproveitando-se das dependências hierárquicas naturais que possui dentro de uma rede conceitual.

Com relação ao uso de material com linguagens adaptadas aos estudantes, Laburú e Silva (2011) contribuem, argumentando que, além da linguagem verbal, a gráfica, a diagramática, a experimental, a tridimensional e a figurativa, entre outras, devem ser empregadas em situações de ensino e aprendizagem, tendo em vista que, ao utilizar os multimodos de representar um mesmo conceito, aumenta-se o potencial de aproximação que este conceito pode ter junto à estrutura

cognitiva do aprendiz, pois proporciona o aproveitamento das dimensões psicológicas e os estilos subjetivos de aprendizagem de cada estudante.

Além disso, a aprendizagem pode ser dos conceitos e princípios:

Os conceitos e os princípios são termos abstratos. Os conceitos são conjuntos de fatos, objetos ou símbolos que têm atributos comuns, no entanto, quanto aos princípios podemos dizer que ele se refere às mudanças que estabelecem num fato, objeto ou situação em relação a outros acontecimentos, objetos ou situações que normalmente descrevem relações de causa efeito ou de correlação. (ZABALA, p. 42, 1998).

Esse tipo de aprendizagem, seja de conceitos ou princípios, tem que ser o mais significativa possível, de forma a provocar um verdadeiro processo de preparação e construção pessoal do conceito, ou seja, o aluno tem que ser capaz de interpretar, compreender e expor conceitos (ZABALA, 1998).

Outro tipo de aprendizagem é a dos conteúdos procedimentais: “Um conteúdo procedimental (...) é um conjunto de ações ordenadas e com um fim, quer dizer, dirigidas para a realização de um objetivo. São conteúdos procedimentais: ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, saltar, inferir, espetar etc.” (ZABALA, p. 43, 1998). Os conteúdos procedimentais apresentados e desenvolvidos nessas atividades são: A realização de ações que formam os procedimentos é uma condição *sine qua non* para aprendizagem, essas ações são necessárias para que ocorra a aprendizagem dos conceitos e princípios (ZABALA, 1998).

Sendo assim, quando falamos de conteúdos da aprendizagem, seus significados são ampliados para além do que ensinar, seu sentido encontra-se na indagação sobre por que ensinar. Isto posto, os objetivos educacionais são envolvidos e acabam por definir suas ações no âmbito real do ambiente de aula. Na verdade, esses conteúdos adotam o papel de envolvimento de todas as dimensões da pessoa, e por fim, caracterizam as seguintes tipologias de aprendizagem: factual e conceitual (o que se deve aprender?); procedimental (o que se deve fazer?); e atitudinal (como se deve ser?). Para o Ensino da Física e Matemática, essa caracterização dos conteúdos parece apontar avanços, na medida em que chama atenção para a dimensão conceitual, bem como operacionaliza o antigo conceito denominado afetivo (atitudinal), tradicionalmente desenvolvido em nossa área de maneira espontaneísta.

4 ROBÓTICA EDUCATIVA E MODELAGEM MATEMÁTICA

Neste capítulo, abordaremos conceitos de Robótica Educativa e de Modelo Matemático, Modelagem Matemática e o processo para alcance de um modelo proposto por Biembengut. As principais referências são Cruz (2013), Zilli (2004), Pereira (2009), Oliveira (1997) e Papert (1985) além de Almeida et al (2012), Bassanezi (2011), Biembengut e Hein (2011), Bertone et al (2014) e Flemming et al (2005).

4.1 Robótica Educativa

A Robótica nasceu bem antes do século XX, com projetos relevantes e criações autpropulsionadas feitas pelo homem. Documentos mostram que essa visão de máquinas que move por si mesmo vem se aprimorando a partir dos antigos engenheiros gregos de Alexandria. Encontramos textos produzidos como *Pneumática e Automata*, de Heron de Alexandria, que confirmavam a existência de centenas de diversos tipos de máquinas como maravilhas capazes de movimento automatizados (CRUZ, 2013, p. 2).

Sendo assim, seu nome começou a ser reconhecido na história no século XX, juntamente com o desenvolvimento da industrialização. O termo de que originou a palavra robótica foi nascido de um escritor da República Checa, conhecido como Karel Capek (1890-1938), no ano de 1921, ao criar uma peça teatral que falava da história de um cientista brilhante. Na realidade, o termo utilizado por Karel foi “rabota”, que significa trabalhador. Após esse período, a invenção de máquinas capazes de fazer o trabalho de uma pessoa avançou radicalmente.

Foi um russo, escritor de ficção científica, Isaac Asimov (1919-1992), em 1941, com a criação de sua ficção "I, Robot" (Eu, Robô), que popularizou a palavra Robótica. Semelhantemente, no mesmo livro, Asimov criou leis, que segundo este autor, regeriam os robôs no futuro. Essas leis tidas por ele seriam as leis da robótica:

1. Um robô não pode fazer mal a um ser humano e nem, por omissão, permitir que algum mal lhe aconteça.
2. Um robô deve obedecer às ordens dos seres humanos, exceto quando estas contrariarem a Primeira lei.
3. Um robô deve proteger a sua integridade física, desde que, com isto, não contrarie a Primeira e a Segunda leis. (PEREIRA, 2009, p. 6).

No transcorrer dos progressos industriais junto às ideias de máquinas automotoras “robôs”, submergiu um personagem importante na história da robótica, que foi George Devol, que percebeu a necessidade de aumentar a produtividade nas indústrias e melhorar a qualidade dos produtos e começou a produzir robôs.

Nos dias atuais, percebemos uma ligação entre a Robótica e a Cibernética; essa é a concretização da Inteligência Artificial (robôs), sendo de caráter teórico, enquanto a primeira materializa os conceitos cibernéticos. No processo educacional, a Cibernética, aliada à Robótica, ativa o processo cognitivo, no qual a aprendizagem assume um caráter interacionista, através da apropriação do concreto, e o educando alarga de forma mais rápida o seu conhecimento.

Ao trazermos o estudo da Robótica no meio educacional e em nossas aplicações e investigações, vimos que aquele que está aprendendo torna-se um aluno mais entusiasmado, curioso e concentrado. Sendo assim, o educando se submerge num aprendizado mais agradável e ativo, transformando-se orgulhoso de seu próprio conhecimento. Consequentemente, o discente cria uma relação com o conteúdo trabalhado de maneira mais fácil e envolvente com o seu dia a dia.

Podemos emparelhar o surgimento da Robótica Educacional com o aparecimento da tecnologia, sendo iniciada e aplicada quando investigadores como Papert (1985), entre outros, entenderam que a aplicação prática do conhecimento científico poderia ser empregada a favor da simplificação do processo de ensino e aprendizagem e que esta seria capaz de se desenvolver tanto quanto a primeira. Seymour Papert apresenta a ideia de que os seres humanos adquirem conhecimento quando são envolvidos no planejamento e na construção dos objetos (PAPERT, 1985). De acordo com sua visão, a educação tradicionalista reúne o saber e informa aquele que está aprendendo apenas o imprescindível, e para ele, o ensino deve ser de caráter que o aluno encontre o conhecimento necessário para o domínio escolar.

Com o cruzamento das linguagens, a Robótica Educacional passou por grandes mudanças. Ao ver este acontecimento, as empresas imediatamente disponibilizaram a Robótica Educacional a adotar uma tendência positiva, em que os discentes já não recebiam os robôs finalizados para manuseamento; os educandos precisavam aprender a inventar seus objetos de aprendizagem de em conformidade com os seus interesses. Além de permitir ao aprendiz a participação da construção do seu saber, melhorando seu interesse em aprender, Zilli (2004) afirma que a Robótica Educacional proporciona:

Desenvolvimento do raciocínio lógico e das habilidades manuais e estéticas; A utilização dos conceitos aprendidos na elaboração e execução dos projetos; Estimulação da investigação e

da compreensão; Preparo do aluno para o trabalho em grupo; Fomento da criatividade; Estímulo do hábito do trabalho organizado; Reelaboração de hipóteses a partir do erro; Aplicação da teoria formulada em atividades práticas. (ZILLI, 2004, p. 67).

Ao investigarmos sobre a Robótica Educacional, notamos que além de trabalhar com a montagem de robôs pelos discentes, ela desperta e cria o espírito desafiador, estimulando o desejo de resolver problemas arrolados com conteúdos experimentados no dia a dia escolar e também simula problemas que os discentes possivelmente enfrentarão na vida, exigindo esforços cognitivos para suas construções.

Ao aproximar a robótica Educacional incorporada a uma aprendizagem relevante, dá-se ênfase ao planejamento de “forma a garantir que todos tenham acesso a ciência tecnológica e que a aprendizagem seja objeto de consideração na formação acadêmica” (OLIVEIRA, 1997, p. 23). A existência de projetos na área de Robótica Educacional propiciará ao aluno essa formação e a construção do saber sistematizado e técnico, cuja atividade deve ser balizada por uma prática interdisciplinar, em função dos benefícios significativos da aprendizagem.

4.2 Modelagem Matemática e Modelos

Nos dias atuais, a sociedade vive um processo permanente de transformação, e a escola, como agente participante fundamental à sociedade, traz como proposta formar cidadãos criativos e autônomos, e em consequência disso, ela deve acompanhar as mudanças, que cada vez mais exigem dos discentes capacidades e conhecimentos essenciais a esse processo de avanços.

A Modelagem Matemática, quando usada como método de ensino, intenta preencher essas necessidades, visto que ela é baseada na revelação do educador como agente fundamental ao ensino, e entrega este posto aos educandos. Perante a visão da Modelagem Matemática, o educador se faz mediador entre o saber e os discentes, que por intermédio de atividades investigativas e interdisciplinares, dirigem o ensino-aprendizagem, e ao final do processo são desenvolvidos criatividade, autonomia e conhecimento.

É significativo entendermos, antes de abordarmos sobre a Modelagem Matemática, o que é um modelo matemático. Segundo Bertone et al (2014, p. 9), “a modelagem é o processo de criação de modelos onde estão definidas as estratégias de ação sobre a realidade carregada de interpretações e subjetividades próprias de cada modelador”. Nessa perspectiva, a palavra “modelo” pode ter seus

diversos significados e nos remete a uma definição de “aquilo que serve de exemplo”, algo que representa um molde verdadeiro, ou seja, ideal.

Nesse ponto de vista, a concepção de um modelo não se restringe apenas à Matemática e à Física, mas a uma vasta área do conhecimento, como a geografia, engenharia, arte, biologia, entre outras, e apesar do fato de que a finalidade dos modelos nessas áreas possa ser diferente, a base é sempre a mesma: descrever as características de algo.

Novamente, os pesquisadores Bertone et al (2014, p. 21) afirmam que, “quando se procura refletir sobre uma porção da realidade, na tentativa de explicar, de entender, ou de agir sobre ela, o processo usual é selecionar, em um sistema, argumentos ou parâmetros considerados essenciais e formalizá-los através de um sistema artificial: o modelo”.

Na matemática e na Física, usamos modelos para explicar situações que conseguem ser visíveis às disciplinas, com a finalidade de descrevê-las e estabelecê-las com a certeza do seu sentido, ou seja, interpretá-las com linguagem Matemática.

Os autores Almeida et al (2012, p. 13), no entanto, acrescentam que “um modelo matemático é um sistema conceitual, descritivo e explicativo, expresso por meio de linguagem Matemática ou estrutura Matemática e que tem por finalidade descrever ou explicar o comportamento de outro sistema, podendo realizar previsões sobre este outro sistema”.

Para a situação de um exemplo de Modelagem Matemática, usamos a seguinte conjuntura: o estudo de curvas especiais que servissem para modelar os fenômenos físicos favoreceu o desenvolvimento tanto da Mecânica como do próprio Cálculo Diferencial e Integral. No rol das curvas que surgiram na ocasião, podemos citar a catenária, a braquistócrona, a velária, a tratória, entre outras tantas. Acredita-se que o problema que a originou tenha sido proposto por Claude Perrault (1613 – 1688), por volta de 1670. Perrault, para ilustrar a questão, puxava seu relógio de bolso, apoiado sobre uma mesa, pela corrente. Movendo a ponta da corrente sobre a borda da mesa, o relógio descrevia uma curva que tendia à borda: era a tratória.

À frente dessa situação, consegue-se, através do emprego dos saberes matemático e físico adequado e de interpretação voltadas a outras disciplinas, estabelecer modelos e utilizá-los como aspecto de produzir prognósticos.

Entretanto, os resultados não se limitam apenas a uma situação particular, pois os mesmos, futuramente, podem vir a servir de base para outras conjecturas.

Biembengut e Hein (2001, p. 12) destacam que um modelo não se restringe a uma fórmula ou

equação, uma vez que “um modelo pode ser formulado em termos familiares, utilizando-se expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, Tabelas, programas computacionais entre outros”.

Aprovando essa concepção, Bertone et al (2014, p. 21-23) dividem o modelo quanto à forma de representar um sistema, em dois tipos: Modelo Objeto e Modelo Teórico.

Modelo Objeto é a representação de um objeto ou fato sólido; suas características predominantes são a estabilidade e a homogeneidade das variáveis. Tal representação pode ser pictóricas (um desenho, um esquema compartimental, uma mapa entre outros), conceitual ou simbólica.

Modelo Teórico é aquele submetido a uma teoria geral verdadeira, e será sempre produzido em torno de um objeto com um código de interpretação. Ele deve conter as mesmas características que o sistema real, isto é, deve constituir as mesmas variáveis fundamentais existentes no fenômeno, e suas conexões são obtidas através de hipóteses ou de experimentos.

Em desfechos mais compreensíveis, a Modelagem Matemática é a direção pela qual se chega ao modelo. Concordando com esta concepção, apresentada por Almeida et al, a Modelagem é o desenvolvimento da busca por determinada solução, na qual conseguimos chegar ao modelo (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Bassanazi (2011, p. 16) acrescenta que “a Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em questões matemáticas e resolvê-los explanando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Almeida et al (2012, p. 12) pressupõem que a Modelagem parte de uma situação inicial denominada “situação-problema” e percorre para uma situação final, que representa uma solução, denominada “modelo matemático”, dispondo-se de um conjunto de costumes capazes de aproximar a situação inicial à final. Apresentamos esse modelo na Figura 3, que ilustra os conhecimentos da modelagem:

Figura 3 - A Situação Inicial e a Situação Final na Modelagem Matemática.

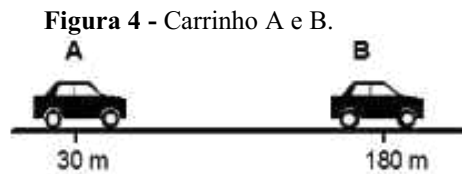


Fonte: Esquema proposto para Matemática e realidade por Biembengut e Hein (2005).

Ilustrando os conceitos apresentados com um modelo matemático, temos: Dois carros, A e

B, de dimensões desprezíveis, movem-se em movimento uniforme e no mesmo sentido, com velocidades iguais a 20 m/s e 15 m/s, respectivamente.

Situação Inicial: No instante $t = 0$, os carros encontram-se nas posições indicadas na Figura 4:



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Determine:

- a) Depois de quanto tempo A alcança B;
- b) Em que posição ocorre o encontro.

Modelo Matemático: $S = S_0 + v \cdot t$ (1)

Este modelo descreve o MRU e permite fazer cálculos ele é denominado como função horária da posição e suas variáveis são definidas por:

S — Posição final do móvel;

S₀ — Posição inicial do móvel;

V — Velocidade do móvel;

t — Intervalo de tempo.

Para a criação do modelo matemático, alguns conhecimentos físicos e matemáticos são importantes, tais como: a transformação de unidade medida, velocidade constante, trajetória reta, variação do espaço, posição inicial e final, variação do tempo, velocidade média, gráfico da velocidade em função do tempo e função horária do espaço. Esses saberes serviram de base para que os alunos definissem o modelo matemático a ser usado.

Ao tomarmos por base as definições apresentadas, percebemos que a finalidade de todas as concepções citadas anteriormente é a obtenção do modelo. No entanto, o processo de Modelagem não termina exatamente nesse ponto. Em seguida, após descoberta do modelo, este ainda caminhará pelo processo de validação, que é o instante da confirmação de autenticidade. Para isso, a situação real será retomada e averiguada.

Nesse instante, consegue-se pôr em prática demais situações originárias do problema inicial, de modo a obter previsões, projeções e estratégias. De tal modo, outra vantagem do uso de modelos é a economia, uma vez que as conclusões encontradas poderão ser confirmadas para cada situação particular (NOGUEIRA et al.; 2008).

Os autores Flemming et al (2005, p. 26) acrescentam: “Diante de um problema do mundo real é possível selecionar variáveis e delinear o modelo. Por sua vez, o modelo produz informações importantes para a criação de alternativas de solução”.

Algumas etapas metodológicas para a Modelagem Matemática são indicadas por alguns investigadores diante de suas experiências, as quais mostraremos em outra sessão.

4.3 Modelagem Matemática em Sala de Aula

Existe uma literatura bem variada acerca da temática pesquisada e, cabe ao educador analisar esses conceitos e interpretá-los de modo a justificar suas aulas. Inclusivamente, a Modelagem Matemática, por se tratar de uma prática que requer contextualização, interdisciplinaridade, conhecimentos históricos, entre outras aptidões, é de suma importância, que o docente continue se aperfeiçoando.

O educador precisa implementar a Modelagem Matemática e ter desejo de modificar suas práticas de ensino, se programar a pesquisar e envasar-se em modelos clássicos e outras experiências no ensino, esse é um dos quesitos de extrema importância (BIEMBENGUT; HEIN, 2011).

Quando a teoria está em desacordo com a prática, o educador pode vir a interpretar erroneamente, ao conjecturar que está ensinando por meio da modelagem. De acordo com Ribas e Velda (2014), alguns professores sentem-se apreensivos quando utilizam a modelagem matemática em sala de aula. Esse sentimento vem por falta de conhecimento dessa metodologia. As autoras afirmam que o medo dos docentes ocorre por não saberem conduzir uma atividade de modelagem matemática. Na dissertação de Biembengut, com temática “Modelação Matemática como método de ensino-aprendizagem de Matemática em cursos de 1º e 2º graus”, a autora exemplifica um caso que o docente recomenda que os discentes tentem descobrir quanto custa para construir uma casa. Para isso, os educandos fazem um levantamento do material e preço, efetuam os cálculos, mas não chegam a nenhum modelo matemático (BIEMBENGUT, 1990 apud BARBOSA, 2001). Sendo assim, é preciso ter conhecimento para conduzir uma atividade de modelagem.

Por isso, a constante procura pelo saber em relação à temática por parte do docente é necessária e a experiência se atinge de forma gradativa e está diretamente relacionada ao tempo de elaboração das atividades. Não obstante seja a falta de confiança e habilidade dos educadores para desenvolver a Modelagem Matemática em sala de aula, vimos que existe a dificuldade, por parte dos professores, na sociabilidade dessa metodologia. Contudo, concordamos que os principais entraves na inserção da Modelagem que bloqueiam a maior divulgação dessa estratégia de ensino são:

1. O programa dos cursos regulares, que muitas vezes são cronologicamente apertados, e como a modelagem pode ser demorada, podem provocar ou não cumprimento do conteúdo programático;
2. O não preparo dos educandos para essa prática, por não estarem acostumados a serem os principais agentes do processo de ensino-aprendizagem, além da diversidade de uma sala de aula;
3. Algumas atividades de Modelagem Matemática, no decorrer do processo, podem ordenar conhecimentos que não passaram naquela série; deste modo, o educando não poderia ter conhecimento necessário para desenvolver a atividade;
4. Falta de disciplinas que retratam a Modelagem Matemática na formação inicial de educadores, tanto como carência de predisposição para a formação continuada nessa área. (RIBEIRO, 2008) (BASSANEZI, 2011) (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012) (BARBOSA, 2001).

Ao nos referirmos ao tempo da atividade de Modelagem Matemática, é importante esclarecermos que nem sempre o cumprimento do currículo é garantia de aprendizagem sólida. O educador, por meio de planejamento, consegue determinar o tempo de uma atividade de Modelagem Matemática, conseguindo se esticar por semanas, algumas aulas ou até mesmo em uma única aula.

Ao determinar o tempo de duração para o processo de Modelagem Matemática, no que tange às características das atividades – e estas estão intimamente ligadas a cada situação, de modo particular –, é um erro determinar esse tempo e também uma visão ingênua, já que cabe ao educador acomodar a prática com as obrigações que lhes são impostas.

Os educandos, bem como alguns educadores, vivem em zona de conforto, preferindo as situações esperáveis ao ensino tradicional oferece. Por isso, as barreiras naturais do ensino tradicional têm influenciado significativamente no despreparo por parte dos discentes no emprego da Modelagem em suas estratégias propostas em plano de aula.

É possível verificar esse entendimento segundo o pensamento de Herminio (2009) :

Para professores que nunca trabalharam com essa estratégia pedagógica é difícil dar o passo inicial, pois o trabalho com a Modelagem em sala de aula exige que o docente esteja preparado para possíveis imprevistos, principalmente quando o tema escolhido para o desenvolvimento do trabalho parte do aluno. Dessa forma, ao se decidir trabalhar com a Modelagem, o professor estará migrando para a zona de risco. (HERMINIO, 2009, p. 17).

A familiarização do discente com a Modelagem Matemática é outro aspecto relevante, uma vez que, em algumas situações, o educando pode ser indiferente à realização do processo, tendo em vista que ele está acostumado com a estratégia na qual é receptor do conhecimento transmitido pelo educador. Nesse sentido, mais uma vez, cabe ao docente criar métodos que traga o despertar e o interesse do discente. A nossa proposta é fazer com que o aluno, ao resolver as atividades da sequência didática usando o conhecimento adquirido nos conteúdos de função afim e MRU, possa criar um algoritmo para fazer o protótipo “carrinho” andar e ao coletar as informações dos carrinhos possam gerar os gráficos.

Para Bassanezi (2011), o esquema no ensino de um determinado teorema na educação tradicional é: “enunciado \rightarrow demonstração \rightarrow aplicação”. De acordo com esse autor, no processo de Modelagem, seria o inverso, em que “aplicação” seria a motivação.

Segundo Ribeiro (2008, p. 71), “diferentemente num projeto de Modelagem Matemática, os educandos veem-se obrigados a produzir novos conhecimentos à medida que erguem hipóteses, realizam questionamentos, definem problemas e avaliam soluções”.

A fim de que para vencer as indiferenças dos educandos, é importante selecionar temas voltados aos seus interesses, e a primeira aproximação do tema deve ser caracterizada de modo que seja um convite ao conhecimento.

Os autores Almeida et al (2012) dividem em três momentos o contato com os discentes e a Modelagem Matemática. No primeiro, o educador põem os discentes em contato com informações necessárias; no segundo, uma situação problema é proposta pelo educador; e, por fim, no terceiro momento, divididos em equipes, os educandos são responsáveis pela direção da atividade, obtendo total autonomia.

É indispensável que a Modelagem Matemática no ambiente educacional desencadeie a formação de novos saberes e conceitos, além de ser uma atividade desafiadora e prazerosa.

A autora Maria Sallet Biembengut, que possui diversos artigos e livros publicados sobre educação Matemática com fundamento em Modelagem Matemática, é referência nacional e internacional nesta temática. Biembengut argumenta sobre a ideia de utilizar a Modelagem Matemática com objetivos educacionais, e podem ser agrupados em três etapas: Interação,

Matematização e Modelo Matemático.

De acordo com Biembengut, na relação, ocorrem o reconhecimento da situação problema e a familiarização do assunto a ser modelado. Nesta ordem, ocorre o momento de entender o que, de fato, se quer atingir com a temática escolhida; a fase de busca de referencial teórico para transmitir o conhecimento a cerca da temática e o ato de percebê-lo em sua realidade.

Enquanto a Matematização se subdivide em concepção e resolução do problema em termos matemáticos, na concepção do problema é o momento de transcrever a situação em linguagem matemática; realizar a divisão as informações, identificando quais são importantes; fazer levantamento de conjecturas; selecionar conhecimentos matemáticos apropriados; determinar variáveis; e, enfim, expor a situação em termos matemáticos. A resolução do problema é a etapa em que se explora os problemas resolvidos, sendo capaz de ter auxílio de softwares ou outros recursos computacionais. No próximo tópico falaremos da obtenção do modelo Matemático escolhido.

4.4 Obtenção do Modelo Matemático

O processo de obtenção de um modelo ou de Modelagem de situações com referência na realidade ou semi-realidade é composto por etapas. Neste trabalho, escolhemos utilizar o modelo matemático de Biembengut (2016). A autora afirma que há relevância da Modelagem como metodologia de ensino. Além de ser importante, corrobora também em qualquer fase de escolaridade, que são: (1) incentivar a pesquisa; (2) saber formular e resolver problema; (3) saber aplicar o conteúdo programático; e (4) estimular seu senso criativo. Para Biembengut (2016, p. 63), em conformidade ao processo de implantação da Modelagem em sala de aula, "[...] a condição necessária para o professor fazer uso da Modelagem no ensino, é ter audácia e desejo de fazer a diferença para seus estudantes. O que exige certa mudança em suas práticas de ensino, pois essa proposta abre caminho à descobertas significativas". Sendo assim, Biembengut (2014, 2016) divide o processo de modelar em três fases: percepção e apreensão; compreensão e explicitação; e, significação e expressão:

A primeira parte do processo de Modelagem, denominada Percepção e Apreensão, de acordo com Biembengut (2014), é responsável pela percepção das ideias, informações, dados, eventos, para posteriormente apreendê-los, selecionando e relacionando com o que está sendo proposto. “Na medida em que percebemos, nos familiarizamos com os dados, a situação torna-se mais clara e apreendemos” (BIEMBENGUT, 2014, p. 24).

Percebemos que esta etapa é importante, pois para a autora se trata do momento em que serão selecionados os autores a serem estudados, seja por meio de livros ou até mesmo em experimentos de especialista no tema escolhido, sendo necessário, também, especificar a situação problema, o fenômeno ou o assunto a tratar (BIEMBENGUT, 2016).

Além disso, Biembengut (2014) assegura que esta fase abrange atuações como: averiguação da situação problema; familiarização com o assunto a ser modelado, fase que Bassanezi (2010) denomina “escolha do tema e coleta de dados”.

Já a fase da Compreensão e Explicitação, de acordo com Biembengut (2014), é dividida, principalmente, na formulação e resolução do modelo. “Baseada em uma compreensão criteriosa da situação-problema ou fenômeno, buscamos propor um sistema conceitual, a fim de explicitar os dados” (BIEMBENGUT, 2014, p. 24). Isso consiste em classificar informações relevantes, formular pressupostos e hipóteses, identificar variáveis envolvidas e descrever relações em termos matemáticos – modelos. Biembengut (2014) conceitua que esta fase inclui ações como: formulação do problema, formulação do modelo (matemática), resolução do problema a partir do modelo. Essas etapas que estão em consonância com Bassanezi (2010).

Significação e Expressão: Com base nos resultados exibidos na etapa anterior, faz-se nesta fase a interpretação – validação e avaliação desses resultados, verificando sua adequabilidade e o quanto a solução encontrada é significativa e relevante. “Se o modelo atender às necessidades que o geraram, procuramos descrever, deduzir ou verificar outros fenômenos ou deduções – mostrar sua significação” (BIEMBENGUT, 2014, p. 25). Caso este modelo não atenda a essas necessidades, retorna-se à(s) etapa(s) anterior(es), modificando e/ou alterando hipóteses e variáveis. “Ao finalizar o processo de modelar, é relevante expressarmos todo o processo a fim de que possa valer a outra pessoa que tenha interesse no assunto ou a nós mesmos” (BIEMBENGUT, 2014, p. 25).

A última fase, de acordo com Biembengut (2014), contém atuações como: interpretação da solução, validação do modelo – avaliação, expressão dos resultados – modelo. Para Bassanezi (2010, p. 30), consiste na validação: “processo de aceitação ou não do modelo proposto”. Cabe salientar que essas três fases do processo de modelagem precisa, para Biembengut (2014, 2016), não são disjuntas, ou seja, pode-se retornar para qualquer uma das fases anteriores, caso haja necessidade.

Todas essas etapas detalhamos nesta pesquisa, aplicada na sala de aula, o que será apresentado mais adiante. Observa-se, então, que esse detalhamento de etapas permite um melhor desempenho nas atividades. Nesse contexto, a Figura 5 revela a dinâmica do processo.

Figura 5 - Diagrama de processo de Modelagem Matemática Sugerido por Biembengut.



Fonte: Biembengut e Hein (2011, p. 15).

Apesar de existirem vários outros métodos propostos, neste trabalho optamos por tratar do modelo de Biembengut e Hein (2011). Por isso, acreditamos que a modelagem pode ser inserida na Educação Básica por meio da criação de modelos que possuam relação com as práticas sociais e culturais dos estudantes. Uma das possíveis relações é entre robótica e conteúdos físicos e matemáticos, visto que a robótica já faz parte da vida de muitas pessoas.

4.5 A Robótica como Estratégia para o Estudo de Função Afim e MRU

Como nossa intenção neste trabalho é estabelecer a interdisciplinaridade entre conteúdos de Matemática e Física do 9º ano do ensino fundamental II atrelados à Robótica, vamos colocar em lista alguns assuntos de Matemática e Física que podemos trabalhar, com a finalidade de estabelecer estratégias que despertem o interesse para essas disciplinas, que importantes no currículo escolar.

Papert (1980) diz que um indivíduo pode aprender, e a maneira com que aprende depende dos modelos que têm disponível. Isto levanta, de forma recursiva, a questão de como se aprende nesses modelos. Assim, as leis de aprendizagem devem versar sobre como estruturas intelectuais crescem para fora uma da outra e sobre como, no processo, elas adquirem forma lógica e emocional. Sendo assim, falaremos sobre a importância dos conteúdos de Função Afim e Movimento Retilíneo Uniforme como estratégias de ensino.

4.6 Matemática: Função Afim

O conteúdo de Funções Afim é importante, pois engloba e desenvolve no educando habilidades em conhecimentos fundamentais que o permitem efetuar operações e resolver problemas

do cotidiano. Ademais, esse conteúdo vem de encontro com os parâmetros de aprendizado esperado do educando, que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece para o Ensino de Função.

O estudo das funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria matemática. (BRASIL, 2006, p. 121).

Para uma prática mais eficaz no ensino, abordar o conteúdo de forma contextualizada é utilizar uma metodologia diferenciada e a sequência didática vai nesse sentido, pois traz para o educando a observação de uma matemática na prática e que pode ser vivenciada na sala de aula.

Além de aplicarmos uma aula diferenciada, que desperta o interesse, a autonomia e o envolvimento do educando os levam a uma aprendizagem significativa. Vimos na citação anterior (BRASIL, 2006), que é de suma importância para as competências de função afim, compreender função como um tipo de relação de dependência entre duas variáveis, ideias de domínio e de imagem, associando-as a representações gráficas e/ou algébricas para a concepção da realidade e a solução de problemas do cotidiano.

Logo, pensamos em consonância com o conteúdo de funções incluir as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) no ensino da matemática, pois as mídias digitais são muito utilizadas como objetos educacionais e, além disso, proporcionam um momento de ensino-aprendizagem diferente do ensino tradicional. O uso de software de matemática faz com que o educando consiga desenvolver umas das habilidades da BNCC que são:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (abarcando as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017, p. 9).

Em relação às competências da Robótica educacional, além de propiciar ao educando o conhecimento da tecnologia atual, Zilli (2004) apresenta algumas competências que essa ferramenta pode desenvolver. raciocínio lógico; habilidades manuais e estéticas; relações interpessoais e intrapessoais; utilização de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos; investigação e compreensão; representação e comunicação; trabalho com pesquisa; e solução de problemas por meio de erros e acertos; aplicação das teorias formuladas a atividades concretas; utilização da criatividade em diferentes situações; e capacidade crítica.

Nesse sentido, a sequência didática que aplicaremos está em concordância com a BNCC, pois interliga o conceito de Função Afim às tecnologias digitais; OAs (Objetos de Aprendizagem) do PhET¹¹ para tentar compreender as relações físicas que existem na cinemática e a robótica educacional. Nossa intenção, ao abordarmos o OAs nesse trabalho, teve com o objetivo de facilitar a visualização do educando quanto à construção de gráficos trabalhados nas atividades. Esse caderno de sequência se organiza em três partes. A primeira o traz o ensino de ciências em uma proposta interdisciplinar com o uso das tecnologias da informação e comunicação; as segunda parte envolve o modelo de sequência didática proposto por Dolz et al (2004), trazendo a descrição das intervenções realizadas no 9º ano de um colégio particular de Uberaba/MG; e a terceira parte se refere à observação participante da autora acerca da pesquisa com a sequência didática e o aprendizado.

Em concordância com o esquema de sequência didática apresentado por Dolz et al (2004), o ensino acontece, inicialmente, pela apresentação de uma situação, referente ao conteúdo abordado. Em seguida, é realizada uma sondagem em relação às concepções prévias dos alunos sobre o assunto, denominada aqui de produção inicial. As intervenções realizadas são denominadas módulos, e por fim, é realizada a produção final, que busca demonstrar a evolução na aprendizagem do aluno em relação ao conteúdo proposto.

4.7 Física: Movimento Retilíneo Uniforme

Segundo Artuso et al (2017), no livro de ciências do 9º ano do ensino fundamental II, temos: Pense num ônibus em movimento, se deslocando em linha reta. Normalmente, se diz que o ônibus e seus passageiros estão em movimento. Uma pessoa que olha a situação de fora terá, de fato, essa impressão. Mas uma pessoa dentro do trem, ao olhar para o passageiro ao seu lado, vai deduzir que ele está parado. A Figura 6 revela o trem em movimento.

¹¹ PhET – É uma plataforma que oferece simulações de matemática e ciências divertidas, interativas, grátis, baseadas em pesquisas.

Figura 6 - Ônibus em Movimento.

Fonte: <http://minhasaulasdefisica.blogspot.com/2011/06/movimento-e-reposuo.html>.

O referido exemplo é de fácil compreensão e nos mostra como a definição de movimento e repouso não é tão simples. Uma mesma situação pode ser classificada como repouso ou movimento dependendo de quem a observa. É relativo ao observador, por isso se diz que movimento e repouso são conceitos relativos.

Sendo mais preciso, o movimento ou repouso depende do referencial que é adotado. Um referencial pode ser um ponto, um objeto ou um observador adotado para analisar uma situação. De modo geral, o referencial está parado em relação à terra quando o objeto de estudo está no próprio planeta. Em movimentos no espaço, estrelas distantes (que pouco aparentam se movimentar), também chamadas de estrelas fixas, são referenciais comumente utilizados.

Referenciais estão presentes no cotidiano. Uma placa de quilometragem (marco quilométrico) de uma rodovia é feita com base em um "referencial" o quilômetro zero (das rodovias federais) e está na divisa de um estado, por exemplo. Assim, é possível estimar a distância em que se está da divisa e se localizar na rodovia. A Figura 7 nos mostra uma placa com seu marco quilométrico.

Figura 7 - Placa de Quilometragem.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No entanto, é preciso tomar alguns cuidados, se por exemplo, um veículo está passando pelo quilômetro 717 de uma rodovia, isso não quer dizer que ele percorreu 717 km em seu movimento. Pode-se apenas dizer qual a posição em que esse veículo se encontra.

A distância percorrida vai depender não só da posição que o corpo ocupa ao final do movimento analisado, mas também da posição inicial e da trajetória desse movimento. No caso de um veículo sair da posição 100 km, ir até a posição 717 km e então retornar a 100 km, a distância percorrida será de 617 km na ida e 617 km na volta, num total de 1.234 km.

No estudo da física, a distância percorrida não é de interesse tão grande quanto o deslocamento, que não é um sinônimo. O deslocamento é a diferença entre a posição final e a posição inicial ocupada por um móvel. Matematicamente, isso pode ser representado da seguinte maneira:

$\Delta s = S - S_0$, em que: Δs é o deslocamento do móvel, medido em metros no SI. S é a posição final do móvel, também representada só por S_f e medida em metros no SI. S_0 é a posição inicial do móvel, também representada por S_i e medida em metros no SI. Assim, quando há um deslocamento, significa que um corpo variou de posição com o decorrer do tempo em relação ao referencial adotado. Contudo, se o deslocamento é nulo, isso significa apenas que a posição inicial e final são iguais, não necessariamente o corpo permaneceu parado entre os instantes inicial e final.

Outra diferença da física em relação ao cotidiano está nos valores negativos que posição e deslocamento podem assumir. Não há um marco quilométrico negativo, mas, dependendo do referencial adotado e da escolha de sua origem (a posição 0 do referencial), podem existir valores negativos para a posição.

Pela mesma razão, quando se tem uma grandeza vetorial, que no caso, para se calcular a posição, o deslocamento ou a velocidade do carrinho, às regras que se obedecem são as das operações com vetores. Da mesma forma, os sinais positivos e negativos estão associados à orientação dos vetores em um sistema de coordenadas. A partir do deslocamento "alteração na posição em um intervalo de tempo", é possível definir mais uma grandeza física relacionada com o movimento, a velocidade média. Em um trajeto, é comum o móvel aumentar ou diminuir a sua velocidade, mas a velocidade média fornece uma medida geral de como o móvel se comportou no intervalo de tempo.

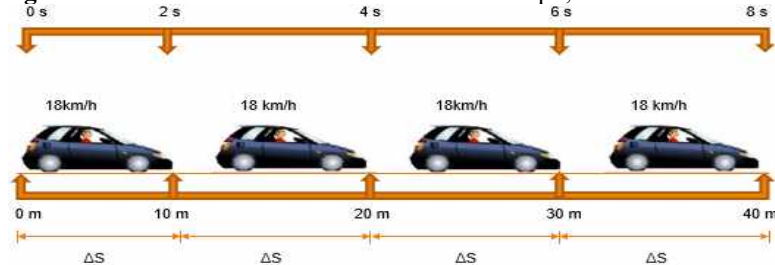
Por exemplo, se uma viagem de Uberlândia a Belo Horizonte dista 543 km, e se levar demorar sete horas, então a velocidade média no trajeto é de 77,57 km/h. Isso não significa que, obrigatoriamente, foi percorrido exatamente 77,57 a cada hora, mas essa foi a velocidade média. Sabendo-se a velocidade média, não é possível dizer nada sobre o movimento, a não ser que se o percurso fosse realizado com velocidade média, o tempo decorrido seria o mesmo.

Para isso, no entanto, é preciso definir matematicamente a velocidade média. A própria unidade fornece uma boa compreensão dessa grandeza: é a razão entre o deslocamento e o intervalo

de tempo decorrido. Sua equação é: $V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ em que V_m é a velocidade média, medida em metros por segundo no SI. ΔS é o deslocamento do móvel, medido em metros no SI. Δt é o intervalo decorrido de tempo, medido em segundos no SI.

A ideia de velocidade média também colabora com o estudo de um movimento em particular, o que tem velocidade constante. Esse movimento é dito uniforme e, se ocorre também em linha reta, é chamado de movimento retilíneo uniforme (MRU). Pode ser o caso de trens no trajeto entre estações, aviões em velocidade de cruzeiro ou esteiras da linha de produção de uma fábrica. No MRU, o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempos também iguais. Por exemplo: se um veículo está em MRU com velocidade de 18 km/h, isso significa que a cada hora se desloca 18 km/h. A Figura 8 mostra veículos em MRU.

Figura 8 – Veículo em diferentes instantes de tempo, simulado em MRU.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Sabendo-se a velocidade de um corpo em MRU e a posição de onde ele saiu, é possível determinar sua posição em qualquer instante de tempo, ou determinar quanto tempo ele demora para alcançar determinada posição. Na imagem analisada, o veículo começou seu deslocamento no quilômetro 0. Após dois segundos, ele se encontra na posição 10 m. Após quatro segundos, ele se encontra na posição 30 m. Depois de seis segundos, na posição 40m, e essa posição aumenta em 10 unidades (10m) a cada dois segundos. Então, é possível estabelecer uma relação, por exemplo, se determinar onde o veículo estará após 12 segundos ou quanto tempo ele demorará para chegar ao quilômetro 86.

A equação matemática que descreve o MRU e permite fazer esses cálculos é denominada função horária da posição e é dada por: $S = S_0 + V \cdot t$, em que S_f é a posição final do móvel, em metros no SI. S_0 é a posição inicial do móvel, em metros no SI. V é a velocidade, em metros por segundo no SI e t é o tempo decorrido, em segundos no SI.

No exemplo dado, essa função pode ser escrita como $S = 0,01 + 18 \cdot t$, se expressarmos o deslocamento em quilômetros e o tempo em horas, pois a posição inicial do veículo foi de 10 m ($S_0 =$

10 m) e sua velocidade é constante e igual a 18 Km/h ($v = 18 \text{ km/h}$). Assim, após 12 segundos de movimento, a posição ocupada pelo veículo será:

✓ Fazendo a conversão de unidades encontraremos: ($10 \text{ m} = 0,01 \text{ km}$) e ($12 \text{ s} = 0,00333333 \text{ horas}$). Logo, $S = 0,01 + 18 \cdot t \Rightarrow S = 0,01 + 18 \cdot 0,0033 \Rightarrow S = 0,01 + 0,0549 \Rightarrow S = 0,0699 \text{ Km}$.

De modo equivalente, é possível calcular e saber após quanto tempo o veículo passará pelo quilômetro 86, resolvendo: $S = 0,01 + 18 \cdot t \Rightarrow 86 = 0,01 + 18 \cdot t \Rightarrow 85,99 = 18 \cdot t$. Então, $t \approx 4,77 \text{ h}$ ou 17.172 s .

A utilização de gráficos para os estudos das funções é de grande valia quando se trata da observação dos comportamentos gerais, tendências e particularidades de cada função de interesse. Com esse tipo de atividade o professor pode trabalhar com práticas experimentais outra ferramenta fundamental para o ensino das ciências, mas, mesmo sendo consideradas primordiais, são práticas raras no ambiente escolar.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

5.1 Participantes

Esse trabalho foi realizado com os educandos do projeto de Ensino Fundamental, na cidade de Uberaba-MG. Tínhamos como ojetivo o de trabalhar com uma turma do 1º ano, pois a temática investigada retrata conteúdos como cinemática e função afim, ambos da matriz curricular da primeira série do Ensino Médio. No entanto, em função de alguns fatores, tais como, a paralisação do projeto de robótica da escola escolhida, dificultou o andamento do trabalhado a ser observado. Por isso, optamos por trabalhamos com discentes do Colégio Nossa Senhora das Dores, instituição particular. Portanto, percebemos que esses alunos já tinham tido contato com os conceitos que abordamos em nossa pesquisa. Desta forma, adotamos como público-alvo uma turma do 9º Ano, composta com o menor número de educandos, com seis alunos. Nossa escolha pela menor turma se deu por causa do

espaço para a realização da prática. Turmas maiores indicam a necessidade de se ter um maior número de protótipos experimentais para o trabalho. Além disso, as condições escolares limita a quantidade de alunos a se trabalhar.

Um documento (produto educacional) do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática permanecerá na Escola que servirá de sustentação e auxílio para o docente construir e realizar as atividades experimentais propostas com toda a turma. O nosso objetivo nesse projeto, além de produzir esse documento, é demonstrar os resultados alcançados pelos discentes e, principalmente, observar se os resultados contribuíram para o entendimento do fenômeno, para o entendimento da Física e da Matemática para o conhecimento e aproximação pelo conteúdo científico.

5.2 Procedimentos

Elaboramos um mapa sequencial, exposto na Figura 7, que este explica como o projeto foi realizado e como foram os seus passos. O esquema exprime que iniciamos com uma aula teórica sobre os conceitos básicos de cinemática, ou seja, de MRU e Função Afim, de modo que os alunos puderam compreender a semelhança entre os conteúdos.

Reservamos duas horas para revisar o conteúdo de MRU, de Funções e seus respectivos gráficos. Após essas aulas, continuamos com o projeto, agora com aulas de Robótica, com duração de duas horas, tempo suficiente para revisar com eles sobre programação e *Arduino* – lembrando que os alunos já possuem conhecimento com a plataforma da IDE¹² ou ambiente de desenvolvimento integrado e com alguns conceitos.

Utilizamos mais duas horas para uso do Tinkecard¹³. Escolhemos trabalhar com essa ferramenta por ser muito útil para a maioria dos programadores, uma vez que permite que o usuário crie seu próprio projeto de forma fácil. Outro fato importante é por ser virtual. Desse modo, o risco de queimar alguma peça é descartado. Além disso, essa ferramenta faz parte das aulas de robótica do colégio.

¹² IDE ou ambiente de desenvolvimento integrado é um software que combina ferramentas comuns de desenvolvimento em uma única interface gráfica do usuário (GUI), facilitando o desenvolvimento de aplicações.

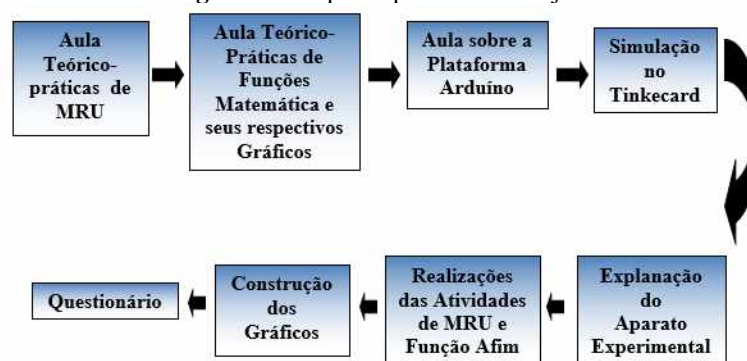
¹³ Uma ferramenta online de design de modelos 3D em CAD e também de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais.

Após essa investigação, chegamos à etapa da construção do protótipo. Em um primeiro momento, usamos quatro aulas, apresentamos o experimento em si, ou seja, a forma física, a estrutura experimental. Uma explanação foi feita e os próprios alunos mesmos criaram seus experimentos, já que utilizaram não somente do kit CodeKids, mas também de outros apetrechos que o colégio possui. Mostramos quais foram os materiais utilizados, qual a finalidade e o poder aquisitivo que tem para fins educacionais, exclusivos para a Física e a Matemática.

Duas horas de aula foram destinadas para testarmos os carrinhos entre as equipes, após a criação de seus carrinhos “robôs”, que aconteceu de forma remota. Para isso, utilizamos o aplicativo Zoom Meeting. A escola possui kits de robótica e os alunos montaram os carrinhos “robôs” em aproximadamente duas horas. Em seguida, reservamos duas horas para a construção de gráficos de MRU, usando o Excel, de modo que, ao chegarmos nesta etapa, caso ainda os alunos tivessem dúvidas quanto ao conteúdo proposto, seria possível retornar ao início das atividades. O objetivo principal aqui seria o de fazer com que os alunos pudessem encontrar o algoritmo para o carrinho andar e, em seguida, coletar os dados de acordo com tempo gasto e a velocidade percorrida por cada protótipo, para no final montar o gráfico.

Por fim, usamos mais duas horas para a realização do questionário mostrado no Apêndice A, com o objetivo de colhermos resultados sobre todo o projeto, analisando, por exemplo, se os resultados foram satisfatórios para os educandos, se estes compreenderam os fenômenos físicos e matemáticos. Esse questionário foi respondido pelos discentes através do Google Forms, que também se encontra no Apêndice III. Um site para produto de mestrado foi criado afim de incluirmos dados da pesquisa, textos, uma sequência didática aplicada entre outros assuntos que acreditamos ser interessante para o professor, que caso queira possa utilizá-la em sala de aula. A Figura 9 mostra o mapa sequencial do projeto.

Figura 9 - Mapa Sequencial do Projeto.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Outra maneira de especificarmos a divisão das etapas e para uma melhor visualização é apresentamos essas informações em formato de Tabela, na qual mencionamos a duração total do projeto, a divisão das atividades e os dias em que essas atividades foram realizadas. Expomos o início de duração das tarefas realizadas e seu término, tendo uma duração de aproximadamente oito dias. Em alguns, dias as atividades foram realizadas no período matutino e vespertino, em horário extra curricular dos alunos, durante o projeto oferecido na escola. A seguir, a Tabela 8.

Tabela 8 - Divisão das etapas realizadas.

Dias de Pesquisa	Duração	Tarefa Realizada
21/10	2 h	Estudo sobre MRU
22/10	2 h	Revisão sobre Funções e seus respectivos gráficos
22/10	2 h	Aula básica sobre <i>Arduino</i>
24/10	3 h e 30 m	Construção do Protótipo
25/10	2 h	Simulador Circuitos Elétricos no Tinkecard
28/10	2 h	Teste entre os Robôs “Carrinhos”
29/10	2h	Atividade Experimental de MRU e Construções dos Gráficos
30/10	2 h	Questionário e Entrevista com os Educandos
Duração do Projeto: 8 dias		

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A natureza de pesquisa do presente trabalho foi qualitativa. Sobre esta, Bardin (2011, p. 145) ressalta que “A análise qualitativa apresenta certas características particulares. É válida, sobretudo, na elaboração das deduções específicas sobre um acontecimento ou uma variável de inferência precisa, e não em inferências gerais”.

Empregamos como instrumento de pesquisa a observação participante. Cruz Neto (1994) destaca que a observação participante é um método no qual o investigador tem que ter o objetivo de fazer uma investigação científica a partir da participação de um estudo como observador de situações sociais.

O investigador precisa ter contato com o fenômeno observado de maneira a entender corretamente o contexto dos atores sociais. Esse procedimento é importante, por aceitar a conferência

de situações que, em muitos andamentos, não são relatadas nos questionários. Quando se escolhe por trabalhar com a observação participante, não existe a necessidade do pesquisador se tornar um “nativo”, mas é importante que ele se coloque no lugar do outro, de forma a compreender seu ambiente social.

No caso do ambiente ser um colégio e o investigador já ter uma convivência com os sujeitos pesquisados, esses fatores podem contribuir a apreender a “imponderabilidade da vida real”. Esse termo, utilizado por Malinowski (1978), foi arrolado por ele a atos que fazem parte do dia a dia dos “nativos” e que muitas vezes não são apontados nos questionários e nas análises de documentos. É importante que eles sejam observados e apreendidos em pleno funcionamento (MARQUES, 2016).

5.3 Observação Participante

Nesta investigação, segundo Creswell (2010), me posicionei como observadora participante¹⁴, assim sendo, registrei anotações de campo, expondo os procedimentos e as atividades alcançadas pelos participantes.

Nesse ponto de vista, Vianna (2003, p. 12) destaca que “ao observador não basta simplesmente olhar. Deve, certamente, saber ver, identificar e descrever diversos tipos de interações e processos humanos.” Ademais, Minayo (2013) justifica que a observação participante é significativa para a pesquisa qualitativa, pois alguns estudiosos conceituam-na como um método em si mesmo, e não somente como uma estratégia. Nessa lógica, Minayo (2013) enfatiza que:

Definimos observação participante como um processo pelo qual um pesquisador se coloca como observador de uma situação social com a finalidade de realizar uma investigação científica. O observador, no caso, fica em relação direta com seus interlocutores no espaço social da pesquisa, na medida do possível, participando da vida social deles, no seu cenário cultural, mas com a finalidade de compreender o contexto da pesquisa. Por isso, o observador faz parte do contexto sob sua observação e, sem dúvida, modifica esse contexto, pois interfere nele, assim como é modificado pessoalmente. (MINAYO, 2013, p. 70).

Ao relacionar as anotações de campo, Creswell (2010, p. 214), salienta que “[...] o pesquisador anota, de uma maneira não organizada ou parcialmente estruturada [...] as atividades no local da pesquisa”.

¹⁴ Nesse tipo de observação o papel do pesquisador é conhecido.

Nessa perspectiva, Vianna (2003) acrescenta que:

A observação não estruturada é com bastante frequência usada como técnica exploratória, em que o observador tenta restringir o campo de suas observações para, mais tarde, delimitar suas atividades, modificando, às vezes, os seus objetivos iniciais, ou determinando com mais segurança e precisão o conteúdo das suas observações e proceder às mudanças que se fizerem necessárias no planejamento inicial. (VIANA, 2003, p. 26-27).

Além do mais, de acordo com Yin (2001), o ponto forte das observações é o fato de tratarem os acontecimentos em tempo real e exibirem o contexto do evento investigado. Além disto, para esse autor:

As provas observacionais são, em geral, úteis para fornecer informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado. Se o estudo de caso for sobre uma nova tecnologia, por exemplo, observar essa tecnologia no ambiente de trabalho prestará uma ajuda inestimável para se compreender os limites ou os problemas dessa nova tecnologia. (YIN, 2001, p. 115).

Por isso, a observação nos auxiliou na identificação das reproduções da robótica educacional nas aulas de Física e Matemática, e assim foi possível destacar alguns pontos como: o envolvimento e o interesse pela aula; a motivação; a organização das atividades; a relação entre educandos e educador; a superação das dificuldades e as demais revelações das equipes investigadas. Esses pontos estão apresentados e discutidos na seção de *Análise de Dados*.

5.4 Função Afim e Movimento Retilíneo Uniforme

O objetivo central desse experimento é estudar as características do movimento com aceleração igual a zero, ou seja, que a velocidade do móvel não sofre variações porque ocorre com velocidade constante em uma trajetória reta, em intervalos de tempos iguais e é percorrida a mesma distância. Tenciona-se observar o caminho percorrido pelos carrinhos “robôs” em uma reta, demonstrando que a velocidade não varia com o tempo. A atividade foi dividida em oito etapas.

5.5 Sequência Didática

A proposta didática deste produto educacional consistiu na montagem de um carrinho motor programado com o *Arduino*, para executar o movimento retilíneo uniforme com velocidade constante. Para facilitar a aprendizagem das equipes A e B às atividades, foram trabalhados alguns

exercícios de aprendizagem teórico-prática, os experimentos e os pós-experimentos foram realizados em aulas. Finalizamos e especificamos no procedimento desta pesquisa os grupos formados, chamando-os de equipes.

Trabalhamos com cinco atividades, que foram elaboradas a partir de situações problemas reais do dia a dia dos educandos. Essa proposta foi a validação do nosso projeto, e juntamente com as respostas do questionário, buscamos investigar, para termos uma conclusão, se a proposta metodológica foi válida ou não, se os alunos gostaram de aulas diferenciada, se corresponderam às expectativas, se eles assimilaram os conceitos físicos e matemáticos e relacionaram a teoria com a prática, se compreenderam a ideia do *Arduino* como tecnologia e absorveram essa junção de experimento científico.

O modelo de sequência didática proposta por Dolz, Noverraz, Schneuwly (2004) é uma das formas de se trabalhar com o ensino de ciência por meio da adoção de uma proposta de sequência didática, uma vez que a maneira pela qual esse tipo de trabalho se organiza visa a contextualização do conteúdo apresentado.

5.6 Questionário

Após as atividades de MRU e Função Afim aplicamos os questionários. A criação dos protótipos ocorreu apenas para verificarmos se o projeto alcançou o seu objetivo geral, ou seja, se o desfecho foi benéfico, do ponto de vista educativo.

Os resultados gerais se referiram às conclusões que os educandos chegaram a respeito das aulas teórico-práticas. Já os resultados específicos se referiram às conclusões dos alunos em relação ao experimento em si. Os educandos tiveram um tempo de duas horas para responder ao questionário. Acreditamos que este tempo foi suficiente para que os alunos terminassem, pois, todos os alunos participantes responderam com êxito. O questionário encontra-se apresentado no Anexo I, sendo composto por 15 questões, constituídas por partes I e II, e respondidas através do Google Forms on-line.

5.7 Análise Qualitativa

Nesse caminho, para melhor compreendermos o ensino da Física e a Matemática juntamente com a Robótica Educacional e atingirmos os objetivos pretendidos, propomos para a realização deste trabalho uma abordagem qualitativa, pois segundo Minayo (1998), os estudos qualitativos respondem a questões muito particulares, preocupando-se com um nível de realidade que não pode ser apenas quantificado.

Além do mais, o percurso metodológico utilizado neste trabalho tem foco na pesquisa qualitativa, do tipo exploratória e experimento de ensino (STEFFE; THOMPSON, 2000). Na fase exploratória da pesquisa, foi feito o estudo, bem como a elaboração das atividades de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos e físicos diretamente relacionados com a Robótica Educacional.

As técnicas de reunião e organização das informações utilizadas e abstraídas, na construção do corpo teórico do trabalho, consistiram em: registros em áudio e vídeo, diários de campo e anotações usuais, questionários abertos e/ou fechados.

6 ANÁLISE DOS DADOS

Os discentes já possuíam experiência com aulas de robótica, sempre utilizando a montagem de carros, com objetivos bem específicos para aulas dadas pelo educador de robótica. Sendo assim, continuaram criando seu próprio carro, só que dessa vez, com o objetivo de proporcionar um teste de carro com maior velocidade possível. No entanto, cada equipe começou esse trabalho, com duração

de 200 minutos. Todos os alunos se empenharam o suficiente, fazendo com que nesta primeira etapa da pesquisa fossem concluídos os dois carros. Para isso, os alunos iniciaram com a montagem e, em seguida, a programação.

6.1 Programação

Após a montagem dos carros pelas equipes de educandos do 9º ano no laboratório de robótica, fizeram a sua programação, a fim de registrar a distância percorrida, a qual definimos nesta pesquisa por dois metros, além de registrarem o tempo para percorrer essa distância e também a velocidade média percorrida pelo carro nesse percurso. A programação seguiu a seguinte orientação:

Parte 01 - No início da programação, os alunos criaram o bloco cronômetro no celular para ser reiniciado, de modo que pudéssemos ter a certeza de que a contagem do tempo iniciará do zero.

Parte 02 - Foi inserido um ciclo, para que toda a programação dentro se repita quantas vezes for necessária.

Parte 03 - Dentro do ciclo, os motores são acionados com potência máxima submetidos a uma condição lógica do sensor de ultrassom, ou seja, o robô se desloca para frente até o sensor detectar o obstáculo no final do percurso (dois metros).

Parte 04 - Ao detectar o obstáculo, o robô deve parar e gravar na variável "tempo do percurso" o tempo que foi gasto para percorrer os dois metros.

Parte 05 - Na parte final, os estudantes usaram o bloco "matemática e física" para fazer o cálculo da velocidade média. O valor de velocidade média é mostrado na tela do robô. Apesar da orientação padrão, tanto para a montagem dos carros quanto para sua programação, alguns fatores "criados" pelas equipes de discentes deixaram o carro mais leve ou mais pesado, mais instável ou menos instável, mais veloz ou menos veloz.

Os alunos então, mais uma vez, utilizaram o Tinkecard na realização de testes do programa. Para fazer com que o carrinho andasse para frente, programaram a rotina pré-definida de andar para frente. Todas as atividades foram executadas pelas equipes A e B, porém, a equipe B se saiu melhor. Contudo, não fizemos uma competição, e sim queríamos que cada aluno entendesse o objeto da proposta. O professor de robótica anotou os dados e lançou um desafio a eles. Esses dados seriam computados pontuações para cada desafio. A avaliação final se refere ao protótipo se locomover, ou seja, fazer com que o algoritmo funcione. Ao final dessa etapa, foi encontrado o seguinte resultado:

Figura 10 - Pontuação das equipes na equação das tarefas.

PONTUAÇÃO DAS EQUIPES				
		Equipe A		Equipe B
		TOTAL		TOTAL
		800		1000
PONTUAÇÃO MÁXIMA	DESAFIO	PONTUAÇÃO	DESAFIO	PONTUAÇÃO
200	Montagem do Protótipo	150	Montagem do Protótipo	200
300	Adaptação + Lógica de Programação	250	Adaptação + Lógica de Programação	300
200	Teste de Montagem + Programação	150	Teste de Montagem + Programação	200
300	Avaliação Final	250	Avaliação Final	300

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

6.2 Experimento – testes entre os carros

Após a programação, as equipes fizeram testes para ver se os carros continuavam a se movimentar, e, se estavam registrando tempo e velocidade. Para o registro do tempo e velocidade usaram o bluetooth, controlado por Rc. Para isso, utilizaram o celular e o código a seguir para programá-lo. Na sequência, a Figura 11 mostra o controlador pelo celular já programado. Em seguida, os alunos fizeram o experimento, um teste entre os dois carros, numa trajetória retilínea de dois metros, criando uma pista de corrida, com partida e chegada. Foi posto um obstáculo ao final dos dois metros, para que o sensor detectasse e parasse precisamente no percurso de dois metros.

Foi explanado aos discentes que o teste seria feito, a fim de verificarmos qual algoritmo programado apresentava velocidade maior e qual carro chegaria primeiro no obstáculo.

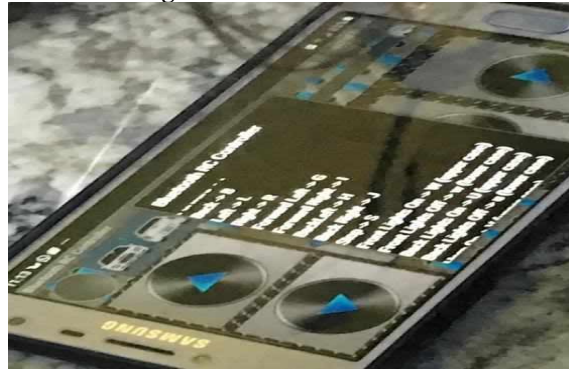
O código utilizado para programar o controlador Rc foi o seguinte:

```
char t;
void setup() {
  pinMode(13,OUTPUT); //left motors forward
  pinMode(12,OUTPUT); //left motors reverse
  pinMode(11,OUTPUT); //right motors forward
  pinMode(10,OUTPUT); //right motors reverse
  pinMode(9,OUTPUT); //Led
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if(Serial.available()){
    t = Serial.read();
```

```

    Serial.println(t);
}
if(t == 'F'){          //move forward(all motors rotate in forward direction)
    digitalWrite(13,HIGH);
    digitalWrite(11,HIGH);
}
else if(t == 'B'){     //move reverse (all motors rotate in reverse direction)
    digitalWrite(12,HIGH);
    digitalWrite(10,HIGH);
}
else if(t == 'L'){     //turn right (left side motors rotate in forward direction, right side motors
    doesn't rotate)
    digitalWrite(11,HIGH);
}
else if(t == 'R'){     //turn left (right side motors rotate in forward direction, left side motors
    doesn't rotate)
    digitalWrite(13,HIGH);
}
else if(t == 'W'){     //turn led on or off)
    digitalWrite(9,HIGH);
}
else if(t == 'w'){
    digitalWrite(9,LOW);
}
else if(t == 'S'){     //STOP (all motors stop)
    digitalWrite(13,LOW);
    digitalWrite(12,LOW);
    digitalWrite(11,LOW);
    digitalWrite(10,LOW);
}
delay(100);
}

```

Figura 11 - RC Controlador.

Fonte: Foto tirada pelos autores (2019).

Após o teste, tivemos os seguintes resultados sobre a Equipe A e Equipe B, de acordo com as Figuras 12 e 13.

Figura 12 – Realização das tarefas - Equipe A.

Registro de análise						Equipe A	
ELEMENTOS A SEREM AVALIADOS							
Montagem do protótipo		Adaptação + lógica da programação		Teste de montagem + programação		Avaliação final	
SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
x		x		x		x	
OBSERVAÇÕES		OBSERVAÇÕES		OBSERVAÇÕES		OBSERVAÇÕES	

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 13 - Realização das tarefas - Equipe B.

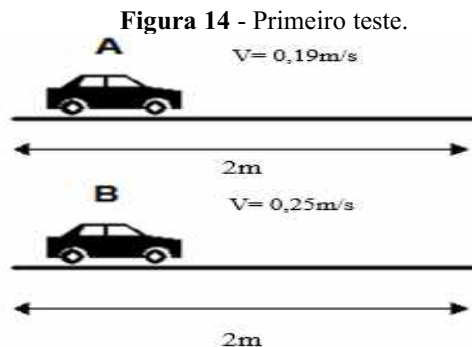
Registro de análise						Equipe B	
ELEMENTOS A SEREM AVALIADOS							
Montagem do protótipo		Adaptação + lógica da programação		Teste de montagem + programação		Avaliação final	
SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
X		X		X		X	
OBSERVAÇÕES		OBSERVAÇÕES		OBSERVAÇÕES		OBSERVAÇÕES	

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O carro que chegou no obstáculo primeiro foi o da equipe B, com velocidade de 0,25 m/s, demorando, para percorrer os dois metros, um tempo 8 segundos. Assim, os registros de tempo e velocidade desse experimento são:

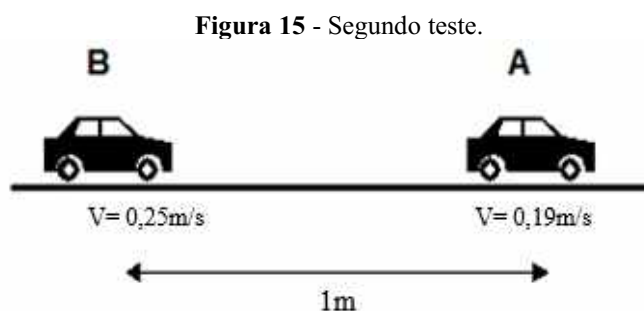
- ✓ Equipe A: $S = 2$ metros, tempo = 10,5 s velocidade = 0,19 m/s
- ✓ Equipe B: $S = 2$ metros, tempo = 8 segundos, velocidade = 0,25m/s

A Figura 14 revela o primeiro teste realizado entre as equipes.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Após esse experimento, pedimos às equipes que deixassem o carro mais rápido na posição de largada, enquanto o carro com a menor velocidade ficasse um metro acima do ponto inicial a fim de, registrarmos o tempo que o carro mais rápido encontraria o menos rápido, somente para encontrarmos o instante t que a Equipe B encontraria a Equipe A e a distância da posição inicial (S_0) de B em que ocorreria o encontro. Fizemos assim para que, novamente, com outros valores, os discentes pudessem modelar outro movimento.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Para encontrarmos o instante em que B alcançaria A, bastava que as equipes encontrassem as funções horárias dos carrinhos e as igualassem. Deixamos os educandos encontrarem a solução do problema. Desse modo, cada equipe se deparou com a função horária igual a: $S_A = S_{0A} + V_A \cdot t$ e $S_B = S_{0B} + V_B \cdot t$. Substituindo os valores, encontraram: $S_A = 1 + 0,19 \cdot t$ e $S_B = 0 + 0,25 \cdot t$. Após isso,

igualaram as equações: $S_B = S_A$ e substituíram a posição inicial e a velocidade de cada carro: $0 + 0,25 \cdot t = 1 + 0,19 \cdot t$, encontrando: $t = \frac{1}{0,06}$ e chegando ao instante: $t = 16,66s$.

Para a distância da posição inicial de B em que ocorre o encontro, os discentes encontraram o tempo. Entenderam que a modelagem do movimento B se tratava da mesma modelagem do primeiro teste e que agora bastava substituir o tempo aqui encontrado na função horária pois, a velocidade de cada veículo seria a mesma. Assim o fizeram, e encontraram, de maneira correta, a função horária $S_B = 0 + 0,25 \cdot t \Rightarrow S_B = 0,25 \cdot 16,66$ logo, $S_B \approx 4,17m$ logo.

As duas equipes chegaram à mesma distância em que o carro da Equipe B encontraria o carro da Equipe A. Assim, finalizamos a parte de testes realizadas virtualmente entre as equipes. Esperamos que em outras oportunidades possamos continuar com esse trabalho utilizando o teste dos carrinhos no sentido contrário e, se possível, com mais equipes envolvidas, desde que não ultrapassem da quantidade de alunos para se trabalhar a metodologia PBL.

6.3 A Utilização do modelo matemático na robótica para a testes de carros

Até aqui, após as aulas no laboratório de robótica, onde concretizamos a montagem, programação e os testes com o controlador Rc, os dois testes realizados com os carros foram realizados virtualmente. Os registros foram feitos com a observação participante. Os discentes já tinham estudado função e MRU, haviam realizado a sequência contendo gráficos; portanto, o objetivo principal desta atividade era relacionar as informações obtidas na criação dos carrinhos com seus testes e, através delas, os discentes conseguissem modelar os dados encontrados e, de maneira lúdica, pudessemos trabalhar a interdisciplinaridade com eles. Após os testes, pedimos que os discentes fizessem os gráficos da função horária encontrada.

Na primeira experiência, a função horária e o gráfico encontrado de cada um dos carros das equipes se encontra na Tabela 9.

Tabela 9 - Primeiro teste

Equipe A: $S = S_0 + V \cdot t$, como a velocidade era de 0,19 m/s, temos $S = 0 + 0,19t$.
Equipe B: $S = S_0 + V \cdot t$, como a velocidade era de 0,25 m/s, temos $S = 0 + 0,25t$.

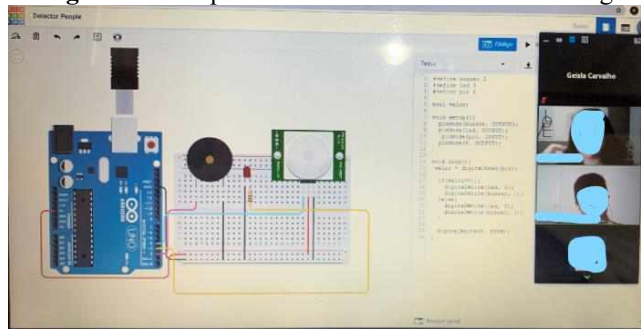
Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Com a colaboração do professor de robótica, fizemos perguntas e obtivemos respostas dos discentes, a partir das quais chegamos à seguinte conclusão:

- ✓ No primeiro experimento, o espaço inicial era sempre 0 (zero) porque todos os carros saíram da mesma posição inicial (início da largada);
- ✓ Ao substituímos os valores do tempo de cada função horária, encontraríamos, aproximadamente, dois metros;
- ✓ E equipe B, como teve a função com maior velocidade, tem a reta mais inclinada, e a função com menor inclinação era da equipe A, que tinha a menor velocidade;
- ✓ Alguns valores foram obtidos aproximados.

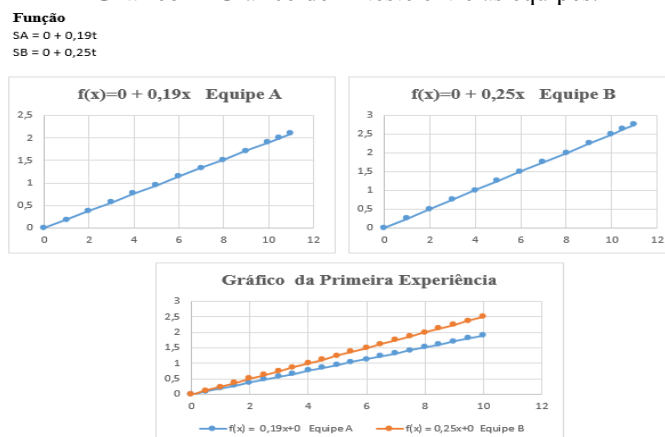
A Figura 16 mostra a interação entre os alunos na utilização do aplicativo Zoom Meeting. Já o gráfico 2 revela o primeiro teste realizado entre as equipes modelados pelos alunos através do Excel.

Figura 16 - Etapa realizada através do zoom meeting.



Fonte: Elaborado pelos autores(2021)

Gráfico 1 -Gráfico do 1º teste entre as equipes.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Somente após confecção do gráfico do primeiro teste é que os alunos perceberam que a Equipe B foi melhor na competição. Até então, a velocidade máxima e o tempo mínimo foram eles que o fizeram; porém, os estudantes não tinham assimilado o espaço percorrido. Nesse sentido, o gráfico pôde ajudá-los na compreensão da sequência aplicada.

O segundo teste: A Equipe B teve seu carro com velocidade maior do que o da Equipe A. Após a verificação do movimento dos carrinhos, fizeram uma comparação, modelaram a função horária do movimento e criaram gráficos. Posicionou-se o carro mais devagar, agora no, $S_0 = 1$.

Tabela 10 - Segundo teste.

Equipe A: $S = S_0 + V \cdot t$, como a velocidade era de 0,19 m/s, e o ponto de partida é 1 metro depois, temos $S = 1 + 0,19t$.
Equipe B: $S = S_0 + V \cdot t$, como a velocidade era de 0,25 m/s, temos $S = 0 + 0,25t$.
Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Em nossas observações, foram feitas anotações de que após aproximadamente entre 16,66 segundos, o carro com maior velocidade (Equipe B) encontraria o carro com menor velocidade (Equipe A) no quilômetro 4,16m. Com a nossa ajuda, fomos dando dicas para que eles mesmos viessem a montar seus gráficos e tirassem suas conclusões. Os gráficos foram feitos na planilha do Excel. Enquanto criavam os gráficos, os alunos perceberam que a reta tem o significado de o carro não sair do ponto de origem. Diante disso, eles chegaram à conclusão e foram nos relatando o seguinte:

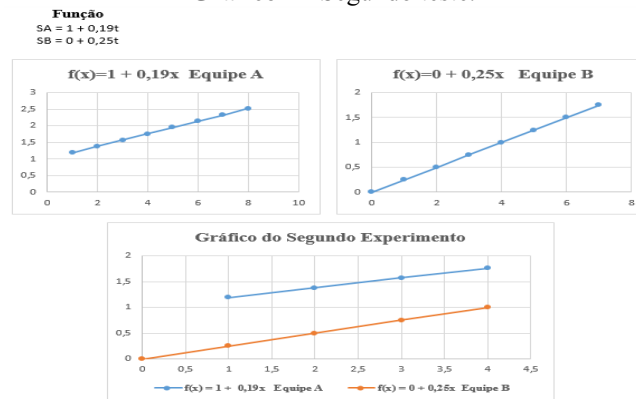
- ✓ O espaço inicial do carro mais rápido (Equipe B) era 0 (zero) porque o carro partiu da posição inicial (início de largada);
- ✓ O espaço inicial do carro menos rápido (Equipe A) era igual a 1 (um) porque o carro saiu um metro depois da posição inicial (início de largada);
- ✓ Substituindo o valor de aproximadamente 16,66 segundos (ponto de encontro entre os carros) em cada função horária, nos depararíamos com a mesma distância (4,16 metros) percorrida igualmente para os dois carros.

Tabela 11 - Instante de encontro dos carros.

$S = S_0 + V \cdot t = 1 + 0,19 = 1 + 0,19 \cdot 16,66 = 4,16m.$
$S = S_0 + V \cdot t = 0 + 0,25 = 0 + 0,25 \cdot 16,66 = 4,16m.$
Fonte: Elaborado pelos autores.

Apresentamos, a seguir, o gráfico do segundo teste realizado pelos alunos, através do Gráfico 3.

Gráfico 2 - Segundo teste.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

É bom salientarmos que, tanto para os gráficos 2 e 3 os alunos realizaram medidas de posição e tempo. Como falamos nos Experimentos testes entre os carros e no guia de aplicação que faz parte do produto deste trabalho. Para a medida do tempo os alunos utilizaram o smartphone enquanto, para a velocidade usaram o bluetooth, controlado por Rc, o código usado na programação deste aplicativo se encontra nesta mesma seção. Com ele foi possível determinar a velocidade de cada carrinho.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a atividade no laboratório, o aluno, de maneira lúdica, construiu em equipe seu carro, fez sua programação e participou dos testes entre os protótipos, assim como registrou os dados referentes à velocidade, ao tempo e ao espaço. Ainda em um ambiente lúdico, a partir destes dados coletados, fizemos a conexão necessária para mostrar todo o desenvolvimento do aluno no laboratório de robótica com o movimento retilíneo uniforme, e, conseqüentemente, com seus gráficos de função afim. Através da observação participante, anotamos alguns comentários de alguns estudantes, o que nos permitiu verificar que a criação dos gráficos facilitou com que os alunos pudessem entender o que lhes era ensinado em sala de aula e visto nos livros didáticos sobre a temática de função afim e movimento retilíneo uniforme.

Essa metodologia contribuiu bastante para o conhecimento do nosso aluno sobre funções afins e movimento retilíneo uniforme, de uma maneira interdisciplinar. Acreditamos que quando eles chegarem ao Ensino Médio, se lembrarão dessa experiência de forma significativa. Por isso, esperamos que essa experiência sirva para a continuação de seus estudos.

7.1 Resultados da Sequência Didática

Uns dos objetivos desta pesquisa foi estimular os discentes a serem mais investigativos, críticos e criativos, além de motivá-los na obtenção de conhecimento, por meio dos conceitos adquiridos em aula e da prática implementada em uma aplicação robótica. Eles iniciaram a atividade com o kit de robótica. A Figura 17 revela o momento 1, a construção do produto, e a figura 18 o momento 2, programando o produto.

Figura 17 - Momento 1 - Montando o robô.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Figura 18 - Momento 2 - Programando o produto.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Os discentes utilizaram o Tinkecard na realização de testes do programa. Para fazer com que o carrinho andasse para frente, programaram a rotina pré-definida de andar para frente. A Figura 19 mostra esta rotina e a Figura 20, momento 3, mostra os alunos testando o produto.

Figura 19 - Rotina Pré-Definida de andar para frente.

```
void andarFrente() {
    digitalWrite(pinI1, HIGH);
    digitalWrite(pinI2, LOW);
    digitalWrite(pinI3, LOW);
    digitalWrite(pinI4, HIGH);
    analogWrite(pinEA, 160);
    analogWrite(pinEB, 168);
}
```

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Figura 20 - Momento 3 - teste do Produto Robótico.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

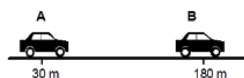
Durante o desenvolvimento, para a programação do robô, cada grupo podia usufruir de alguns minutos para a execução e verificação das suas rotinas. Dessa forma, no tempo em que uma equipe testava a rotina encontrada, a outra procurava se aperfeiçoar na programação. A seguir, apresentamos os resultados, e uma análise complementar das atividades desenvolvidas pelos alunos.

Atividade 1

Figura 21 - Sequência Didática -primeira atividade.

Atividade 1

Dois carros, A e B, de dimensões desprezíveis, movem-se em movimento uniforme e no mesmo sentido com velocidades iguais a 20 m/s e 15 m/s, respectivamente. No instante $t = 0$, os carros encontram-se nas posições indicadas na figura.



Determine:

- depois de quanto tempo A alcança B;
- em que posição ocorre o encontro.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Esta atividade tem por objetivo mostrar aos discentes que no MU o móvel desloca-se em linha reta e com velocidade constante. Percorre também espaços iguais, em intervalos de tempos iguais. Serviu também para que pudessem compreender o processo de utilização educacional no recinto escolar, programar o robô, verificar a execução, analisar o comportamento, reparar os erros e realizar novos testes, até que as atividades fossem executadas por eles.

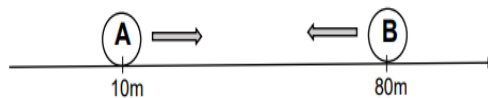
Atividade 2

Como os educandos já conheciam a arquitetura do robô, nesta atividade as questões abordadas foram: 1) Mesma direção; b) Sentidos Opostos; e c) Velocidades diferentes e Constantes. A questão 2 coloca dois carros na mesma direção, mas com sentidos opostos e velocidades diferentes, a fim de que os discentes pudessem responder à seguinte pergunta: “Quais são as características do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)?”. O gráfico 4 representa as respostas desta pergunta.

Figura 22 - Sequência didática - segunda atividade.

Atividade 2

Dois carros estão sobre a mesma trajetória, logo com mesma direção, porém, com sentidos opostos e velocidades de 10m/s e 25 m/s respectivamente.



Encontre o instante de encontro entre os móveis A e B.

Gráfico 3 - Análise do questionário sobre o produto educacional com o carrinho no plano.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A proposta da robótica em relação à educação não estava ainda clara para os discentes. Ao responder uma questão mais complicada ou desafiadora, o educando conjectura que precisa respondê-la, mas, na verdade, é o processo de aprendizagem que está acontecendo no tempo necessário para cada equipe.

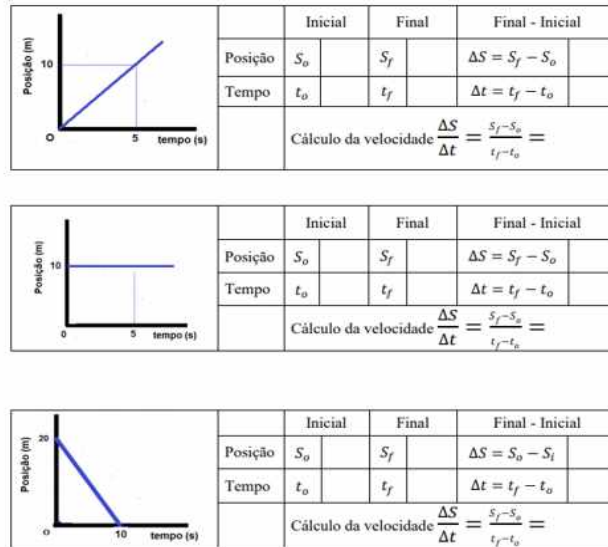
Atividade 3

Os discentes encontraram maior facilidade em resolver essa questão, que se relaciona a interpretação de gráficos de função afim, refletindo, desse modo, que o aprendizado anterior ajudou na resolução.

Figura 23 - Sequência Didática - terceira atividade.

Atividade 3

Encontre a velocidade média escalar, em cada situação para isso utilize os gráficos:



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

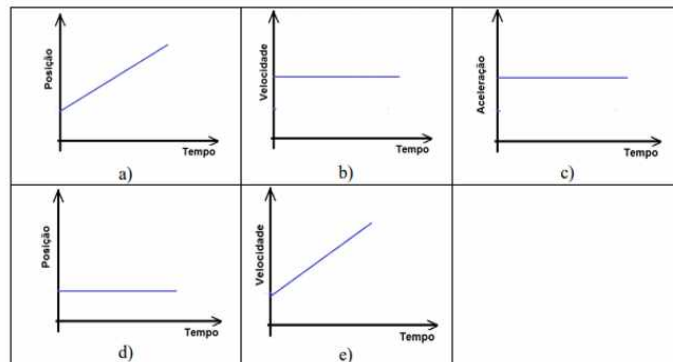
Alguns discentes (15% da amostra) disseram que não conseguiram responder à questão. O que dificultou foi a física, e não a robótica, uma vez que esses mesmos educandos conseguiram responder às atividades anteriores. Para respondê-la, eles poderiam usar o Teorema de Pitágoras, caso não conseguissem se lembrar dos conceitos de MRU e assim, responder à segunda parte desta atividade. Precisariam calcular o tempo a ser utilizado no deslocamento do robô e poderia usar as variações do espaço e da velocidade ou mesmo da hipotenusa do triângulo retângulo e assim, desenvolveriam a atividade com mais segurança. As questões abordadas foram: 1) deslocamento do robô; 2) trajetória do robô; e 3) análise gráfica.

Atividade 4

Nesta questão, o educando deveria descobrir qual gráfico que representa um movimento com velocidade constante. Identificamos dificuldades por parte deles na compreensão da aplicação entre a relação do tempo percorrido pelo robô e da velocidade.

Figura 24 - Sequência Didática - quarta atividade.**Atividade 4**

Qual dos gráficos representa um movimento com velocidade constante?

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

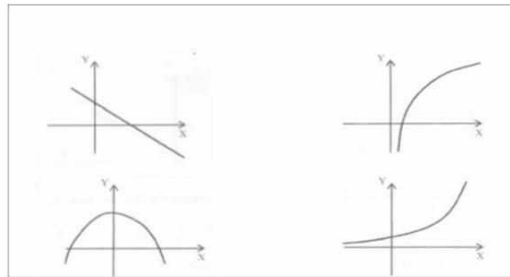
A análise errônea, pela maioria deles, foi imaginar um mapa geográfico plano, em que os eixos coordenados da função, ou seja, do MRU, seriam latitude e longitude. Com isso, percebemos que, além de permitir seu aprendizado, a robótica educacional não somente ampliou este conhecimento, como também ajudou a auxiliar o educador nas explicações de conceitos teóricos ministrados em sala de aula, limitações que são resultados da dificuldade em apresentar as atividades propostas e que podem oferecer pistas importantes sobre suas reais capacidades de assimilação e compreensão dos conteúdos (LA TAILLE, 1997). Sendo assim, o educador precisa ter uma visão reflexiva sobre o método tradicional de ensino e ser limitador da compreensão do educando de alguns conceitos matemáticos e físicos na prática, em uma atividade de investigação, como descrito por La Taille (1997, p. 31): “Deve-se sempre partir do que a pessoa sabe ou pensa saber para que aprenda e se desenvolva. Fazer de conta que ela nada pensa, de que ela nada sabe, não somente a humilha como a leva a confundir aquilo que, por conta própria, elaborou com o que lhe é ensinado”.

Atividade 5

Essa questão teve como objetivo a compreensão dos fundamentos de uma Função Afim e, ao mesmo tempo, de conceitos como relação espaço x tempo e representação gráfica, na qual o discente usa o carrinho “robô” como seu aliado para resolver as atividades, compreendendo o conteúdo facilmente. Nesta atividade, o aluno faz o carrinho se movimentar e realiza os cálculos necessários para encontrar o tempo e o espaço percorrido pelo protótipo. Somente, depois tira suas conclusões. A Figura 25 da atividade 5, a seguir, tinha por objetivo mostrar que o gráfico da função afim é similar como o do MRU.

Figura 25 - Sequência Didática - quinta atividade.
Atividade 5

Entre os gráficos abaixo, o único que representa uma função do tipo $y = ax + b$ é:



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A lista foi aplicada aos discentes para análise dos resultados. As respostas para pergunta avaliativa: “Quais são as características do MRU?” foram 50% para a aceleração é nula; 33% para velocidade do corpo é constante e 17% disseram que se desloca em tempo e distâncias iguais por não ter aceleração. Os educandos demonstraram melhor compreensão da teoria de funções do que de MRU, mas, mesmo assim eles levantaram debates e solucionaram suas dúvidas.

7.2 Resultados do questionário

Com o objetivo de saber porque da robótica desperta o interesse dos alunos e qual a eficácia de se utilizar esse método para auxiliar no aprendizado, foi aplicado um questionário aos alunos, a fim de poder entender o que eles pensavam sobre o conteúdo do movimento retilíneo uniforme, função afim e robótica educacional. As perguntas verificavam o porquê de a robótica chamar atenção dos alunos, se a melhora delas era visível e como ela ocorria, além de verificar a opinião deles sobre a implementação dessas atividades na sala de aula.

O início do questionário foi apenas para verificarmos quantos dos alunos eram do sexo feminino ou masculino. Trata-se de uma pergunta fechada apenas, com duas opções. Como resposta, tivemos três discentes do sexo masculino e um feminino. A Figura 26 mostra a pergunta e as respostas dos estudantes.

Figura 26 – Sexo dos alunos.

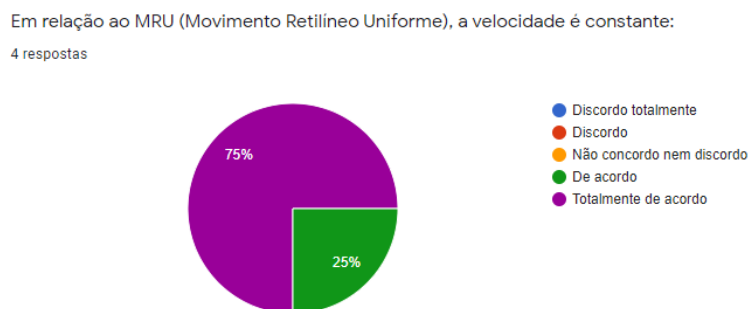
Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A segunda pergunta foi referente à idade dos envolvidos na experiência, e a maioria responderam entre 12 a 18 anos. Mas, se trata de alunos entre 12 e 13 anos. Esta questão também é de caráter fechado.

Figura 27 - Idade dos alunos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A próxima pergunta desta etapa se trata de pergunta aberta. Esperávamos que os alunos respondessem a esta questão como sendo um movimento retilíneo uniforme com velocidade constante, e as respostas foram condizentes. É possível verificar isso através da Figura 28.

Figura 28 – Início - 1ª pergunta e respostas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Além disso, vimos que os participantes responderam de forma correta, pois, realmente. O movimento retilíneo uniforme ocorre com velocidade constante e em uma trajetória reta, tendo os intervalos de tempos iguais e o móvel percorre a mesma distância. Esse início foi importante para a compreensão do conteúdo.

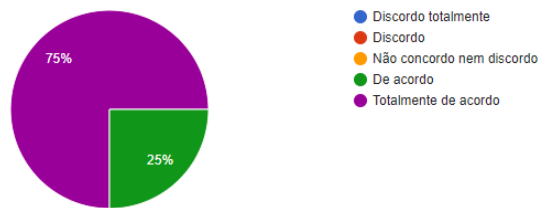
A terceira pergunta também trata da temática dessa dissertação e nosso objetivo foi o mesmo da questão anterior, sabermos se os alunos têm algum conhecimento sobre função afim. Afinal, esses dois conteúdos lecionados em disciplinas diferentes foram importantíssimo para o desenvolvimento do projeto “carrinho”.

Além disso, gostaríamos de saber se os alunos conseguiriam identificar a semelhança dessas duas temáticas, que apesar de serem ensinadas, uma na física e outra na matemática, têm praticamente o mesmo desígnio. Então, as respostas foi de acordo com que esperávamos. Essa questão parte das perguntas fechadas, e é possível verificar isso na Figura 29.

Figura 29 – Parte I - 2ª pergunta e respostas

Em relação a Função Afim podemos dizer que sua lei de formação é $f(x) = ax + b$, onde a e b são os coeficientes? Chamamos a (de coeficiente angular) e b (de coeficiente linear)?

4 respostas



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Para a quarta questão, a maioria dos alunos, ou melhor, 75%, responderam que estão totalmente de acordo e que, realmente, a velocidade é constante no movimento retilíneo uniforme. Apenas 25% responderam que estão de acordo, o que, para nós, é correto, pois, realmente, a velocidade neste movimento é constante, como revela a Figura 30.

Figura 30 - Parte I – 3ª pergunta e respostas.

1) Como você classifica as atividades com aprendizagem intuitiva de dados que você participou ao criar o carrinho usando o Arduino para programá-lo?

[Ver opções](#) ▾

☒ Ótimo

2 respostas

☒ Bom

2 respostas

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Já a quinta, além de ser fechada, é a última pergunta que fizemos no início do questionário, e ela foi elaborada apenas no intuito de sabermos se os alunos tinham noção do que seria lei de formação da função afim e se conseguiriam discernir entre o que seria coeficiente angular de coeficiente linear. A maioria deles, 75%, entendeu que “a” e “b” é o mesmo que chamarem dos coeficientes angulares e lineares. Enquanto, 25% disseram estar de acordo, o que indica que todos responderam de acordo com o esperado, como mostra a Figura 31.

Figura 31 - Parte I – 4ª pergunta e respostas.

Quais são as características de uma Função Afim?

4 respostas

É linear né o mesmo que o gráfico é uma reta.

As mesmas do movimento retilíneo uniforme.

A função afim é linear ou seja passa por uma reta.

A função é linear ou seja, vimos que uma funcionardes tipo é igual a do movimento retilíneo uniforme porque a velocidade é constante. Acho que é isso mesmo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Portanto, a parte II do questionário se trata de duas questões abertas e sete fechadas. Essa parte foi criada para sabermos sobre a experiência que os alunos tiveram sobre a proposta didática aplicada e também a experimentação de baixo custo, utilizada por eles na montagem e criação do código, para fazer com que o “carrinho robô” andasse para frente. A Figura 32 mostra a primeira pergunta e as respostas respondidas nessa etapa.

Figura 32 – Parte II – 1ª pergunta e respostas.

Quais São as Características do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)?

4 respostas

É uma reta acredito que isso é a característica do movimento.

O Movimento Retilíneo Uniforme é uma reta.

É o movimento que ocorre com velocidade constantes numa reta.

A característica é que ele se movimenta em linha reta.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Para esta questão, esperávamos esse tipo de respostas, já que os alunos participantes fazem parte do projeto de robótica do colégio, e acreditamos que esse tipo de atividade o que se altera das ensinadas é a inserção da interdisciplinaridade na criação do carrinho. Nesse sentido, 50% deles responderam que a participação foi boa, e 50% disseram que foi ótima.

Para a segunda pergunta e respostas da parte II do questionário, indagamos aos alunos se eles aprenderam com aulas teórico-práticas e pedimos para comentarem. As respostas que obtivemos foram bastante gratificantes, porque entendemos que, realmente, os objetivos propostos estavam sendo cumpridos. A resposta que mais nos chamou a nossa atenção foi a de: “*Aprendi que é possível usar aulas de robótica com as disciplinas da escola*”. Realmente, trabalhar com a interdisciplinaridade é mesclar todas as disciplinas numa só prática, como mostra a Figura 33.

Figura 33 - Parte II – 2ª pergunta e respostas.

2) Você considera ter aprendido alguma coisa? O quê? Comente sua resposta.

Aprendi que é possível usar aulas de robótica com as disciplinas da escola.

1 resposta

Aprendi que a robótica tem tudo a ver com a física e a matemática.

1 resposta

Sim, é tudo a mesma coisa o gráfico delas é sempre uma reta.

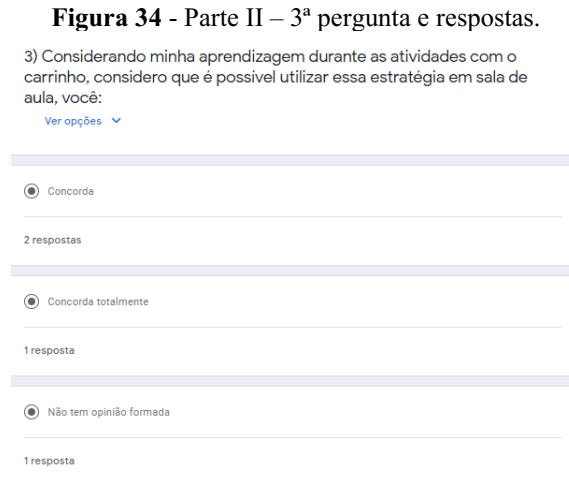
1 resposta

Sim a trabalhar com gráfico.

1 resposta

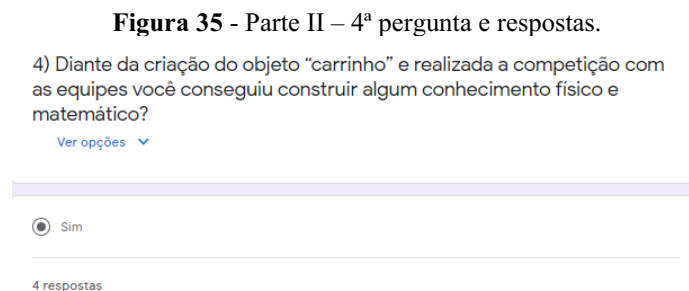
Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A próxima pergunta, ainda da parte II, retrata a aprendizagem dos alunos em considerar a estratégia usada na pesquisa em sala de aula. Obtivemos 90% das respostas como quem concorda e concorda totalmente, apenas 10% disseram não ter opinião própria. Esta pergunta foi importante, pois através dela verificamos que os discentes gostaram da estratégia utilizada. É o que nos mostra a Figura 34.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A quarta pergunta referente a Figura 35 revela o teste realizado entre as equipes e, se através dele, os alunos conseguiriam construir alguns saberes físicos e matemáticos. Nesse sentido, 100% dos discentes responderam que sim, e nós acreditamos que realmente eles gostaram, uma vez que alcançaram o objetivo principal da atividade.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A quinta pergunta foi elaborada a fim de sabermos sobre quais conhecimentos físicos e matemáticos os alunos adquiriram com as atividades propostas. A maioria dos discentes disse que os saberes aprendidos foram função afim e movimento retilíneo uniforme, mas identificamos uma resposta em que o aluno ponderou o seguinte: “*Eu tive dificuldade para entender no início, mas*

quando vi os carrinhos e os gráficos entendi que a função afim é a mesma coisa que o movimento retilíneo uniforme”.

A Figura 36 mostra as respostas dos alunos quanto a 5ª questão, no entanto, percebemos que 100% responderam que aprenderam o conteúdo proposto na sequência didática e este seria a base para o teste dos carrinhos. As respostas foram as esperadas, pois, imaginávamos que os discentes poderiam ter alguma dificuldade quanto à realização dos gráficos. Afinal, a preocupação com relação à Educação Estatística no que concerne à “leitura, interpretação e compreensão de gráficos e Tabelas, estão crescendo significativamente, uma vez que as pessoas se confrontam com inúmeras situações que exigem essas habilidades, conhecimentos e saberes” (FERNANDES; SANTOS JUNIOR, 2014, p. 41).

Figura 36 - Parte II – 5ª pergunta e respostas.

5) Caso tenha marcado sim para a questão anterior responda qual conhecimento físico e matemático adquiriu?

Eu tive dificuldade para entender no início mas quando vi os carrinhos e os gráficos entendi que a função afim é a mesma coisa que o movimento retilíneo uniforme.

1 resposta

Consegui entender que a função afim é a mesma coisa que o movimento retilíneo uniforme.

1 resposta

Entendi que a função afim e o movimento retilíneo é a mesma coisa.

1 resposta

Função afim e movimento retilíneo uniforme.

1 resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A sexta pergunta elaboramos mesmo tendo conhecimento que os alunos no projeto de robótica montam e programam carrinhos. Nosso interesse nesta pergunta era saber se eles aprenderam física e matemática na construção do protótipo e se foi causado neles o despertar em aprender as disciplinas supracitadas. Como já esperávamos, nessas respostas pudemos perceber que 90% responderam que aprenderam quando marcaram na enquete da pergunta, e 10% marcaram que concordam. Usamos a robótica apenas para mostrar que é possível usar a teoria de qualquer disciplina e atrelá-la à prática do experimento. Além disso, quando essa teoria não é aquela ensinada de forma tradicional, e sim lúdica. A Figura 37 confirma isso.

Figura 37 - Parte II – 6ª pergunta e respostas.

6) A construção do carrinho robô despertou-me interesse em aprender Física e Matemática, você:

[Ver opções](#) ▼

☒ Concorda totalmente

3 respostas

☒ Concorda

1 resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A sétima pergunta foi elaborada apenas para confirmarmos o que já sabíamos. Como as equipes, em outras ocasiões, ganharam medalhas de robótica, acreditávamos que cada um deles teriam interesse em construir seu próprio protótipo. Por isso, 90% responderam que existiam interesse em construir seu produto próprio. Nesta pergunta, também obtivemos êxitos, conforme mostra a Figura 38. A robótica educacional não só facilita a compreensão de conteúdos curriculares, como desenvolve habilidades essenciais para o futuro dos alunos.

Figura 38 - Parte II – 7ª pergunta e respostas.

7) A construção do carrinho robô criado com a placa Arduino despertou-me interesse em construir meu próprio protótipo. Protótipo é o mesmo que aquilo que serve de modelo para futuras criações, você:

[Ver opções](#) ▼

☒ Concorda

3 respostas

☒ Concorda totalmente

1 resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A oitava pergunta foi apenas para verificarmos se tivemos êxito na aplicação das atividades teórico-prática. Gostaríamos de saber se essas atividades contribuíram, ou não, para o aprendizado dos alunos. Com isso, pudemos perceber que 100% assinalaram que concordam com a questão. Então, percebemos que os discentes não entenderam a pergunta ou realmente concordaram que a atividade pouco contribuiu para o seu aprendizado.

Figura 39 - Parte II – 8ª pergunta e respostas.

8) Como você classifica o seu aprendizado na construção do carrinho robô, acredita que ao construir este protótipo pouco contribuiu para o seu aprendizado?

[Ver opções](#) ▼

☒ Concorda

4 respostas

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A nona e última pergunta da parte II é similar com a da 8ª. Por isso, acreditamos que houve alguma interpretação errada por parte dos alunos ao respondê-la, já que, nesta questão, 90% dos discentes assinalaram terem adquiridos conhecimentos físicos e matemáticos na finalização do “carrinho”. Para que o ensino da robótica seja, de fato, um diferencial na aprendizagem do aluno, e não apenas um discurso vazio sobre o uso da tecnologia no ambiente escolar, é preciso ter objetivos claros do que quer com essa metodologia. De acordo com as respostas dos alunos, a Figura 39 revela nosso equívoco na construção desta pergunta, acreditamos que se tivéssemos realizados os testes com os questionários antes de termos enviados aos alunos, não haveria este erro. Ao verificarmos a Figura 40, ficou claro que os discentes não conseguiram interpretar a questão do jeito que esperávamos.

Figura 40 - Parte II – 9ª pergunta e respostas.

9) Ao assimilar a construção do carrinho robô com os conhecimentos abordados dos conceitos físicos e matemáticos você acredita que conseguiu construir conhecimento após a finalização do protótipo?

[Ver opções](#) ▼

☒ Concorda

3 respostas

☒ Concorda totalmente

1 resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Quanto à aprendizagem – Parte I e a Implementação da Proposta Didática - Parte II.

A primeira pergunta desta parte faz questionamentos aos alunos quanto à utilização da placa *Arduino*, e, em caso afirmativo, qual foi o seu contato com ele. Nesse sentido, 50% dos discentes disseram ter tido contato, enquanto os outros 50% responderam que não. Podemos observar essas respostas na Figura 41 a seguir. Um fator interessante é que os estudantes que afirmaram ter tido

contato já estudam no colégio e participam do projeto robótico, enquanto os demais eram de outras escolas. Portanto, quando dissemos ser interessante, concordamos com Perrenoud (2000), que afirma que:

As tecnologias novas não poderiam ser indiferentes a nenhum professor, por modificarem as maneiras de viver, de se divertir, de se informar, de trabalhar e de pensar. Tal evolução afeta, portanto, as situações que os alunos enfrentam e enfrentarão, nas quais eles pretensamente mobilizam e mobilizarão o que aprendem na escola. (PERRENOUD, 2000, p. 138).

Figura 41 - Partes I e II – 1ª pergunta e respostas.

1) Em sua escola você já havia utilizado a placa Arduino? Em caso positivo, fale qual foi o seu contato anteriormente com ele.

4 respostas

Sim, o contato foi nas aulas de robótica.

Não, eu estudava em outra escola. Utilizei agora.

Sim

Não

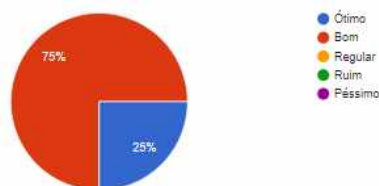
Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A segunda pergunta é sobre o gostar de estudar matemática antes da experiência, sendo que 50% responderam que gostavam, enquanto 25% afirmaram que não gostavam e 25% dos discentes nem concordaram e nem discordaram. A motivação no aprendizado em Matemática, segundo Daher e Moraes (2007), consiste num processo de ensino que requer interesse em se criar estratégias na abordagem dos conteúdos. Sendo assim, está lançado o grande desafio da maioria dos professores: “provocar” no aluno o interesse pelo conteúdo proposto. Experiências reais demonstram a veracidade dessa vertente do ensino. Essa relação interfere abertamente nos resultados que são esperados para tal propósito de aprendizagem, uma vez que se tenha comprometimento na busca constante por novas perspectivas de ensino; por conseguinte, existirá um aluno capaz de compreender o real significado da busca por resultados coerentes com a necessidade de cada aplicação matemática. A Figura 42 revela as respostas dos alunos quanto ao experimento realizado na competição dos carrinhos e os conceitos aprendidos de Função Afim e MRU.

Figura 42 - Partes I e II – 3ª pergunta e respostas

3) Como você classificaria o experimento realizado na competição dos carrinhos como uma ferramenta de ensino a ser levado para a sala de aula de modo a ensinar os conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme e de Função Afim?

4 respostas



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Concomitante com relação às respostas alcançadas, foi investigado que houve uma melhora na capacidade de concentração dos alunos, além de ser notado que agora eles exprimem mais para elaborar uma resposta final, quando questionados. Uma possível resposta para isso vem do fato de que, fundamentalmente, os movimentos do carrinho robótico chamam atenção, principalmente, quando estão utilizando alguns sensores como o de seguir faixa, estimulando, assim, o aluno a prestar a devida atenção no que está acontecendo.

Ademais, semelhante aos resultados, os participantes, ao invés de perderem o interesse pelo protótipo montado por eles com os kits de robótica CodeKids, começaram a apresentar comportamentos de cuidado com o equipamento. De um modo geral, os estudantes eram indagados sobre algum conceito aprendido nos trabalhos realizados anteriormente, e eles sabiam responder. No entanto, foi verificada uma resposta que não esperávamos, e isso foi justificado, na maioria das vezes, por se tratar de alunos que não tiveram aulas presenciais, por causa do problema atual vivido em nosso país, a pandemia do Covid 19, o que ocasionou aulas remotas desde o início do ano letivo. Talvez o erro foi nosso em fazer uma pergunta que eles não conseguiram interpretar. Mas, no final, conseguimos chegar aos objetivos propostos.

7.3 A última etapa

Aulas remotas fornecem a continuação da preparação do aluno através do conhecimento que garante a aprendizagem na construção do saber, por meio de recursos tecnológicos, só que a distância. Além disso, no contexto do coronavírus, ocorreu a suspensão das aulas presenciais no início do ano de 2020. O Ministério da Educação, em caráter excepcional, divulgou e tem prorrogado uma portaria que autoriza a retomada das disciplinas em andamento por meio de aulas on-line e atividades remotas.

A medida é válida para universidades federais, faculdades privadas e outras unidades de ensino. Logo, pensamos em utilizar, em nossas pesquisas para o teste dos carrinhos, o aplicativo Zoom Meeting.

Com o Zoom Meeting, é possível criar uma reunião virtual e ter um encontro de pessoas por meio de algum dispositivo conectado à internet. Para realizar uma reunião virtual, podem ser usados computadores de mesa, computadores portáteis, smartphones (celulares inteligentes) ou tablets. Ainda mais, para uma melhor experiência de reunião virtual são usados aplicativos com programas instalados no computador ou celular que permitem com que os alunos participantes interatuem com áudio e vídeo, além de possibilitar com que o compartilhamento de arquivos entre todos os integrantes.

Escolhemos este aplicativo por ser gratuito e podemos realizar chamadas com até 100 participantes, com um limite de 40 minutos por vídeochamada com mais de duas pessoas. Passados esses 40 minutos, a chamada é finalizada. Realizamos alguns encontros para a fase final e a concluímos com êxito, mesmo como os desafios de recursos tecnológicos, em diferentes formatos de conteúdo e ambientes virtuais de aprendizagem.

Afinal, tecnologia é um elemento da ciência e da engenharia que submerge um conjunto de instrumentos, procedimentos e técnicas que aspiram a resolução de problemas. É uma aplicação estudo do conhecimento científico em diversas áreas de pesquisa. O termo tecnologia educacional remete à arte de recursos tecnológicos como ferramenta para aprimorar o ensino, ao usarmos a tecnologia a favor da educação, concedendo acréscimo socioeducativo e melhor acesso à informação. O grande mecanismo que traz inúmeros acréscimos sociais e educacionais é o computador.

Ao empreenderem com atividades em grupos, a internet permite que todos divulguem seus conhecimentos e outorguem opiniões, o que ocasiona a experiência prévia dos alunos, provocando neles um interesse ainda maior, pois esses experienciam a parte ativa e importante do processo de aprendizagem. Enfim, o uso de tecnologia favorece esta interação entre eles.

Esse foi um dos motivos pelo qual escolhemos as novas tecnologias para finalizarmos a última etapa do experimento. Dessa maneira, esperamos contribuir para a superação das limitações vividas em tempo de isolamento social, limites estes que impedem docentes e discentes de melhorarem suas capacidades de ensino e aprendizagem. Na íntegra, quando utilizamos objetos de aprendizagens digitais, permitimos dar novos significados ao aprendizado e, ao mesmo tempo, promover a inclusão social, pois serão concedidas aos alunos igualdades de oportunidade educativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A robótica educativa, com o uso de um robô de baixo custo, pode ser uma ferramenta de auxílio ao ensino capaz de colocar “a escola à altura do seu tempo”. Esta investigação mostrou resultados que estabeleceram relações e semelhanças na utilização de um robô, baseado na arquitetura *Arduino*, nas disciplinas de física e matemática. Os resultados comprovaram que a robótica educacional suscita o interesse dos educandos na resolução de desafios, torna o conteúdo ainda mais relevante e permite a compreensão na temática abordada. Além disso, os conteúdos estudados em sala de aula podem ser assimilados no ensino de robótica e com o cotidiano do aluno.

Os procedimentos de trabalho autônomo de Libâneo (2004) e ambientes de aprendizagem de matemática, com referências à realidade, de Skovsmose (2001; 2008), oferecem maior sustentação ao modelo sugerido de atividades experimentais para robótica educacional. O tutorial sobre função afim e MRU permitiram que os discentes tivessem não somente uma vivência real de investigação, mas que fossem provocados a procurar melhor concepção da teoria. Vale destacar a importância dos diferentes ambientes de aprendizagem. De acordo com Skovsmose (2001; 2008), ele tem sua relevância no processo de aprendizagem, e a alternância entre os métodos possibilita ampliar o aprendizado e perspectivas de visão crítica da matemática.

O uso de um robô com caráter físico e rotinas pré-planejadas tornou possível com o incremento das atividades no tempo estabelecido de forma precisa, externando que a robótica é uma ferramenta eficiente e adequada ao tempo disponível pelos educadores, na concretização de atividades realizadas no laboratório. Empregar um cenário investigativo fundamentado em robótica educacional provoca maior proveito ao educando na inclusão da teoria e na investigação do exercício, comprovando, assim, que a robótica pode ser um instrumento auxiliar para atividades investigativas.

Com a sequência didática, foi possível perceber dificuldades de aprendizagens dos educandos. Nesse sentido, sugerimos reforçar o conteúdo assim que o educador captar algum problema, tal qual propor atividades que atraiam o discente a ir em busca do aprofundamento dos conceitos teórico-práticos para resolver os problemas apontados. Portanto, para a elaboração do produto robótico, é permitido ao educador o ajustamento das atividades em sala de aula conforme as necessidades de cada área explorada. Podemos afirmar isso após as análises feitas nas dissertações realizadas nos bancos da CAPES e BDTD sobre a robótica educacional no contexto interdisciplinar entre a física e a matemática. Utilizamos o Kit de Robótica em *Arduino* por ser de baixo custo e muito flexível. Além

disso, pode ser adaptado para qualquer atividade proposta, por possuir um dispositivo que responde a um estímulo físico/químico de maneira específica e mensurável analogicamente. Além disso, sua configuração pode ser facilmente modificada.

O trabalho em equipe e a comunicação ativa entre os membros de um projeto deste tipo é essencial, pois o compartilhamento de ideias ajuda a resolver problemas, contribui para que o foco seja mantido, incentiva a persistência em se buscar resultados e a não desistir nos primeiros problemas encontrados. Com o carrinho, será possível ensinar de forma lúdica algumas leis da física e da matemática, de modo a tornar o aprendizado mais fácil e o conhecimento mais consolidado, bem como maximizar a compreensão da cinemática, através do movimento retilíneo uniforme e do estudo de funções, por meio da função afim.

Sendo assim, finalizamos esta pesquisa esperando ter instigado nos educadores de outras disciplinas o desejo de trabalhar a robótica educacional na sala de aula. No entanto, citamos algumas atividades, a serem trabalhadas em diferentes disciplinas. Na geografia, com o estudo de conceitos de posição e direção, pode-se utilizar uma bússola digital e desenvolver rotinas de direcionamento dos pontos cardeais e colaterais. Na química, no estudo de conceitos de gases e seus efeitos, pode-se utilizar um sensor de gás (fumaça, álcool ou butano), desenvolver sua rotina de controle, e propor uma atividade em que o robô deve deslocar procurando a fonte de gás e sinalizar o problema. E, finalmente, na física e na matemática, pode ser usada em outras temáticas, de modo a tornar o ensino em sala de aula mais interessante de se aprender.

REFERÊNCIAS

- AGUSTINI, G.; NICOLAU, G.; YACCOUB, H. **Repensando a inclusão digital – espaços makers e educação digital no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://itsrio.org/wp-content/uploads/2017/03/20170331_Report-Rio-Mozilla-Club_PT-BR.pdf. Acesso em: 06 de jan. de 2020.
- AUSUBEL, D. P. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton, 1963.
- ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.
- ARDENGHI, M. J. **Ensino Aprendizagem do Conceito de Função**: pesquisas realizadas no período de 1970 a 2005 no Brasil. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.
- ARTUSO, A; SAMPAIO, E. C. E. E. M. **Ciências**. Ponta Grossa: Edebê Brasil, 2017.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick et al. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. (Original: *Educational Psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978).
- BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática**: contribuições para o debate teórico, *In*: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24. 2001, Caxambu, **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.
- BARCELOS, S. R. **Software "Modellus" e Modelagem Matemática: Relacionando Conceitos Matemáticos com Fenômenos da Física**. 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional - PROFMAT) – Universidade Federal de Fronteira do Sul, 2017.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2010.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2011.
- BATISTA, R. C. **Um Estudo de Representação de Função Afim em uma Perspectiva de Articulação entre Matemática e Física**. 2015. 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2015.
- BERTONE, A. M.; BASSANEZI, R. C.; JAFELICE, R. S. M. **Modelagem Matemática**. Uberlândia: Editora da UFU, 2014. v. 1. 187 p. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25315/1/Modelagem%20Matem%C3%A1tica.pdf>. Acesso em: 05 out. 2019.

BÍBLIA. N. T. Filipenses. In: BÍBLIA. Português. **Bíblia Sagrada**: Contendo o Antigo e o Novo Testamento. Tradução de João Ferreira de Almeida. Rio de Janeiro: Sociedade Bíblica do Brasil, 1966.

BIEMBENGUT, M. S. HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

BIEMBENGUT, M. S. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2008.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática e implicações no ensino e na aprendizagem de matemática**. 2. ed. Blumenau: Edfurb, 2004.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2005.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 5. ed. São Paulo; contexto, 2011.

BIEMBENGUT, M.S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo, Editora: Livraria da Física, 2016.

BLIKSTEIN, P.; OSVALDO, C.; OLIVEIRA, I.; NAMURA, M.; ACHUTTI, C. **Movimento maker na educação**. Artigo. Catálogo de Mídias – Transformar, a escola está em evolução. 2015. Disponível em: http://transformareducacao.org.br/wp-content/uploads/2017/03/CatalogoMidia_Transformar2015.pdf. Acesso em: 15 mar. 2019.

BLOOM, B. S. **Stability and Change in Human Characteristics**. Nova Iorque. John Wiley and Sons, 1964.

BOROCHOVICIUS, E. TORTELLA., J. C. B. **Aprendizagem Baseada em Problemas**: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, abr./jun. 2014. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362014000200002>

BRASIL. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio- DCNEM**. Brasília, 2012.

BULHÕES, G. C.; JORGE, S. de M. F. **Variedades de contato e física-matemática**. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

BURCKHARDT, G. **RPG (Roleplaying games) e PBL (Problem based learning):** Uma proposta de ambiente de conhecimento baseado na web. 2004, 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CABRAL, C. **Robótica Educacional e Resolução de Problemas:** uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. 2010, 149 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.

CARRARA, V. **Apostila de robótica.** Universidade Braz Cubas. Joinville, 2018.

CARVALHO, J. J. C. N de. **Física e Matemática - Uma Abordagem Construcionista: Ensino e Aprendizagem de Cinemática e Funções com Auxílio do Computador.** 2008, 178 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2008.

CASTILHO, M. I. **Robótica na Educação:** Com que objetivos? In: CECÍLIA; de SOUZA (Org.). Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade. Rio de Janeiro- RJ: Vozes, 1994.

COLL, C.; VALLS, E. **A aprendizagem e o ensino dos procedimentos.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

COLL, C.; VALLS, E. **Aprendizagem e o Ensino de Procedimentos.** In: COLL, C.; POZO, J. I; SARABIA, B.; VALLS, E. Os Conteúdos na Reforma. Ensino e Aprendizagem de Conceitos, Procedimentos e Atitudes. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artes Médica, 1998. p.70-118.

COSTA, C. M. Org.: Nascimento Gonçalves. PELEGRI, Alexandre Vieira. **O Design dos Makerspaces e dos Fablabs no Brasil: um mapeamento preliminar.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Design & Tecnologia. v. 13, 2017. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:LwPglW5TvKwJ:https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/375/217+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 17 mar. 2019. <https://doi.org/10.23972/det2017iss13pp57-66>

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRUZ, G. **História da Robótica até os dias de hoje.** 2013. Disponível em: <http://cienciaetecnologias.com/robotica-historia>. Acesso em: 20 de set. de 2019.

CRUZ, N. O. **O trabalho de campo como descoberta e criação.** In: MINAYO. M. S. de S. **Pesquisa Social:** teoria, método e criatividade: Petrópolis: Vozes, 1994cap. 3, p. 51 - 64 Curriculares. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

DAHER, A., MORAIS, G. de. **Os desafios da aprendizagem em Matemática. 2007.** Monografia (graduação) – Unilavras. Disponível em : <http://www.somatematica.com.br/artigos.php?pag=1> Acesso em 24/4/2020.

DOLZ, J. NOVERRAZ; M. SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita:** apresentação de um procedimento. In.: Gêneros Oraís e Escritos na Escola. Trad.: Roxana Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado das Letras, 2004.

DOMINGOS, R. M. C. **Resolução de Problemas e Modelagem Matemática:** Uma experiência na formação inicial de professores de Física e Matemática. 2016. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

EINSTEIN, Albert. **Como vejo o mundo / Albert Einstein;** tradução de H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.

FAZENDA, I. **Práticas Interdisciplinares da Escola.** São Paulo: Cortez, 1993.

FERNANDES, G. J. R.; SANTOS, J. G. A. Estatística e a Probabilidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Iberoamericana de Educação Matemática** - Unión, n. 39, p. 35-56, set. 2014.

FERRAZ, A. P. do C. M; BELLOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 2, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015>

FLEMMING, D. M.; LUZ, E.; MELLO, A. C.C. **Tendências em Educação Matemática.** Palhoça: Unisul Virtual, 2005.

FORNAZA, R. **Robótica educacional aplicada no ensino de física.** 2016. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade de Caxias do Sul, 2016.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas, a teoria na prática.** Porto Alegre: Artmed, 1995.

HACHOUCHE, A. S. **Apostila Arduino básico.** V 1.0. Eletrogate. 2010. Disponível em: http://apostilas.eletrogate.com/Apostila_Arduino_Basico-V1.0-Eletrogate.pdf. Acesso em: 15 mar. 2019.

HERMINIO, M. H. G. B. **O Processo de Escolha dos Temas dos Projetos de Modelagem Matemática.** 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2009.

HERNANDES, J. L. **Relações sintagmáticas e paradigmáticas para apropriação de conceitos de termoquímica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

KLEEMANN, R. **Desenvolvimento de Propostas Metodológicas para o Trabalho Interdisciplinar nas Disciplinas de Matemática e Física.** 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal Fronteira do Sul, 2018.

KOHTALA, C. Making “Making” critical: How sustainability is constituted in fab lab ideology. *The Design Journal*, v. 20, n. 3, p. 375-394, 2016. <https://doi.org/10.1080/14606925.2016.1261504>

LA TAILLE, Y, de. **O erro na perspectiva piagetiana**. In: AQUINO, J. G. Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas. São Paulo: Summus, 1997.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. da. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. **Investigações em Ensino de Ciências** (on-line), v. 16, p. 7-33, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/244/170>. Acesso em: 24 jan. 2020. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n1p7>

LABURÚ, C. E.; ZOMPERO, A. F.; BARROS, M. A. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 7-24, abr. 2013.

LIBÂNEO, J. C. **Didática. Coleção Magistério**. 2º grau. Série formação do professor. São Paulo: Cortez, 2004.

LIMA NETO, W. S de. **O ensino Interdisciplinar Entre Física e Matemática: Uma Nova Estratégia para Minimizar o Problema da Falta dos Conhecimentos Matemáticos no Desenvolvimento do Estudo da Física**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade do Grande Rio, Duque de Caxias, 2011.

LORENZONI, M. **Pequeno glossário de inovação educacional**. GeekieLab, 2016. Disponível em: http://www.profdoni.pro.br/home/images/sampled/2015/livros/EBOOK_pequeno_glossario_inovacao_educacional.pdf. Acesso em: 18 mar. 2019.

LUCIANO, G. A. P. **A Utilização da Robótica Educacional com a Plataforma Arduino: Uma Contribuição para o Ensino de Física**. 2014. 151 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Ensino de Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, 2014.

MALINOWSKI, B. **Argonautas do Pacífico Ocidental**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

MALTA, I. **Linguagem, Leitura e Matemática**. 2003. Disponível: www.mat.puc-rio.br/preprints/pp200308.pdf. Acesso em: 03 set. 2019.

MARQUES, J. P. A. Observação Participante na pesquisa de campo em Educação. **Educação em Foco**, ano 19 - n. 28 – mai./ago. 2016 p. 263-284. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3152710/mod_resource/content/1/Observacao%20participante.pdf. Acesso em: 24 jan. 2020. <https://doi.org/10.24934/eef.v19i28.1221>

MARTINS, D. A. N. **Tratamento Interdisciplinar e Inter-relações entre Matemática e Física: Potencialidades e Limites da Implementação dessa Perspectiva**. Dissertação (Mestrado em Educação). São Paulo. PUC-SP. 2005.

McROBERTS, M. **Arduino básico**. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Novatec Editora. 2011.

- MILLAN, L. P. B.; SEMER, B.; RODRIGUES, J. M. da S.; GIANINI, R. J. **Traditional learning and problem-based learning: self-perception of preparedness for internship**. Revista da Associação Médica Brasileira, São Paulo, v. 58, n. 5, p. 594-599, out. 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-42302012000500018&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 15 abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-42302012000500018>
- MINAYO, M. C. de S. **O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2016.
- MINAYO, M. C. de S. Saúde e ambiente no processo de desenvolvimento. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 3, n. 2, p. 4-5, 1998. <https://doi.org/10.1590/S1413-81231998000200001>
- MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 33. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. 2. ed. São Paulo: EPU, 2014.
- MOUTINHO, P. E. da C. **CTS e a modelagem matemática na formação de professores de física**. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.
- NASCIMENTO, G. J. do. **Utilização de Conceitos Básicos de Matemática e Experimentos de Robótica para a Compreensão de Fenômenos Físicos**. 2014. 154 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2014.
- NOGUEIRA, E. A.; MARTINS, L. E. B; BREZIKOFER, R. **Modelos Matemáticos nas Ciências não extras**. São Paulo: Blucher, 2008.
- OLIVEIRA, Ramon de. **Informática Educativa**. Campinas: Papirus, 1997.
- PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação**. São Paulo: Editora Brasileira, 1985.
- PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas**. Brighton: Harvester Press, 1980.
- PAVIANI, Jayme. **Interdisciplinaridade: Conceitos e Distinções**. 2. ed. Caxias do Sul, RS: Educs, 2008.
- PEREIRA, A. P. F. **Projeto Experimental em Relações Públicas**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos-pdf/projeto-experimental-relacoespublicas/projeto-experimental-relacoes-publicas.pdf>. Acesso em: 05 out. 2019.
- PERRENOUD, F. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000
- PERUCCI, L. R. **Eixos estruturantes da linguagem e as paráfrases para a apropriação de conceitos de matéria e energia nos ecossistemas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências:** do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. **Os conteúdos na reforma:** ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Tradução Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

RABELO, A. P. S. **Robótica educacional no ensino de física.** 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

RIBAS, S. C. A.; VELEDA, G. G. **Modelagem Matemática:** Desenvolvendo a Autonomia do Saber a Partir do Tema Vida Saudável. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2014. Curitiba: SEED/PR, 2014, v. 1. (Cadernos PDE). Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_un-espar-uniaodavitoria_mat_artigo_simone_cristina_azeredo_ribas.pdf. Acesso em: 15 jan. 2021.

RIBEIRO, F. D. **Metodologia do Ensino de Matemática e Física.** Curitiba: Ibpx, 2008.

RODRIGUES, A. M. P; CÂMARA, J. F.; NUNES, V. W. **Movimento Maker:** uma proposta educacional inovadora. Seminário Mídias & Educação, n. 2, 2016. Disponível em: <http://www.cp2.g12.br/ojs/index.php/midiaseeducacao/article/view/942> . Acesso em: 04 dez. 2019.

ROSA, M. B. **A Construção do Conceito de Função em Atividades Integradas entre a Matemática e a Física.** 2005. 291 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SANTOS, M. F. **A Robótica Educacional e suas Relações com o Ludismo:** por uma Aprendizagem Colaborativa. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/textolivre/index> . Acesso em: 22 jul. 2019.

SILVA, C. P. da. **Grandezas, Funções e Escalas:** uma relação entre a física e a matemática. 2013. 203 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia.** Coleção perspectivas em educação matemática. Campinas: Papirus, 2001.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica.** Campinas: Papirus, 2008.

SOUSA, E. V. de. **Objetos de Aprendizagem no Ensino de Matemática e Física:** uma proposta interdisciplinar. 2010, 218 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

SOUZA J. A. J. de. **Trabalho coletivo na Universidade:** Trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral. Tese de Doutorado. Unicamp – Campinas, 2000.

SOUZA J. A. J. de; MENEZES, D. C. de; MARIN, D. **Algumas discussões sobre as produções de futuros professores de matemática no contexto da cultura digital. Nuances:** estudos sobre Educação. Presidente Prudente-SP, v. 26, n. 2, p. 169-187, maio/ago. 2015.
<https://doi.org/10.14572/nuances.v26i2.2879>

SOUZA J., A. J. de; BALDUÍNO, G. E.; SILVA, I. R. da. **Educação de Jovens e Adultos na Cultura Digital. Informática na educação:** teoria e prática. Porto Alegre. v. 17, n. 2, p. 167-176, jul./dez. 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/43608/32525>. Acesso em: 24 jan. 2020. <https://doi.org/10.22456/1982-1654.43608>

STEFANELLO, D. R.; FILHO, J. A. B.L.; GUIMARÃES, I. A. S.; ALMEIDA, W. R. M. **A contribuição cognitiva da robótica educacional como ferramenta interdisciplinar no contexto do ensino superior** – Salvador – Brasil. In: Anais do congresso ABED, 2013. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2013/cd/categoriaf.htm>. Acesso em: 19 set. 2019.

STEFFE, L. P.; THOMPSON, P. W. **Teaching experiment methodology:** Underlying principles and essential elements. In: LESH, R.; KELLY, A. E. (Eds.). **Handbook of research design in mathematics and science education.** Londres: Lawrence Erlbaum, 2000.

TORRES, C. **A tecnologia da Informação no ensino: proposta de utilização da robótica como recurso didático no ensino de física.** 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Ensino de Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, 2010.

TOZO, F. L. D. **Tarefas Exploratórias-Investigativas Para a Aprendizagem de Função Afim.** 2016. 81f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2016.

VIANNA, Heraldo M. **Pesquisa em Educação:** a Observação. Brasília: Plano Editora, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de caso:** Planejamento e Métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Tradução Ernani Rosa. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, A. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula.** Tradução Ernani Rosa. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental:** Perspectivas e Práticas. Florianópolis, 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

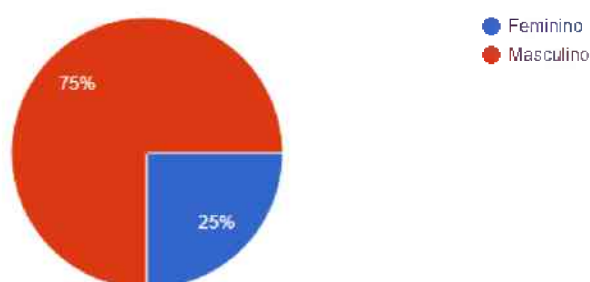
ANEXO I – FORMULÁRIO DE QUESTIONÁRIO – COM RESPOSTAS

Questionário Sobre o Produto Educacional Experiência de Baixo Custo Utilizando um Carrinho Robô no Plano.

Produto de Mestrado

Parte I – Quanto à aprendizagem dos alunos. Qual o seu sexo?

4 respostas



Qual a sua idade?

4 respostas



Quais São as Características do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)?

4 respostas

É uma reta acredito **que** isso é a característica do movimento.

O Movimento Retilíneo Uniforme é uma reta.

É o movimento que ocorre com velocidade contantes numa reta.

A característica é que ele se movimenta em **linha** reta.

Quais são as características de uma Função Afim?

4 respostas

É linear **né** o mesmo que o gráfico é uma reta.

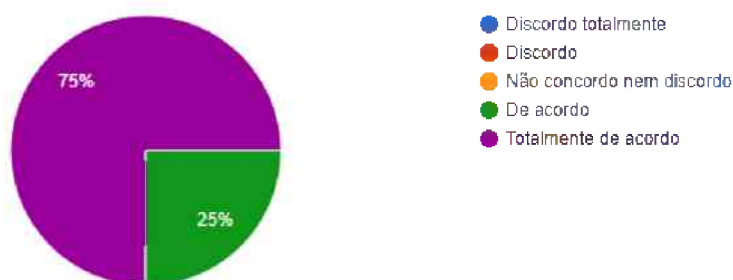
As mesmas do movimento **retilíneo** uniforme.

A função **afim** é linear ou seja passa por uma **reta**.

A função é linear ou seja, vimos que uma funcionardes tipo é igual a do movimento retilíneo uniforme porque a velocidade é constante. Acho que é isso mesmo.

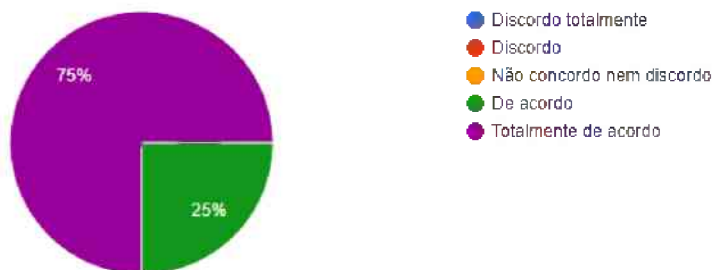
Em relação ao MRU (Movimento Retilíneo Uniforme), a velocidade é constante:

4 respostas



Em relação a Função Afim podemos dizer que sua lei de formação é $f(x) = ax + b$, onde a e b são os coeficientes? Chamamos a (de coeficiente angular) e b (de coeficiente linear)?

4 respostas

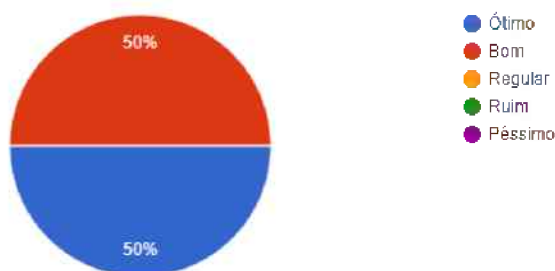


Parte II – Avaliação pelos Alunos da Proposta Didática Experiência de Baixo Custo Utilizando um Carrinho Robô.

Produto de Mestrado

1) Como você classifica as atividades com aprendizagem intuitiva de dados que você participou ao criar o carrinho usando o Arduino para programá-lo?

4 respostas



2) Você considera ter aprendido alguma coisa? O quê? Comente sua resposta.

4 respostas

Aprendi que a robótica tem tudo a ver com a física e a matemática.

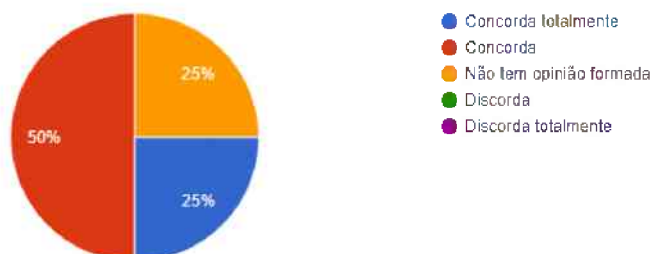
Aprendi que é possível usar aulas de robótica com as disciplinas da escola.

Sim a trabalhar com gráfico.

Sim, é tudo a mesma coisa o gráfico delas é sempre uma reta.

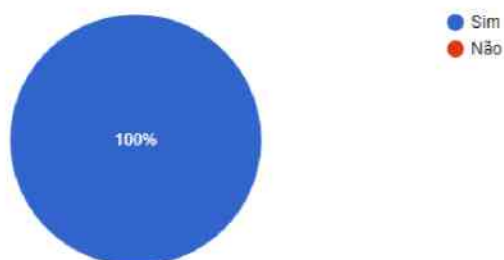
3) Considerando minha aprendizagem durante as atividades com o carrinho, considero que é possível utilizar essa estratégia em sala de aula, você:

4 respostas



4) Diante da criação do objeto “carrinho” e realizada a competição com as equipes você conseguiu construir algum conhecimento físico e matemático?

4 respostas



5) Caso tenha marcado sim para a questão anterior responda qual conhecimento físico e matemático adquiriu?

4 respostas

Consegui entender que a função afim é a mesma coisa que o movimento retilíneo uniforme.

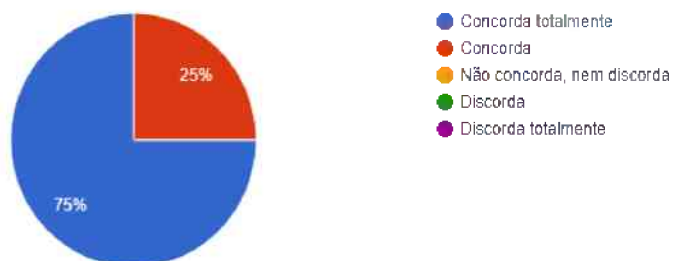
Função afim e movimento retilíneo uniforme.

Entendi que a função afim e o movimento retilíneo é a mesma coisa.

Eu tive dificuldade para entender no início mas quando vi os carrinhos e os gráficos entendi que a função afim é a mesma coisa que o movimento retilíneo uniforme.

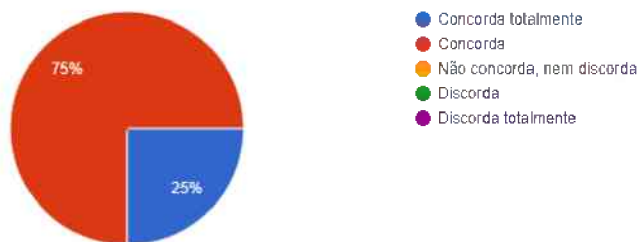
6) A construção do carrinho robô despertou-me interesse em aprender Física e Matemática, você:

4 respostas



7) A construção do carrinho robô criado com a placa Arduino despertou-me interesse em construir meu próprio protótipo. Protótipo é o mesmo que aquilo que serve de modelo para futuras criações, você:

4 respostas



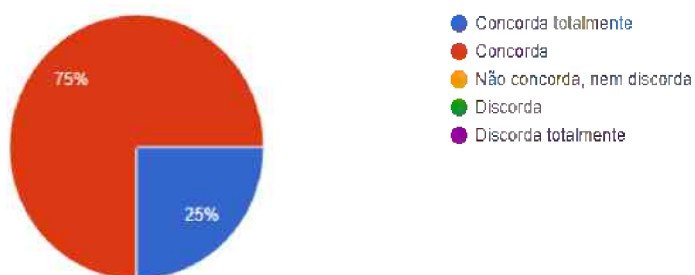
8) Como você classifica o seu aprendizado na construção do carrinho robô, acredita que ao construir este protótipo pouco contribuiu para o seu aprendizado?

4 respostas



9) Ao assimilar a construção do carrinho robô com os conhecimentos abordados dos conceitos físicos e matemáticos você acredita que conseguiu construir conhecimento após a finalização do protótipo?

4 respostas



Parte I: Quanto a Aprendizagem. Parte II: Quanto à Implementação da Proposta Didática

Produto de Mestrado

1) Em sua escola você já havia utilizado a placa Arduino? Em caso positivo, fale qual foi o seu contato anteriormente com ele.

4 respostas

Não, eu estudava em outra escola. Utilizei agora.

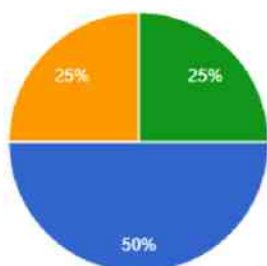
Não

Sim

Sim, o contato foi nas aulas de robótica.

2) Gostava mais de estudar Matemática da forma como era ensinada antes dessa experiência, você:

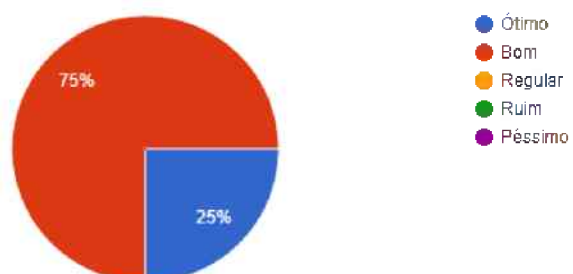
4 respostas



- Concorda totalmente
- Concorda
- Não concorda, nem discorda
- Discorda
- Discorda totalmente

3) Como você classificaria o experimento realizado na competição dos carrinhos como uma ferramenta de ensino a ser levado para a sala de aula de modo a ensinar os conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme e de Função Afim?

4 respostas



APÊNDICE I – MATERIAIS UTILIZADOS

Movimento Retilíneo Uniforme, Função Afim, Metodologia PBL e Modelagem Matemática

Introdução

Em Física e Matemática um dos fenômenos mais relevantes na criação e no ampliamiento do universo é o estudo do movimento. Tanto na área da Física quanto da matemática é possível estudarmos os movimentos dos corpos. Com a velocidade escalar é possível observarmos que ela varia ou se modifica no nosso dia a dia. Um exemplo é um carro percorrendo algum espaço de uma cidade, hora ele pode acelerar mais, hora poderá diminuir essa aceleração de acordo com as regras do trânsito Brasileiro. Isso é possível através da primeira lei de Newton que descreve o que ocorre com os corpos e a Cinemática é o estudo matemático dos movimentos.

Nosso objeto de estudo será investigar esse tipo de movimento no qual a velocidade é constante em uma trajetória reta. Se define como um movimento de um móvel em relação a um referencial. Desta forma, em intervalos de tempos iguais o móvel percorre a mesma distância e herda o nome de Movimento Retilíneo Uniforme. Em síntese sabemos que, para haver o movimento, as duas constantes (variação de espaço e variação de tempo) são diferentes de zero. Variação de espaço (ΔS): diferença entre a posição ocupada pelo objeto no instante final (S) de observação e no instante inicial (S_0).

$$\Delta S = S - S_0$$

Variação de tempo (Δt): diferença entre o instante final (t) de observação e no instante inicial (t_0).

$$\Delta t = t - t_0$$

E por fim, a v_0 é a velocidade inicial do corpo estudado. As questões para o desenvolvimento buscará verificar os cálculos da trajetória percorrida pelo robô e a velocidade média do robô em cada percurso para isso, os alunos terão que usar a fórmula matemática da $V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ e se possível permitir ao aluno construir o conceito de velocidade média e familiarizá-lo com problemas práticos envolvendo grandezas físicas muito utilizadas na cinemática, e fazer com que eles percebam que a sentença matemática que define o movimento uniforme é a mesma de uma função afim e assim

proceder uma ruptura e propiciar a renegociação do contrato didático, além de começar instalar a abordagem introduzindo a metodologia PBL ao trabalho em dupla e diante do experimento modelarem os resultados.

Objetivo Geral

- ✓ Investigar o movimento descrito pelo o carrinho na pista de corrida e a criação de um Blog sobre Robótica Educacional.

Objetivos Específicos

- ✓ Compreender as características do MRU;
- ✓ Verificar o deslocamento dos “carrinhos” de cada equipe.
- ✓ Analisar e comparar os resultados das equipes.
- ✓ Analisar os gráficos $s \times t$ e $v \times t$.

Materiais Utilizados

Os materiais utilizados são:

- ✓ Kit CodeKids
- ✓ Kit chassi, para robô de duas rodas;
- ✓ Drive Motor Ponte H L298N;
- ✓ Placa *Arduino* Uno;
- ✓ Sensor Seguidor de Linha;
- ✓ 4 pilhas AA;
- ✓ Computadores e celulares;
- ✓ Ferro de solda;
- ✓ Bateria 9;
- ✓ Plug Bateria 9V;
- ✓ Software PhET Simulações;
- ✓ Espaçador sextavado nylon;
- ✓ Mini Protoboard;
- ✓ Fita Dupla Face.

Procedimento Experimental (Manual de Montagem)

Iniciaremos com o procedimento do experimento na utilização da Plataforma/Chassis que compreende a estrutura do carrinho já com as rodas e motores acoplados; Conforme a Figura 43.

Figura 43 - Kit Chassi Para Robô Duas Rodas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

O Módulo L298N é o módulo que possui o driver para controle dos motores, ele é controlado pelo *Arduino*, e possibilita a alimentação e o acionamento dos motores. Este driver é ideal para projetos com *Arduino* e montagem de robôs em função de seu peso e tamanho reduzidos. Além disso, ele foi construído para controlar cargas indutivas como relés, solenoides, motores DC e motores de passo. Com este drive Ponte H L298M é possível controlar independentemente a velocidade e rotação de 02 motores DC ou 1 motor de passo. Outra característica interessante é que esta ponte H possui terminais parafusáveis para fácil instalação e buracos nas extremidades da placa para fixação. A Figura 44 a seguir nos mostra como é o Módulo HL298N.

Figura 44 - Drive Motor Ponte H L298N.



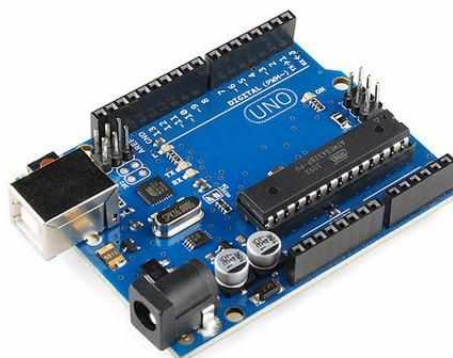
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Especificações:

- ✓ Tensão de Operação: 4~35v;
- ✓ Chip: ST L298N;
- ✓ Controle de 2 motores DC ou 1 motor de passo;
- ✓ Corrente de Operação máxima: 2A por canal ou 4A max;
- ✓ Tensão lógica: 5v;
- ✓ Corrente lógica: 0~36mA;
- ✓ Limites de Temperatura: -20 a +135°C;
- ✓ Potência Máxima: 25W;
- ✓ Dimensões: 43 x 43 x 27mm;
- ✓ Peso: 30g.

Placa *Arduino* Uno que será responsável por controlar todos os sensores, e motores que direcionam as rodas; a seguir, a Figura 45 revela como é a placa *Arduino* Uno.

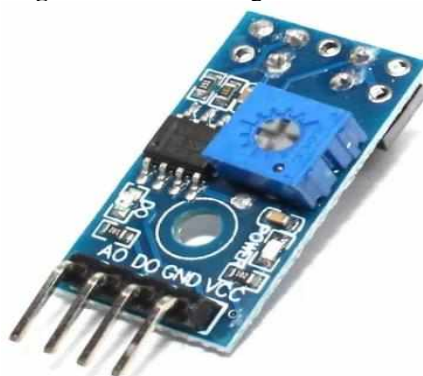
Figura 45 - Placa *Arduino Uno*.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Sensor seguidor de linha ele trabalha com Reflexão IR emitindo e sinais luminosos, possibilitando, deste modo, maior precisão na identificação do trajeto, por meio de linhas predeterminadas.

Figura 46 - Sensor Seguidor de Linha.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

As pilhas AA serão a Fonte de energia dos carrinhos.

Figura 47 - Pilhas AA.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Computadores e Celulares serão utilizados para programar a placa e controlar o carrinho respectivamente.

Figura 48 - Computador Utilizado para Programação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Ferro de solda será necessário para a soldagem de alguns fios do circuito.

Figura 49 - Ferro de Solda.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Bateria 9V é uma bateria recarregável que serve para alimentação da placa de *Arduino*, visto que durante a montagem do carrinho, se fez necessário realizar diversos testes para verificar o funcionamento.

Figura 50 - Componentes – Bateria 9V.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Plug Bateria 9V utilizaram este plug para conectar a bateria de 9V a placa *Arduino*.

Figura 51 - Componentes Plug bateria 9V.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Espaçador sextavado nylon utilizaram os espaçadores sextavados (batoque) com rosca, por serem perfeitos para fazer a montagem de circuitos e placas em plataformas como chassis, caixas, gabinetes, entre outros. Eles possuem 10mm, rosca M3 e são feitos em nylon.

Pacote composto:

- ✓ 10 espaçadores de Nylon de 10mm rosca M3;
- ✓ 10 porcas M3;
- ✓ 10 parafusos M3 x 6mm.

Figura 52 - Espaçador Sextavado Nylon.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Mini Protoboard os alunos utilizaram a protoboard do aplicativo Tinkecard para fazer os testes para prototipagem, pois, além de ter ilustrações na placa que sinalizam onde os componentes devem ser conectados é possível ainda utilizá-la sem se preocuparem com que os componentes se queimem. A figura 35 expressa a mesma imagem visualizada no aplicativo.

Figura 53 - Mini Protoboard.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Os jumpers para montagem dos carrinhos – Macho x Fêmea foram utilizados para as ligações eletrônicas para conexão dos componentes a protoboard. O teste foi feito no aplicativo Tinkecard.

Especificações:

- ✓ Flat com alguns cabos destacáveis multicoloridos;
- ✓ Conector macho x fêmea;
- ✓ Secção do fio condutor: 24 AWG;
- ✓ Comprimento de cada cabo: 20cm;

- ✓ Largura do conector: 2,54mm.

Figura 54 - Jumpers Macho x Fêmea.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Jumpers Macho x Macho utilizaram um conjunto de jumpers de conexão tipo macho x macho para ligação entre sensores bricks e módulos externos as placas *Arduino*.

Especificações:

- ✓ Flat com cabos destacáveis multicoloridos;
- ✓ Conector macho x macho;
- ✓ Fios de 24 AWG
- ✓ Comprimento de cada cabo 20 cm;
- ✓ Largura do conector: 2,54mm.

Figura 55 - Jumpers Macho x Macho.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Fita Dupla Face de Espuma decidiram utilizá-la para fixar os componentes (suporte de pilhas AA, placa protoboard.) a plataforma de acrílico.

Figura 56 - Fita Dupla Face Espuma.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Montagem.

Para realizar a montagem do carrinho, é necessário seguir o seguinte procedimento: Primeiro fixar a ponte H na plataforma de acrílico utilizando os parafusos, porcas e espaçador e em seguida ligue os fios dos motores na entrada indicada na ponte H.

Figura 57 - Fixar a Ponte H na Plataforma de Acrílico.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Montagem – Fixar a ponte H.

Segundo passo: Fixar a placa *Arduino* na plataforma de acrílico utilizando os parafusos, porcas e espaçadores, deixando-a mais alta que a Ponte H.

Figura 58 - Fixar a Ponte H na Plataforma de Acrílico.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Montagem – Fixar a placa *Arduino*.

Terceiro passo: Conectar os jumpers (cabos) de conexão macho x macho na ponte H e na placa *Arduino*, conforme descrito na Tabela abaixo:

(Exemplo: Conectar o jumper laranja na entrada ENA da ponte H e na entrada 5 da placa *Arduino*)

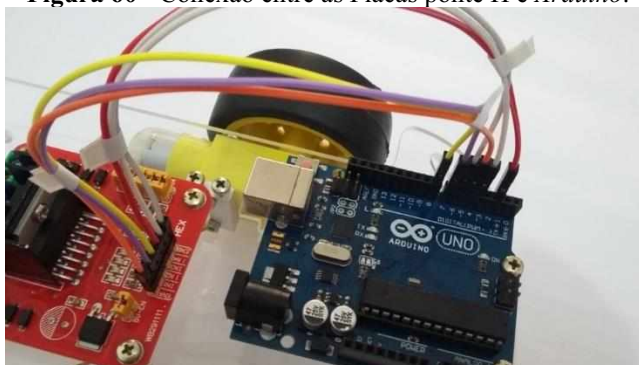
Figura 59 - Entradas da Ponte H na Placa *Arduino*.

ENTRADAS DA PONTE H	CABOS	ENTRADAS DA PLACA ARDUINO
ENA	Jumper Laranja	5
IN 1	Jumper Lilás	8
IN 2	Jumper Amarelo	7
IN 3	Jumper Vermelho	2
IN 4	Jumper Branco	4
ENB	Jumper Cinza	6

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Figura 60 mostra os cabos após a conexão.

Figura 60 - Conexão entre as Placas ponte H e *Arduino*.

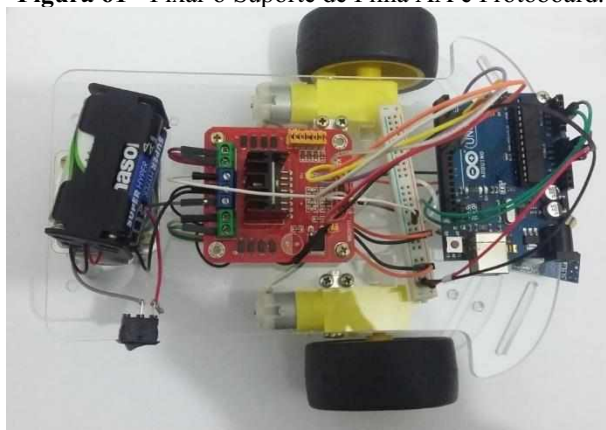


Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Montagem – Conexão entre as placas ponte H e *Arduino*

Quarto passo: Fixar o suporte de pilha AA e a protoboard com fita dupla face espuma na placa de acrílico, conforme a Figura 61.

Figura 61 - Fixar o Suporte de Pilha AA e Protoboard.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Montagem – Fixar o suporte de pilha AA e protoboard

Quinto passo: Conectar o motor A um dos motores DC e o motor B no outro motor DC. Já no borne central do módulo deve-se ligar o VMS na tensão positiva de uma fonte externa de acordo com a capacidade dos motores (suporte de pilhas AA). No GND do borne central deve-se ligar o GND dessa mesma fonte externa. E o GND do *Arduino* também deve ser interligado com o GND da fonte externa.

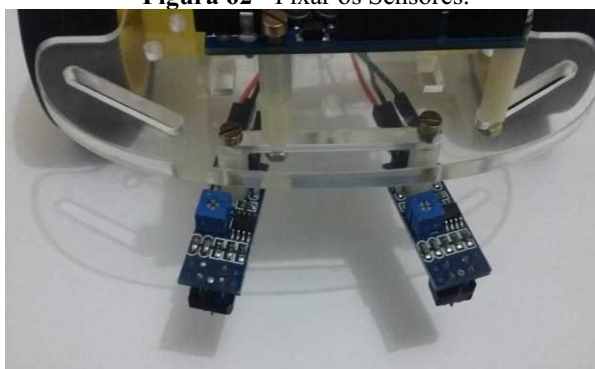
Tabela 12 - Fixar o Suporte de Pilha AA e Protoboard.
Ponte H

Motor B	Jumper Marrom	Motor Dc
	Jumper Vermelho	
5V	Jumper Branco	Protoboard (+)
GND	Jumper Preto	<i>Arduino</i> (GND)
VMS	Jumper Vermelho	Pilha
Motor A	Jumper Verde	Motor Dc
	Jumper Amarelo	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Sexto passo: Fixar os sensores na parte de baixo na plataforma de acrílico utilizando os parafusos, porcas e espaçadores.

Figura 62 - Fixar os Sensores.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Montagem – Fixar os sensores

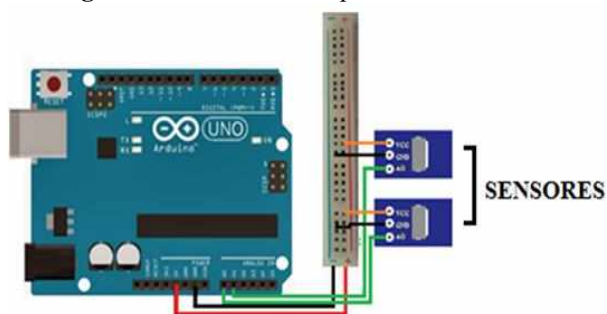
Sétimo passo: Conectar os jumpers (cabos) de conexão macho x macho nos sensores e componentes, conforme descrito na Tabela 13:

(Exemplo: Conectar o jumper laranja na entrada VCC do sensor 01 na protoboard com o sinal de +).

Tabela 13 - Conexão Macho x Macho nos Sensores.

Entradas do Sensor 01	Cabos	Componentes
VCC	Jumper Laranja	Protoboard (+)
GNV	Jumper Preto	Protoboard (-)
ANALOG	Jumper Verde	<i>Arduino</i> Pino 1

Figura 64 - Todos os componentes conectados.

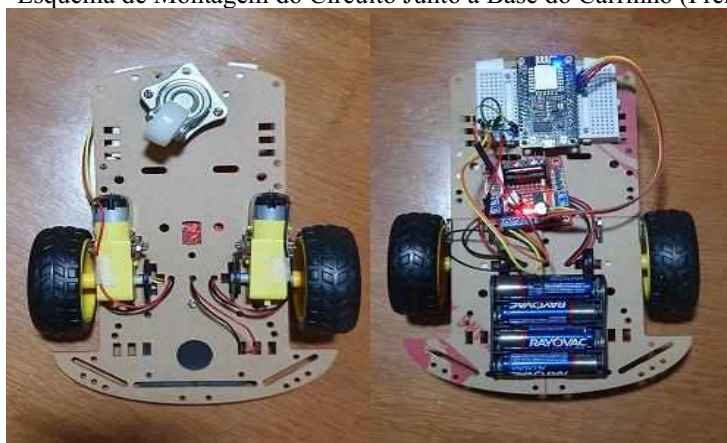


Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Montagem da Placa

Esquema de montagem do circuito junto a base do carrinho (frente e verso). A Figura 65 revela a montagem do circuito junto a base do carrinho.

Figura 65 - Esquema de Montagem do Circuito Junto a Base do Carrinho (Frente e Verso).



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Código Desenvolvido (Programação)

Nesta lógica utilizamos dois sensores infravermelhos.

Se Sensor1= A0; // – fica sempre em cima da linha – anda reto,

Se Sensor2= A1 // – fica sempre em cima da linha – anda reto,

//motor A

int ENA = 5;

int IN1 = 8;

int IN2 = 7;

//motor B

```

int ENB = 6;
int IN3 = 2;
int IN4 = 4;
//Sensores
int sensor1 = A0;
int sensor2 = A1;
int razao = 600;
void setup(){
  pinMode(ENA,OUTPUT);
  pinMode(IN1,OUTPUT);
  pinMode(IN2,OUTPUT);
  pinMode(ENB,OUTPUT);
  pinMode(IN3,OUTPUT);
  pinMode(IN4,OUTPUT);
  Serial.begin(9000);
}
void loop(){
  Serial.println(getSensor(sensor1));
  // frente();
  if(getSensor(sensor1)>razao){
    esquerda();
  } else if(getSensor(sensor2)>razao){
    direita();
  }
}
void frente(){
  digitalWrite(ENA, 255);
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  digitalWrite(ENB, 255);
  digitalWrite(IN3, LOW);

```

```
digitalWrite(IN4, HIGH);
}
void direita(){
digitalWrite(ENA, 255);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, HIGH);
digitalWrite(ENB, 0);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
}
void esquerda(){
digitalWrite(ENA, 0);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, HIGH);
digitalWrite(ENB, 255);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
}
void parar(){
digitalWrite(ENA, 0);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, HIGH);
digitalWrite(ENB, 0);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
}
int getSensor(int sensor){
return analogRead(sensor);
}
```

Finalização do Carrinho

Após realizar o upload do programa criado na placa *Arduino*, os alunos testaram-nos para que então fosse realizado a corrida dos carrinhos. No entanto, devido a Covid 19 não tiveram aula presencial o que dificultou na realização da corrida. Alguns meses depois conseguimos finalizar o projeto por meio do aplicativo Zoom Meeting onde foi realizado virtualmente e foi um sucesso. No final utilizamos mais uma ferramenta para concluir a etapa final do trabalho.

A programação para o envio dos comandos aos carrinhos para eles se movimentarem se encontra acima desta seção, e foram realizadas no computador do colégio. No início da observação os alunos programaram no tinkecard, o código para o aplicativo Bluetooth RC Controller e também para o carrinho “robô”. O aplicativo pode ser instalado em um aparelho celular compatível. Com ele, os alunos conseguem desenvolver carrinhos *Arduino* controláveis, através de dispositivos de comando externo. Além de ser de fácil interpretação e desenvolvimento do código, ele não necessita de bibliotecas adicionais e possui comandos específicos, fornecidos somente, em especial, por este app¹⁵. Ademais, ele executa as mais diversificadas ações, como o uso de faróis frontais e traseiros, buzina, controle de velocidade e acionamento do pisca alerta. O referido software ainda possui a capacidade de conciliar comandos, com o intuito de aumentar, ainda mais, a sua mobilidade.

Figura 66 - Teste Utilizando o Bluetooth RC Controller.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

¹⁵ Software = Programa = Aplicativo = App.

Figura 67 - Teste do Carrinho.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Descrição do Protótipo Experimental

O experimento consiste em reproduzir o movimento de dois carrinhos ao longo de uma pista, usaríamos o piso do laboratório da escola para o experimento, no entanto, a corrida foi realizada virtualmente e para que acontecesse o momento final escolhemos o aplicativo Zoom Meeting.

O Zoom Meeting é uma plataforma de videoconferências robusta que possui diversas funcionalidades, como compartilhamento de tela, gravação de webinars, acesso via telefone e upload de reuniões na nuvem. A escolha deste aplicativo se deu por ter mais recursos que o Meet. Iniciamos o experimento com 6 alunos e finalizamos com quatro alunos, a causa disso se deu por causa do distanciamento social vivenciado por nós pela Covid 19. No final os carrinhos foram programados e ligados à placa eletrônica *Arduino* com objetivo de se movimentar. A atividade experimental foi realizada em etapas.

Resultados

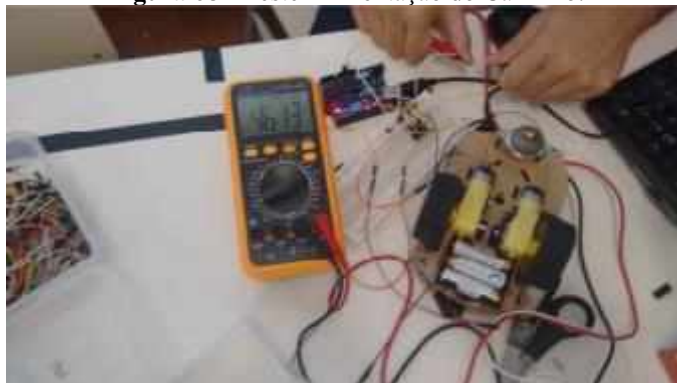
Com o teste Seguidor de Linha chegou-se conclusão de que quando o objeto que está na frente do LED é preto, o receptor não recebe o retorno a luz infravermelha com facilidade como ocorre em objetos de cor clara, logo se aconselha que o caminho demarcado para ser seguido utilize a cor preta ou outra cor escura. Nos testes foram utilizadas superfícies brancas com fitas pretas bem como o

contrário. Foi desenvolvido um software que adapta o sensor óptico para funcionar em qualquer local, desde que a linha seja contrastante com o piso aonde o carrinho irá se deslocar.

Durante a execução do teste não houve dificuldades na montagem dos carrinhos, pois os alunos possuem prática com aulas de Robótica. Depois da montagem do circuito: carrinho + CIs + *Arduino*, passou-se para a parte do software, que foi feito de forma que o carrinho pudesse ser controlado a partir do computador com um menu para o usuário, digitando-se a tecla F o carrinho movia-se para frente, R movia-se para trás, D virava para a direita, E virava-se para a esquerda e P parava. A construção do carrinho mostrou-se eficaz, porém não eficiente, pois o carrinho movia-se de forma muito lenta, usando pilhas ou a alimentação de 5V do *Arduino*. Os alunos conseguiram identificar o problema e com testes posteriores ele foi resolvido.

Depois de todos os testes com o carrinho a dúvida de que se era normal ele se movimentar de forma tão lenta permaneceu. Então, decidiu-se fazer testes para ver se os CIs não estavam pegando para si parte da alimentação dele e constatou-se que era exatamente isto que estava acontecendo. Foram realizados testes com um multímetro como mostra a Figura 68, para medir a quantidade de volts que saía da alimentação e a quantidade que chegava aos motores, e constatou-se que os CIs pegavam para si aproximadamente 2V o que é muito, considerando que a alimentação do *Arduino* é de apenas 5V.

Figura 68 - Teste Alimentação do Carrinho.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Na utilização do módulo ponte H1298N foi possível verificar que o carrinho com um seguidor de linha conseguiria completar um pequeno caminho com uma fonte externa fornecendo alimentação de 12V. O principal problema encontrado desde o começo do projeto do carrinho foi a alimentação,

o que não foi diferente neste teste, pois a fonte quando conectada ao carrinho desligava. Porém mesmo somente com a alimentação da *Arduino* ele conseguiu completar o percurso sem ajuda externa.

Nos dias de hoje os testes podem ser iniciados envolvendo baterias do tipo Lipo que são conectadas diretamente no Módulo H1298N, visto que elas fornecem uma voltagem maior. Em seguida, são acopladas um display de LCD que mostra as ações que estão sendo realizadas pelo carrinho, bem como um resumo dos comandos aos quais ele está sendo submetido. Mas, como hoje é uma realidade o uso de dispositivos móveis com a tecnologia Android, o passo subsequente à instalação e controle do display de LCD será a inclusão de um módulo Bluetooth que permitirá que o celular faça as configurações básicas do carrinho, agilizando assim a interação dos usuários com o carrinho. Assim, o controlador do carrinho receberá os comandos enviados pelo Android via Bluetooth e acionará o carrinho que estabelece o comando.

Com o trabalho em equipe vimos que a metodologia PBL foi concluída com êxito, pois assim, foi possível obter sucesso em muitos testes. Em resumo, os problemas com a alimentação do carrinho, atualmente, foram resolvidos. E os próximos passos compreendem a integração de componentes para comunicação de diferentes dispositivos, sendo que todos esses elementos tornam carrinho ainda mais autônomo e ágil.

Ao montarem o protótipo do carrinho e sua programação tivemos sucesso em aplicar atividades envolvendo a física e a matemática englobadas a Robótica Educacional. Os alunos não somente entenderam a lógica da programação quanto começaram a fazer questionamentos sobre a velocidade inicial e a final do carrinho tal como, o que essas velocidades tem a ver com os gráficos de Função Afim e Movimento Retilíneo Uniforme. Após os discentes realizarem a modelagem das respostas obtidas no experimento da corrida utilizaram o Excel para extração dos gráficos e fizeram a comparação entre a expressão que define o Movimento Retilíneo a uma da Função e chegaram nas sentenças: $S = S_0 + v \cdot t$ e $y = b + a \cdot x$, logo, perceberam que a sentença matemática que define o Movimento Uniforme é a mesma da Função Afim.

O tutorial sobre função afim e MRU permitiu que os estudantes não só vivenciassem um processo de ‘pesquisa’, mas também que fossem ‘provocados’ a saber melhor a ‘concepção’ de teoria. Conquanto, não percebemos dificuldades de aprendizagens dos estudantes, mas, sugerimos reforçar o conteúdo caso o professor capte algum problema, tal qual propor atividades que atraia o estudante a ir em busca do aprofundamento dos conceitos teóricos para resolver os problemas apontados. Sendo assim, esperamos que essa pesquisa possa valer aos professores, também, de outras disciplinas, em

querer fazer a diferença aos seus estudantes. Pois, ao realizarmos esse projeto de ensino aprendemos em conjunto e vivenciamos a teoria-prática realizada de um modo diferente em que se aplica no dia-a-dia da sala de aula. E que a prática de aprendizagem diferenciada que vivenciamos nestes últimos meses e a TIC contribui para que os alunos realizassem com êxito a etapa final.

Considerações Finais

Essa proposta de construção e os roteiros experimentais desenvolvidos aqui podem ser vistos no produto de mestrado para um melhor entendimento. Desta forma esperamos que o educador possa explorar não somente os conceitos teóricos, mas também experimentais, sobre a temática de Movimento Retilíneo Uniforme, Função Afim e a modelagem dos resultados com seus discentes.

Acreditamos que este protótipo despertará o interesse de construção e utilização dos conceitos abordados, não somente entre educandos, mas também entre educadores de Física e Matemática, uma vez que os itens utilizados em sua construção são de baixo custo. Esperamos ainda que tal projeto sirva de incentivo para a produção de protótipos que abordem outras temáticas, como colisões e movimento circular.

APÊNDICE II – ROTEIRO DO EXPERIMENTO**MRU e Função Afim****ETAPA 1****Atividade 1**

Dois carros, A e B, de dimensões desprezíveis, movem-se em movimento uniforme e no mesmo sentido com velocidades iguais a 20 m/s e 15 m/s, respectivamente. No instante $t = 0$, os carros encontram-se nas posições indicadas na Figura.



Determine:

- depois de quanto tempo A alcança B;
- em que posição ocorre o encontro.

Atividade 2

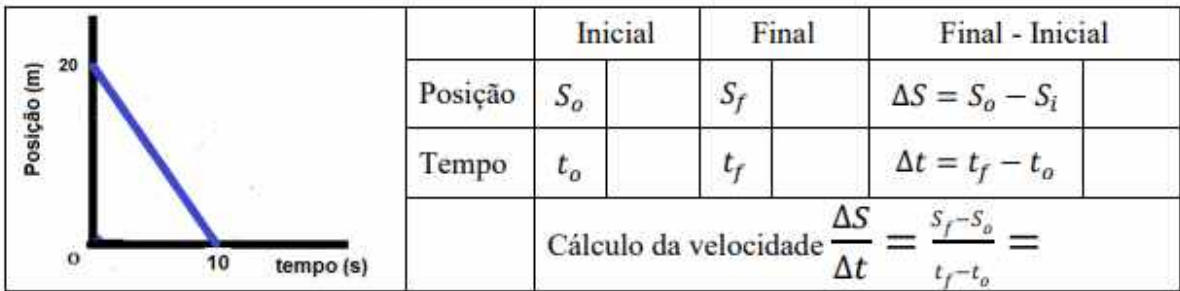
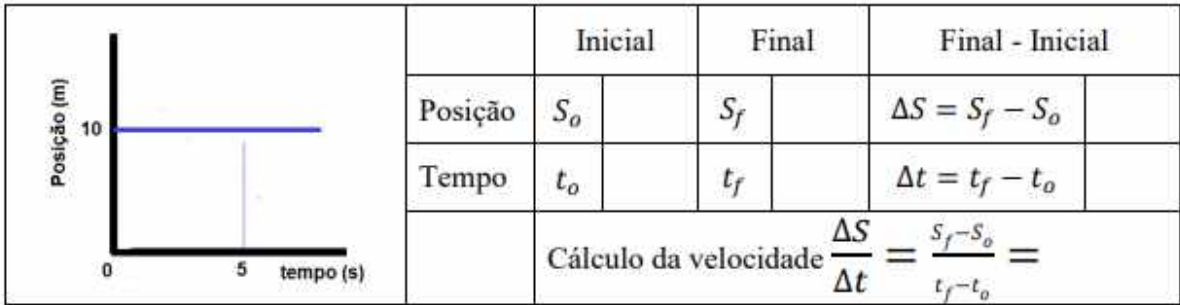
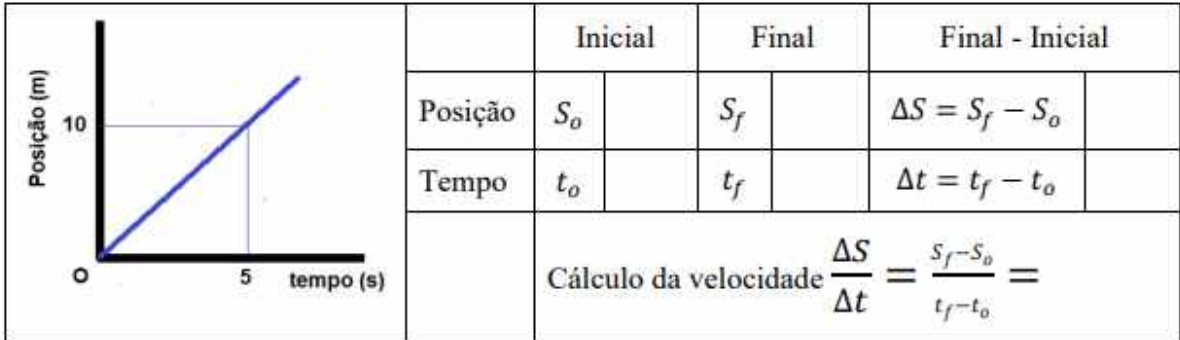
Dois carros estão sobre a mesma trajetória, logo com mesma direção, porém, com sentidos opostos e velocidades de 10m/s e 25 m/s respectivamente.



Encontre o instante de encontro entre os móveis A e B.

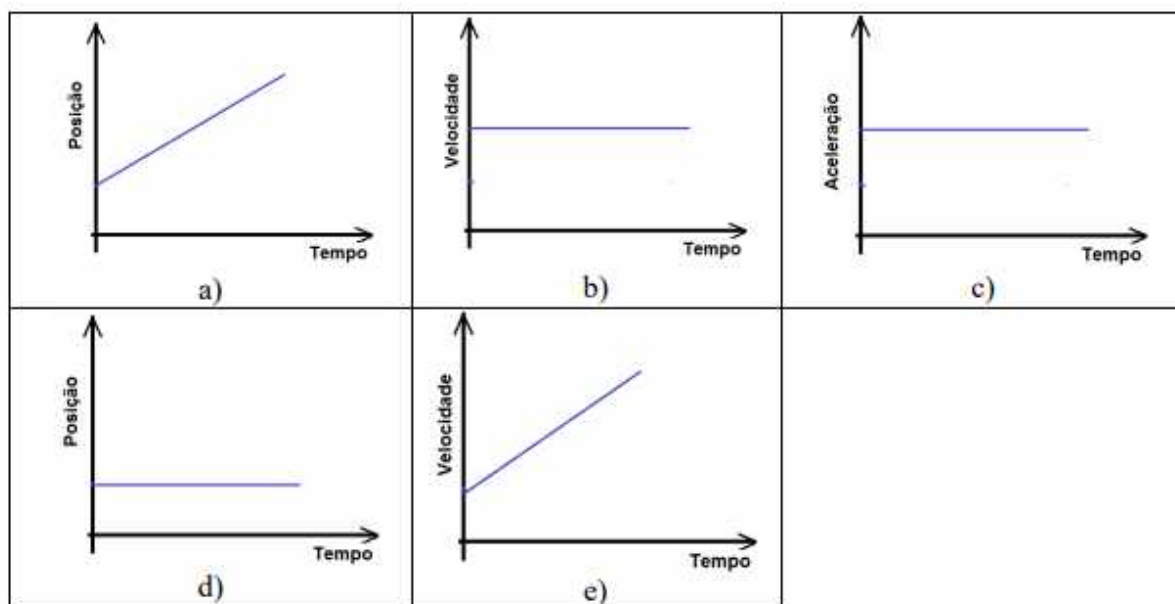
Atividade 3

Encontre a velocidade média escalar, em cada situação para isso utilize os gráficos:



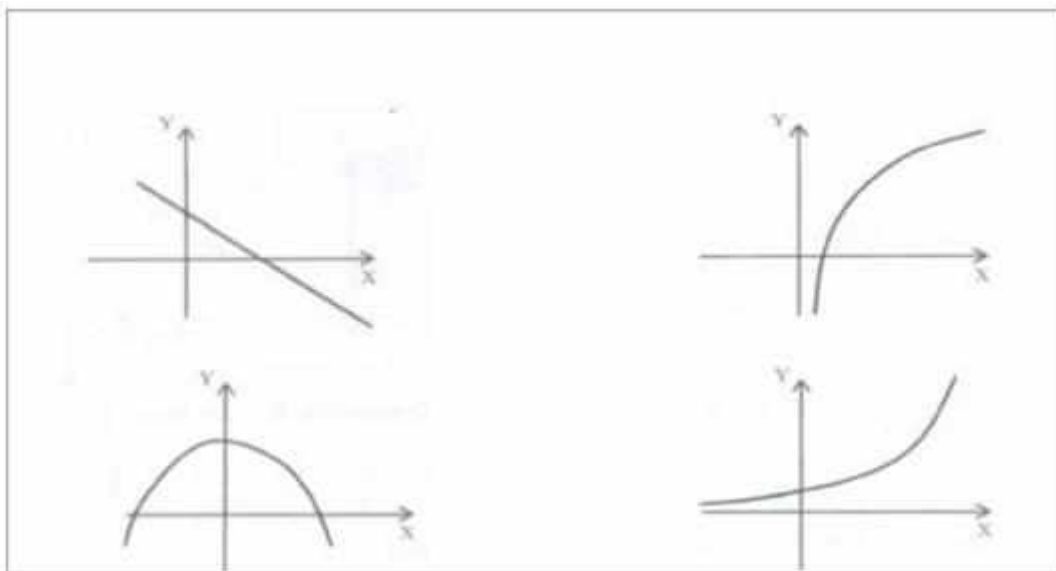
Atividade 4

Qual dos gráficos representa um movimento com velocidade constante?



Atividade 5

Entre os gráficos abaixo, o único que representa uma função do tipo $y = ax + b$ é:



APÊNDICE III – QUESTIONÁRIO

Neste questionário apresentaremos a entrevista que faremos com os educandos que participarão do projeto:

Questionário Sobre o Produto Educacional Experiência de Baixo Custo Utilizando um Carrinho Robô no Plano.

Parte I– Quanto à aprendizagem dos alunos

Qual a sua idade? _____

Qual o seu sexo? _____

1) Quais São as Características do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)?

2) Quais são as características de uma Função Afim?

3) Em relação ao MRU (Movimento Retilíneo Uniforme), a velocidade é constante:

- a) ☐ Discordo totalmente
- b) ☐ Discordo
- c) ☐ Não concordo nem discordo
- d) ☐ De acordo
- e) ☐ Totalmente de acordo

4) Em relação a Função Afim podemos dizer que sua lei de formação é $f(x) = ax+b$, onde a e b são os coeficientes? Chamamos a (de coeficiente angular) e b (de coeficiente linear)?

- a) ☐ Discordo totalmente
- b) ☐ Discordo
- c) ☐ Não concordo nem discordo
- d) ☐ De acordo
- e) ☐ Totalmente de acordo

Parte II – Avaliação pelos Alunos da Proposta Didática Experiência de Baixo Custo Utilizando um Carrinho Robô.

1) Como você classifica as atividades com aprendizagem intuitiva de dados que você participou ao criar o carrinho usando o *Arduino* para programá-lo?

- ☐ Ótimo
- ☐ Bom
- ☐ Regular
- ☐ Ruim
- ☐ Péssimo

2) Você considera ter aprendido alguma coisa? O quê? Comente sua resposta.

3) Considerando minha aprendizagem durante as atividades com o carrinho, considero que é possível utilizar essa estratégia em sala de aula, você:

- ☐ Concorda totalmente
- ☐ Concorda
- ☐ Não tem opinião formada
- ☐ Discorda
- ☐ Discorda totalmente

4) Diante da criação do objeto “carrinho” e realizada a competição com as equipes você conseguiu construir algum conhecimento físico e matemático?

- ☐ Sim, qual? _____
- ☐ Não

5) A construção do carrinho robô despertou-me interesse em aprender Física e Matemática, você:

- ☐ Concorda totalmente
- ☐ Concorda
- ☐ Não concorda, nem discorda
- ☐ Discorda
- ☐ Discorda totalmente

6) A construção do carrinho robô criado com a placa *Arduino* despertou-me interesse em construir meu próprio protótipo. Protótipo é o mesmo que aquilo que serve de modelo para futuras criações, você:

- ☐ Concorda totalmente

- ☐) Concorda
- ☐) Não concorda, nem discorda
- ☐) Discorda
- ☐) Discorda totalmente

7) Como você classifica o seu aprendizado na construção do carrinho robô, acredita que ao construir este protótipo pouco contribuiu para o seu aprendizado?

- ☐) Concorda totalmente
- ☐) Concorda
- ☐) Não concorda, nem discorda
- ☐) Discorda
- ☐) Discorda totalmente

8) Ao assimilar a construção do carrinho robô com os conhecimentos abordados dos conceitos físicos e matemáticos você acredita que conseguiu construir conhecimento após a finalização do protótipo?

- ☐) Concorda totalmente
- ☐) Concorda
- ☐) Não concorda, nem discorda
- ☐) Discorda
- ☐) Discorda totalmente

Parte I: Quanto a Aprendizagem. Parte II: Quanto à Implementação da Proposta Didática

1) Em sua escola você já havia utilizado a placa *Arduino*? Em caso positivo, fale qual foi o seu contato anteriormente com ele.

2) Gostava mais de estudar Matemática da forma como era ensinada antes dessa experiência, você:

- ☐) Concorda totalmente
- ☐) Concorda
- ☐) Não concorda, nem discorda
- ☐) Discorda
- ☐) Discorda totalmente

3) Como você classificaria o experimento realizado na competição dos carrinhos como uma ferramenta de ensino a ser levado para a sala de aula de modo a ensinar os conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme e de Função Afim?

- ☐) Ótimo
- ☐) Bom
- ☐) Regular
- ☐) Ruim
- ☐) Péssimo

APÊNDICE IV – PRODUTO EDUCACIONAL DE MESTRADO



Robótica no Ensino e Aprendizagem de Física e Matemática no Ensino Fundamental II.

UM GUIA DE APLICAÇÃO NOS ESTUDOS DE MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E FUNÇÃO AFIM.

Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática

Universidade Federal de Uberlândia

Uberlândia - 2021