



PROFMAT

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL
PROFMAT**

JULIANA CRISTINA SCHNEIDER DIETRICH

**ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA PARA A APRENDIZAGEM DE
FUNÇÕES POLINOMIAIS DO PRIMEIRO GRAU**

**CHAPECÓ SC
2023**

JULIANA CRISTINA SCHNEIDER DIETRICH

**ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA PARA A APRENDIZAGEM DE
FUNÇÕES POLINOMIAIS DO PRIMEIRO GRAU**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática sob a orientação do Profa. Dra. Janice Teresinha Reichert.

CHAPECÓ SC
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

Rodovia SC 484, km 02
CEP: 89801-001
Caixa Postal 181
Bairro Fronteira Sul
Chapecó – SC
Brasil

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

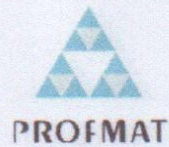
Dietrich, Juliana Cristina Schneider
ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA PARA A
APRENDIZAGEM DE FUNÇÕES POLINOMIAIS DO PRIMEIRO GRAU /
Juliana Cristina Schneider Dietrich. -- 2024.
113 f.

Orientadora: Dra. Janice Teresinha Reichert.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação Profissional
em Matemática em Rede Nacional, Chapecó, SC, 2024.

1. Robótica Educacional. 2. Funções Polinomiais do
Primeiro Grau. 3. Aprendizagem Significativa. 4.
Arduino. 5. Ardublock. I. Reichert., Janice Teresinha,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



JULIANA CRISTINA SCHNEIDER DIETRICH

**ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA PARA A APRENDIZAGEM DE
FUNÇÕES POLINOMIAIS DO PRIMEIRO GRAU**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador (a): Profa. Dra. Janice Teresinha Reichert

Aprovado em: 19/02/2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Janice Teresinha Reichert - Orientadora - UFFS

Prof. Dr. Marco Trentin - UPF

Prof. Dr. Milton Kist - UFFS

Chapecó/SC, fevereiro de 2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado a vida e me permitir ter saúde para poder lutar pelos meus objetivos.

Aos meus pais Julio Schneider (in memória) e Lucia Fischer por ter me proporcionado a vida, pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações.

Agradeço grandemente a minha família e em especial ao meu marido Nestor Dietrich pela paciência e compreensão durante todo esse processo e incentivo.

Agradeço aos meus filhos, pela compreensão nos momentos que estive ausente. Agradeço aos amigos pela torcida e palavras de incentivo.

A todos os meus professores que me ajudaram e muito me ensinaram em toda essa jornada e agradeço de forma muito especial a professora orientadora Dra. Janice Teresinha Reichert, pessoa que considero um ser humano incrível e muito inteligente. Que sempre esteve me orientando com muito carinho e dedicação. Aprendi muito com você professora!

À Sociedade Brasileira de Matemática que na busca da melhoria do ensino de Matemática na Educação Básica viabilizou a implementação do PROFMAT.

Ao governo do Estado de Santa Catarina, pelo auxílio financeiro através da bolsa de estudos UNIEDU/FUMDES, do pagamento da bolsa por um período de dois anos.

Enfim, agradeço a todos que de uma ou de outra forma me incentivaram e me motivaram nessa caminhada, que se privaram da minha presença e que estiveram ao meu lado. A cada um de vocês meu respeito e minha gratidão.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo verificar as possíveis contribuições da Robótica Educacional na aprendizagem das funções polinomiais do primeiro grau. O marco teórico está baseado no construcionismo de Seymour Papert e na aprendizagem significativa de Ausubel, observando as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular sobre a utilização de tecnologias digitais e do Pensamento Computacional, bem como, a inclusão de conhecimentos sobre Robótica Educacional na Educação Básica. O foco do trabalho de investigação se deu com a elaboração e aplicação de uma sequência didática, com a montagem e utilização de um carrinho robótico, aliados ao objeto de conhecimento matemático de funções polinomiais do primeiro grau e suas aplicações. A sequência didática, com duração de 27 aulas de 45 minutos cada, foi aplicada no período regular de ensino, no componente curricular de Matemática, em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual. A análise dos dados ocorreu de forma qualitativa com base em observações oculares, registro em diário de bordo e aplicação de questionários antes e após a intervenção. Os resultados encontrados foram satisfatórios, detectando melhoras na aprendizagem significativa do objeto de conhecimento matemático de funções polinomiais do primeiro grau. Por fim, vale destacar a importância da inclusão do Pensamento Computacional na Educação Básica, através do uso da Robótica Educacional, que possibilita uma abordagem interdisciplinar, despertando a criatividade e o protagonismo dos estudantes.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais no Ensino; Aprendizagem Significativa, Construcionismo; Pensamento Computacional.

ABSTRACT

This work aims to verify the possible contributions of educational robotics in learning first-degree polynomial functions. The theoretical framework is based on Seymour Papert's constructionism and Ausubel's meaningful learning, observing the guidelines of the National Common Curricular Base on the use of digital technologies and Computational Thinking, as well as the inclusion of knowledge about educational robotics in Basic Education. The focus of the research work was the elaboration and application of a didactic sequence, with the assembly and use of a robotic cart, combined with the object of mathematical knowledge of first degree polynomial functions and their applications. The didactic sequence, lasting 27 classes of 45 minutes each, was applied during the regular teaching period, in the Mathematics curricular component, in a first-year high school class at a state public school. Data analysis occurred qualitatively based on ocular observations, logbook recording and application of questionnaires before and after the intervention. The results found were satisfactory, detecting significant improvements in learning the object of mathematical knowledge of first degree polynomial functions. Finally, it is worth highlighting the importance of including Computational Thinking in Basic Education, through the use of educational robotics, which enables an interdisciplinary approach, awakening students' creativity and protagonism.

Keywords: Digital Technologies in Teaching; Meaningful Learning, Constructionism; Computational Thinking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Placa Arduino.....	34
Figura 2: Interface Ardublock 2.0.	36
Figura 3: Tela do Ardublock.	37
Figura 4: Estudantes dobrando papel pardo para a confecção da régua.....	56
Figura 5: Estudantes no Laboratório de Matemática, confecção da régua em papel pardo.	56
Figura 6: Marcação dos números nas régua de papel pardo.	57
Figura 7: Kit do carrinho robótico.....	58
Figura 8 : Estrutura básica do carrinho.....	59
Figura 9: Relato do estudante R.	59
Figura 10: Relato do estudante V.	60
Figura 11: Carrinho pronto.	61
Figura 12: Programação no Ardublock.	62
Figura 13: Passando a programação para o Arduino.....	63
Figura 14: Revisão dos carinhos que não estavam funcionando inicialmente.	64
Figura 15: Teste dos carrinhos.....	65
Figura 16: Teste dos carrinhos.....	65
Figura 17: Gráfico da função crescente partindo do marco Zero.	66
Figura 18: Gráfico da função crescente partindo de um ponto qualquer positivo.....	67
Figura 19: Gráfico da função crescente partindo de um ponto qualquer negativo.....	67
Figura 20: Gráfico da função constante.....	70
Figura 21: Gráfico da função constante.....	69
Figura 22: Testes com os carrinhos.	69
Figura 23: Gráfico da função decrescente partindo de um ponto qualquer positivo 70	70
Figura 24: Gráfico da função decrescente partindo de um ponto qualquer negativo 71	71
Figura 25: Imagens do caderno da Estudante B.	71
Figura 26: Imagens do caderno da estudante E, Lei de Formação da Figura 18.....	72
Figura 27: Imagem do caderno da estudante E, questão do livro didático Lei de Formação... 72	72
Figura 28: Imagem da montagem dos chassis do carrinho.....	109
Figura 29: Imagem do carrinho pronto.....	110

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resposta referente à questão 2 do QI.....	75
Gráfico 2: Resposta referente à questão 3 do QI.....	75
Gráfico 3: Resposta referente à questão 4 do QI.....	76
Gráfico 4: Resposta referente à questão 6 do QI.....	76
Gráfico 5: Resposta referente à questão 10 do QI.....	78
Gráfico 6: Respostas da questão 15 do QF.....	80
Gráfico 7: Resposta da pergunta 3 do QF.....	82
Gráfico 8: Respostas da pergunta 14 do QI.....	82
Gráfico 9: Respostas da pergunta 5 do QF.....	83
Gráfico 10: Respostas da questão 16 alternativa B do QI.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Descrição das peças utilizadas para a montagem do carrinho.....	44
Quadro 2: Lista de Ferramentas.....	47
Quadro 3: Planejamento inicial.	50
Quadro 4: Relação entre os questionários inicial e final.	79
Quadro 5: Conhecimento sobre os componentes eletrônicos.....	81
Quadro 6: Respostas da questão 17 do QI.....	87

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO	13
1. PRECEITOS TEÓRICOS CENTRAIS EMPREGADOS NA INVESTIGAÇÃO	17
1.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	17
1.2. CONSTRUTIVISMO E CONSTRUCIONISMO.....	23
1.3 O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR	26
1.4 ROBÓTICA EDUCACIONAL	29
1.4.1 O Arduino.....	33
1.4.2 Ardublock.....	35
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	38
3. MATERIAS E MÉTODOS	43
3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA	43
3.2 MATERIAIS UTILIZADOS.....	44
3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO.....	49
4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	50
4.1 PLANEJAMENTO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	50
4.2 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	52
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	74
5.1 QUESTÕES RELACIONADAS AOS CONHECIMENTOS GERAIS DOS ESTUDANTES.....	74
5.2 QUESTÕES RELACIONADAS AOS CONHECIMENTOS DE ELETRÔNICA E PROGRAMAÇÃO.....	80
5.3 QUESTÕES RELACIONADAS AOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE FUNÇÕES	83
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
REFERÊNCIAS.....	90
APÊNDICE A - Questionário Inicial.....	95
APÊNDICE B - Questionário Final	101
APÊNDICE C - Trabalho Avaliativo	105
APÊNDICE D - Montagem do carrinho.....	109
APÊNDICE E - Termo de consentimento livre e esclarecimento (TCLE).....	111

APRESENTAÇÃO

Sou professora da Rede Estadual desde 2007. Me graduei presencialmente em Matemática e durante minha formação tive uma pequena porcentagem da grade de forma remota, realizada através de um ambiente virtual de aprendizagem. Sempre gostei muito de assuntos relacionados à tecnologia, em particular, circuitos eletrônicos e ao uso de tecnologias digitais nas aulas. Durante a minha atuação profissional tive a oportunidade de ministrar, como bolsista de cursos de PROINFO¹ oferecidos pelo MEC, cursos de formação continuada para professores da Educação Básica. Trabalhei nas antigas salas de Tecnologias e participei de minicursos onde aprendemos a utilizar os computadores e os programas disponíveis na época para auxiliar nas aulas.

Como professora ministrei o componente curricular eletivo de Pensamento Computacional, presente no novo Ensino Médio, o que me permitiu ingresso em cursos oferecidos pelo Estado de Santa Catarina em parceria com a telefônica VIVO². Um curso impulsionou o outro e acabei fazendo vários deles, todos relacionados com o uso de tecnologia e educação, robótica, programação e códigos. A escola que eu trabalhava nos anos de 2020 e 2021, contava com o curso Técnico em Manutenção e Suporte em Informática, e por diversas vezes realizamos atividades interdisciplinares entre a parte técnica e o meu componente curricular, que naquela escola era Física. Os estudantes adoravam fazer maquetes com eletrônicos e um pouco de automação. Além da inovação e da animação deles durante esse tipo de atividades, eu percebia ali uma oportunidade de aprendizado e de trabalho, o que me levou a querer aprofundar mais no assunto.

Quando iniciei o mestrado em 2021, eu já tinha em mente a realização de uma pesquisa que contemplasse a utilização de tecnologia com as minhas aulas, algo em que eu pudesse juntar as minhas duas formações, uma em Matemática e outra em Física, mas também queria algo que fosse inovador e cativante para os estudantes. Nas escolas já havia a informação de que seriam implantadas as salas de Tecnologias Educacionais ou como são chamados hoje os Laboratórios *Maker* e que esses contariam com materiais relacionados à robótica. Por outro lado, percebi que os estudantes estão cada vez mais envolvidos e inseridos com as tecnologias, e me encantei com as possibilidades da Robótica Educacional e desejei aprender mais com ela, uma vez que, poderia utilizar não só nas aulas de Matemática, mas também nas aulas de Física. Queria algo

¹ Programa Nacional de Tecnologia Educacional.

² Cursos oferecidos pela telefônica Vivo, em parceria com o Governo do Estado de SC, através da plataforma Escolas Conectadas, <https://www.escolasconectadas.org.br/>

que me motivasse, que me desafiasse, algo que fosse inovador e que eu fosse considerado relevante.

Durante o tempo de mestrado surgiu a ideia de trabalhar um objeto matemático que pudesse fazer uma relação com a Física e que fosse aplicado nas aulas no período regular de ensino, utilizando para isso a Robótica Educacional de forma a fortalecer os conhecimentos matemáticos dos estudantes. O que foi um grande desafio, visto que, a maioria dos projetos existentes que utilizavam da Robótica Educacional, eram projetos desenvolvidos no contraturno escolar, desta forma, este trabalho surge como um desejo pessoal meu, e espero que possa auxiliar outros professores na inserção da Robótica Educacional na Educação Básica.

INTRODUÇÃO

Nos diversos espaços, escolar, familiar ou comunitário, o uso de aparelhos tecnológicos vem se destacando. O interesse dos estudantes pelas inovações tecnológicas, bem como a habilidade na sua manipulação, destaca a importância de pesquisas sobre possibilidades da inserção e utilização de propostas de aprendizagem que utilizem as ferramentas tecnológicas associadas a objetos do conhecimento específico.

É inegável o quanto as novas mídias e plataformas estão presentes na vida de todas as pessoas, em particular dos estudantes, para muitos as coisas se modificam apenas com um clique. Por outro lado, a escola nem sempre é o foco de maior interesse desses estudantes, que podem se sentir desestimulados pelas aulas ministradas utilizando apenas o quadro, ou com leituras consideradas não dinâmicas e resoluções de exercícios repetitivos (Leite, 2021).

Pesquisadores como Kenski (2012) e Valente (2007), evidenciam que o uso das tecnologias, em especial do computador, vem ocasionando sensíveis melhorias no processo de ensino e aprendizagem e que os resultados principalmente na resolução de problemas são considerados expressivamente relevantes. Ferreira (2014, p.15) ressalta que:

Essas novas tecnologias trouxeram grande impacto sobre a Educação, criando novas formas de aprendizado, disseminação do conhecimento e especialmente, novas relações entre professor e aluno. Existe hoje grande preocupação com a melhoria da escola, expressa, sobretudo, nos resultados de aprendizagem dos seus alunos. Estar informado é um dos fatores primordiais nesse contexto. Assim sendo, as escolas não podem permanecer alheias ao processo de desenvolvimento tecnológico ou à pena de perder-se em meio a todo este processo de reestruturação educacional.

Nesse sentido, Klein et al (2020) afirmam que o desenvolvimento das tecnologias no sistema educacional promoveu a modernização do ensino, otimizando os processos e contribuiu para melhorar a aprendizagem. Ainda destacam que os recursos disponibilizados pela tecnologia digital constituem-se num importante método para a construção de conhecimento.

Ao olharmos para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) percebemos a inclusão das Tecnologias Digitais. De acordo com Raabe (2018) o documento aborda temas de tecnologia e computação para todas as áreas do conhecimento e componentes curriculares, que devem ser abordadas de forma transversal. Na competência geral nº 1 destaca-se a valorização de conhecimentos construídos no mundo físico, social, cultural e digital. A competência geral nº 2 ressalta a importância de fomentar a resolução de problemas e a criação de soluções (inclusive tecnológicas); da mesma forma a competência geral nº 5 explicita a necessidade de se trabalhar com o tema de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs).

O Currículo de Referência em Tecnologia e Computação (CIEB, 2018) destaca que os referenciais curriculares relacionados à Tecnologia e a Computação na Educação Básica se organizam em três eixos: Pensamento Computacional (PC): capacidade de sistematizar, representar, analisar e resolver problemas; Mundo Digital (MD): componentes físicos e virtuais que possibilitam que a informação seja codificada, organizada e recuperada quando necessário; Cultura Digital (CD): relações interdisciplinares da Computação com outras áreas do conhecimento, buscando promover a fluência no uso do conhecimento computacional para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica.

Introduzir características da Computação na Educação Básica, nos remete a capacidade de encontrar estratégias para modelar soluções e resolver problemas levando em consideração os conhecimentos adquiridos anteriormente e aliando a algumas práticas da Computação. Para (Brackmann, 2017, p.20) “no momento em que os estudantes aprendem a programar, estão também programando para aprender. Este aprendizado permite que eles aprendam muitas coisas e criem novas oportunidades de aprendizagem”.

Uma das possibilidades para inserir a Computação na Educação Básica é a utilização da robótica educacional, que permite oferecer ao estudante um ambiente propício para o desenvolvimento da sua criatividade, pensamento crítico, raciocínio lógico e programação. Essa ferramenta, além de desafiadora, estimula o estudante a resolver problemas, realizar decomposições e pode possibilitar ao estudante ser protagonista na construção do seu conhecimento.

No ambiente escolar a robótica tem sido utilizada como uma ferramenta de apoio nos processos de ensino e aprendizagem dos estudantes. A robótica educacional está voltada para o desenvolvimento de habilidades dos mais diversos conteúdos e em diferentes áreas do conhecimento. Nesta perspectiva de Barros da Silva Filho (2019, p.40):

Na educação a robótica vem apresentando grande potencial no desenvolvimento de grande valor pedagógico devido a sua capacidade de colocar o aluno como autor do seu próprio saber, bem como, por possibilitar a interdisciplinaridade dos componentes curriculares, além de permitir a representação prática de muitos fenômenos antes unicamente abstraídos principalmente em disciplinas como Matemática e Física.

Neste sentido, os conceitos da Matemática e da Física, podem ser utilizados também em outras áreas do conhecimento. Segundo Tajra (2019), a Robótica Educacional consegue associar a teoria com a prática, além de desenvolver habilidades essenciais como: raciocínio lógico, criatividade, responsabilidade e cooperação.

Uma questão importante no uso da Robótica Educacional como ferramenta na Educação Básica refere-se a análise com relação à aprendizagem dos estudantes. Neste sentido, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel pode auxiliar na busca de respostas sobre possíveis alterações na aprendizagem de objetos do conhecimento específico. Para Ausubel (2003), todo estudante chega à escola com algum conhecimento que precisa ser considerado e é a partir desse conhecimento que se deve iniciar a abordagem de ensino.

Além disso, de acordo com essa teoria, o estudante deve estar pré-disposto a aprender, para que isso ocorra o material utilizado pelo professor deve ser potencialmente significativo, deve haver diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Neste sentido, a elaboração de materiais relacionados à Robótica Educacional deve ter uma gradação ao variar de acordo com os níveis de complexidade (menos ou mais complexos), para que possa despertar o interesse na aprendizagem sem causar frustrações quanto a sua utilização.

Similarmente, a metodologia utilizada pelo professor é fundamental para que as atividades desenvolvidas sejam produtivas e permitam o protagonismo dos estudantes. Para Papert (1994) os professores que dão igual autonomia aos seus estudantes estão declarando sua crença em uma teoria de conhecimento que requer muito mais esforço deles e de seus estudantes.

Considerando os aspectos citados anteriormente, constitui-se como problema de pesquisa deste trabalho: Quais as possíveis contribuições da robótica educacional para uma aprendizagem significativa dos conceitos de funções polinomiais de primeiro grau?

Pretende-se aliar a tecnologia como forma de motivação e ampliação do conhecimento de funções polinomiais do primeiro grau aliado a conceitos de programação e de eletrônica da Física.

Para responder a essa questão formulou-se o seguinte objetivo geral: Analisar as possíveis contribuições da robótica educacional na aprendizagem significativa das funções polinomiais do primeiro grau.

Na busca de respostas ao problema de pesquisa e com o objetivo geral definido, procurou-se estabelecer objetivos específicos:

- Analisar os conhecimentos prévios dos estudantes com relação ao objeto de conhecimento de funções polinomiais do primeiro grau e conhecimentos básicos de eletrônica.
- Analisar a aprendizagem dos estudantes em relação a funções polinomiais do primeiro grau e com a utilização do movimento de um carro robótico em relação ao tempo de percurso;

- Resolver situações problemas envolvendo funções polinomiais do primeiro grau, com gráficos de funções crescentes, decrescentes e constantes.

Desta forma, este trabalho está organizado iniciando com a apresentação e a introdução. No capítulo 1 estão os preceitos teóricos centrais empregados na investigação; no capítulo 2, através da revisão bibliográfica busca-se identificar outros trabalhos com a temática semelhante a este; o capítulo 3 apresenta os materiais e métodos que caracterizam a pesquisa; no capítulo 4 encontra-se a sequência didática utilizada na intervenção com Robótica Educacional; o capítulo 5 é constituído das análises e discussões dos resultados e no capítulo 6 tem-se as considerações finais decorrentes do estudo realizado, bem como algumas sugestões para pesquisas futuras.

1. PRECEITOS TEÓRICOS CENTRAIS EMPREGADOS NA INVESTIGAÇÃO

Esse capítulo se refere aos preceitos teóricos centrais empregados na investigação dessa pesquisa. Aqui são expostas as temáticas referentes a: Aprendizagem Significativa; Construtivismo e o Construcionismo; Pensamento Computacional e a BNCC; Robótica Educacional. Em cada um desses temas, procurou-se autores que contribuam com essa pesquisa.

1.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A educação evoluiu e atualmente espera-se que o estudante não seja apenas um receptor passivo de informações, mas sim, um aprendiz consciente, responsável, construtor do seu próprio conhecimento. Da mesma forma, espera-se que o professor não seja apenas um simples transmissor de informações, mas também um facilitador na geração de novos conhecimentos.

Nesse sentido, a aprendizagem significativa permite dar significado a um novo conhecimento. De acordo com Moreira (2010, p.2):

É importante reiterar que aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre os conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

A aprendizagem significativa é definida como a relação entre os conhecimentos e experiências anteriores do estudante e os novos conhecimentos (AUSUBEL, 1980). Essa conceituação é pertinente e aplicável ao ambiente educacional brasileiro, no qual se espera que o estudante seja capaz de utilizar seus conhecimentos existentes, partindo daquilo que ele já sabe e criando subsunçores que permitam a construção de novos conhecimentos frutos de suas experiências anteriores. Nessa perspectiva, segundo Ausubel (1983, p.7):

[...] a estrutura cognitiva que o aluno possui é transcendental ao se aproximar de uma nova aprendizagem, e o significado que ele atribui ao objeto de estudo está intimamente relacionado às experiências anteriores. Os resultados da aprendizagem onde novos conhecimentos emergem são o reflexo de que um valioso processo de aprendizagem foi concluído pelo aluno.

Citando um exemplo, o estudante ao transitar do Ensino Médio para o superior se depara com sentimento de contradição e esperança, desarticulação e descontinuidade entre os dois currículos educacionais, pois o conclui uma etapa e inicia outra ao mesmo tempo.

Para Ausubel (2003), todo estudante chega à escola com algum conhecimento que precisa ser considerado. Para ele é a partir desse conhecimento que se deve iniciar a abordagem de ensino, uma vez que todo conhecimento pode advir de experiências vividas anteriormente, sejam elas em situações de aprendizagem na escola ou adquiridos na vida cotidiana. Segundo essa teoria, para ocorrer a aprendizagem são necessárias duas condições:

[...] um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material *potencialmente* significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualquer* estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos (AUSUBEL, 2003, p. 17).

O conhecimento prévio faz parte de uma estrutura cognitiva do estudante que permite adquirir novos conhecimentos “ancorados” em conhecimentos anteriores. Sabendo disso, os professores devem iniciar a abordagem de conteúdo a partir de uma indagação ou sondagem de forma a perceber o que o estudante já sabe e despertar curiosidade.

Neste sentido, pode-se argumentar que na perspectiva de aprendizagem significativa a mediação é parte do processo de aprendizagem, pois há necessidade de se estabelecer relação entre o conteúdo que vai ser estudado e aquilo que o estudante já sabe, isto é, não lançar mão de seu conhecimento prévio. De acordo com Moreira (2006), o que pode ser explorado em uma pesquisa com questionário inicial, verificando o que o estudante já sabe e um questionário final, verificando o que o estudante aprendeu. Além disso, para que essa aprendizagem aconteça é necessário que se tenha um material potencialmente significativo de forma a contribuir com esse processo de aprendizagem.

O conceito central da teoria de Ausubel é o da aprendizagem significativa, que consiste em um processo pelo qual uma nova informação se relaciona de maneira substantiva ou melhor de maneira não literal e não arbitrária, ao aspecto relevante na estrutura cognitiva do indivíduo. Para que a aprendizagem ocorra, o material deve ser potencialmente significativo e entende-se que o aprendiz tem a condições disponíveis em sua estrutura cognitiva, subsunçores específicos com os quais conseguirá fazer as relações necessárias. Moreira (2006) destaca ainda, que o

aprendiz tem que manifestar que está disposto a aprender, não sendo dessa maneira só uma aprendizagem mecânica.

É importante reconhecer que, a cada novo ano, ou nova etapa escolar, o estudante não inicia seu aprendizado do zero, mas faz uso de suas experiências anteriores para construir seu novo conhecimento. Nesse sentido, o conhecimento prévio condiciona, de uma forma ou de outra, o que os estudantes aprendem. Estas ideias prévias podem ser utilizadas pelo professor para enriquecer e melhorar o processo de aprendizagem. Para resumir o exposto, quando o estudante chega à sala de aula, ele tem um mundo de experiências como produto de suas vivências no ambiente. O professor, portanto, tem a função de ajudá-los a descobrir e utilizar esse aprendizado que, muitas vezes, eles não sabem que possuem. Então, o professor deve preparar sua aula de forma que proporcione ao estudante oportunidades de conciliar o novo conteúdo com o que ele já sabe.

Dessa forma, a aprendizagem na perspectiva significativa é parte do processo uma vez que se faz necessário estabelecer a relação entre o conteúdo que vai ser estudado com aquilo que o estudante já sabe. A aprendizagem significativa, de acordo com Moreira (2006), se baseia na interação de novas ideias com o conhecimento prévio existente na mente do aprendiz. Isso significa que o novo conhecimento não é adquirido de forma isolada e desconexa, mas sim integrado e relacionado ao que o aprendiz já sabe.

Essa conexão com o conhecimento específico, existente na estrutura do conhecimento do sujeito, torna o processo de aprendizagem mais profundo e duradouro, pois permite dar um novo significado a um novo conhecimento, seja ele mediado, ou seja, pela própria interferência do sujeito. De acordo com Moreira (2010, p.2):

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Deve ser avaliado a utilização da hierarquização de forma a desenvolver novos significados a partir da comparação de semelhanças e diferenças, para se construir uma aprendizagem significativa. Para que a aprendizagem significativa seja alcançada, Ausubel (1980, p. 4) indica que:

O material deve ser logicamente relacionável, não arbitrário, mas substancialmente relacionado a ideias pertinentes e correspondentes que estão dentro da capacidade de aprendizado humano. Isso significa simplesmente que, se o próprio material mostra intencionalidade suficiente (ou falta de arbitrariedade), então existe uma maneira

adequada e quase óbvia de relacioná-lo não arbitrariamente com os tipos de ideias e correspondentemente relevantes que os seres humanos são capazes de aprender.

No caso da aprendizagem significativa, o material didático tem papel preponderante, uma vez que oportuniza ao estudante estabelecer uma relação entre o novo conteúdo e suas ideias já existentes. Segundo Montilla e Arrieta (2015), existem certos requisitos específicos que devem ser levados em consideração para a preparação de materiais potencialmente significativos.

Estes são classificados como necessários, que são aqueles que fornecem elementos para uma potencialidade significativa mínima, e complementares, que oferecem diferentes graus de potencialidade ao material didático. Em outras palavras, o que torna um conteúdo mais ou menos significativo é seu grau de inserção em outros esquemas de conhecimento que o estudante possui, portanto, é fundamental que as informações sejam apresentadas de forma organizada e articulada com a presença de diversos tipos de aprendizagens estratégicas.

O conhecimento não é transmitido, mas construído na prática, e o estudante e o material didático têm papel fundamental na construção de novos conhecimentos, exemplos ou ideias pertinentes que são congruentes com o tópico que está sendo ensinado.

É importante salientar que nem sempre os subsunçores possuem significados na estrutura cognitiva do indivíduo, conforme Moreira (2010), então, como estratégia para tentar assimilar um conhecimento que lhe é estranho, ele irá se relacionar cognitivamente com este até que consiga dominá-lo. Neste sentido, é necessário que o professor busque estratégias ou utilize materiais adequados denominados organizadores prévios para fazer uma ponte entre os conhecimentos existente e o novo. Esses organizadores são subdivididos em: expositivos ou comparativos. No primeiro tem-se um indivíduo sem proximidade com os conceitos, enquanto no segundo o indivíduo é familiar aos conceitos e, assim, ressignifica seu conhecimento.

Além disso, o aluno deve estar pré-disposto a aprender. Para que isso ocorra o material utilizado pelo professor deve ser potencialmente significativo, deve haver diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Sobre a potencialidade do material é necessária uma estrutura lógica que atraia atenção do aluno para a aprendizagem. Quanto à organização desse material potencialmente significativo, denominado como diferenciação progressiva, essa deve ter uma gradação ao variar de acordo com os níveis de complexidade (menos ou mais complexos). Para finalizar, o fato de o material ser potencialmente significativo aliado à utilização de hierarquização estimula que ocorra a reconciliação integradora que desenvolve novos significados a partir da comparação entre semelhanças e diferenças, então se constrói uma aprendizagem significativa.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel identifica três tipos de aprendizagem: o **representacional**, o **conceitual** e o **proposicional**.

Na **aprendizagem representacional** são consideradas significativas as proposições de equivalência as representações as quais são pautadas em forma não arbitrária. Essas advêm de uma generalização existente na estrutura cognitiva e se manifestam já no primeiro ano de vida:

A aprendizagem representacional é o tipo mais básico de aprendizagem significativa do qual os demais dependem. Envolve a atribuição de significados a determinados (tipicamente palavras), isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes (objetos, eventos, conceitos). Os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam (MOREIRA, 2006, p.25).

Nesse tipo de aprendizagem, temos o significado de palavra e de símbolos unitários. É o tipo de aprendizagem mais básico da espécie humana, uma vez que relaciona um objeto a um símbolo que o representa, esses símbolos são convencionais e permitem ao ser humano conhecer e organizar o mundo em que vive. Dar nomes a objetos, classificá-los e definir funções que podem ser utilizadas com esses objetos, é um bom exemplo do que representa a aprendizagem representacional. Ausubel considera que esse é o tipo de aprendizagem que mais se aproxima da aprendizagem mecânica ou automática.

A **aprendizagem conceitual** pode ser definida com objetos, situações ou atributos que tenham características específicas comuns estão mencionadas pelo mesmo símbolo ou signo. Neste tipo de aprendizagem a formação de conceitos ocorre mediante experiências concretas com etapas consecutivas de testagem de pressupostos até chegar a apropriações, ficando estas disponíveis/ancoradas como elementos subsunções na estrutura cognitiva do sujeito (Ausubel 2003). Há dois procedimentos gerais de aprendizagem conceitual: (a) formação conceitual, que acontece especialmente nas crianças e jovens; e, (b) assimilação conceitual, que é o modo predominante de aprendizagem conceitual, que abrange a faixa etária escolar e também os adultos de um modo geral.

O terceiro tipo de aprendizagem significativa é o de proposições verbais ou **proposicional**, que ocorre quando passam a existir novos conhecimentos gerados após a realização de uma atividade de aprendizagem que foi significativa. Geralmente esta atividade se baseou e se relacionou com conceitos importantes já ancorados na estrutura cognitiva do sujeito, podendo inclusive se afirmar que o estudante ampliou, reconfigurou e estruturou seu conhecimento (Ausubel 2003).

Isso obviamente constitui um nível mais alto de aprendizado de representação, pois:

Aprender o que o próprio conceito significa, que consiste, com efeito, em aprender quais são seus atributos critérios (aqueles que servem para distingui-lo ou identificá-lo), envolve um tipo muito diferente de aprendizagem significativa que, como a das proposições, é de natureza corporificada intencional substantiva em vez de nominalista ou representativa. (AUSUBEL, 1980, p. 7)

A aprendizagem se torna significativa à medida que os novos conhecimentos são inseridos às estruturas cognitivas do aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio, considerando também a necessidade de igualdade na relação professor e estudante, bem como da relevância daquilo que será ensinado, ou seja, ensinar a partir da contextualização.

É possível que uma estrutura já internalizada, ao longo do processo de aquisição sequencial de novos conhecimentos, seja esquecida, o que é nomeado por Moreira (2010, p. 4) como assimilação obliteradora. Dessa forma:

Pode ocorrer também que um subsunçor muito rico, muito elaborado, isto é, com muitos significados claros e estáveis, se oblitere ao longo do tempo, “encolha” de certa forma, no sentido de que seus significados não são mais tão claros, discerníveis uns dos outros. Na medida em que um subsunçor não é frequentemente utilizado ocorre essa inevitável obliteração, essa perda de discriminação entre significados. É um processo normal do funcionamento cognitivo, é um esquecimento, mas em se tratando de aprendizagem significativa a reaprendizagem é possível e relativamente rápida.

No que diz respeito à avaliação em relação à aprendizagem significativa, Ausubel (2003) destaca que não é fácil verificar se ocorreu ou não aprendizado significativo, pois o estudante precisa absorver significados claros de tal forma que estes possam ser diferenciados ou transferidos. O próprio autor sugere caminhos possíveis para avaliação da aprendizagem significativa:

[...] se alguém tentar testar tais conhecimentos, pedindo aos estudantes que indiquem os atributos de critérios ou os elementos essenciais de um princípio, pode simplesmente fazer com que surjam verbalizações memorizadas. Por conseguinte, os testes de compreensão devem, no mínimo, ser expressos em diferentes linguagens e apresentados num contexto algo diferente do material de aprendizagem originalmente encontrado. Talvez a forma mais fácil de os fazer seja pedir aos estudantes que diferenciem ideias relacionadas (semelhantes), mas não idênticas, ou escolham os elementos que identificam um conceito ou uma proposição de uma lista que contenha os conceitos relacionados, bem como as proposições (testes de múltipla escolha) (AUSUBEL, 2003, p. 130).

O autor enfatiza que os testes de múltipla escolha são ferramentas adequadas. Na tentativa de avaliar a ocorrência ou não desse tipo de aprendizagem. Vale destacar que as questões abordadas são apresentadas de maneira diferente ao que foi exposto durante a

apresentação do conteúdo. Em segundo lugar, o estudante precisa ser instigado a resolver um problema, pois assim ele poderá refletir sobre o assunto que resolver com informações que ele já tem, e aprofundar para aprender o que for necessário.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimento novos, e que essa interação é não-litera e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade. (MOREIRA, 2011, p. 14).

O estudante tem direito de fazer descobertas a partir daquilo que ele já sabe e ter dúvidas. Para Ausubel, a dúvida é a palavra-chave. Pois é a partir da dúvida que a criança passa a ser estimulada para a curiosidade e a pesquisa, tornando-se assim um protagonista do seu aprendizado.

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2011, p. 23).

Levando em consideração os aspectos da aprendizagem significativa, essa pesquisa busca primeiramente identificar quais são os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados a funções e eletrônica. Posteriormente, tenta despertar a motivação, pois o estudante precisa estar predisposto a aprender, e embasados em materiais potencialmente significativos, busca a apropriação de novos conhecimentos que estejam ancorados ao que o estudante já sabe e de forma a aprofundar e aprimorar esses conhecimentos dando significado a eles. Essa proposta busca, juntamente com a robótica, dar significado ao estudo das funções polinomiais do primeiro grau, uma vez que, uma das aplicações está voltada ao estudo das velocidades de um carrinho. Auxiliando numa possível aprendizagem significativa.

1.2. CONSTRUTIVISMO E CONSTRUCIONISMO

Nascido na Suíça, formado em Ciências Naturais (Biologia e filosofia), pela Universidade de Neuchâtel Jean Willian Fritz Piaget (1896-1980), teve seu primeiro artigo publicado aos 11 anos de idade sobre um pardal albino, aos 22 anos doutorou-se em Biologia, conforme destacado por Caetano (2010). Piaget trabalhou no laboratório de Binet. Elaborou um método próprio de pesquisa, o método clínico, e iniciou sistematicamente as investigações sobre o desenvolvimento infantil e a construção da inteligência.

Em suas pesquisas, Piaget, deixa de considerar as respostas erradas, como déficit e tenta descobrir a lógica dos erros, questiona os processos e busca uma metodologia mais adequada, que reúna as vantagens de um controle experimental rigoroso que era utilizado na clínica de psiquiatria que trabalhava. Frente a essas análises e vivências, envia um dos seus três artigos com seus primeiros resultados para a revista *Archives de Psychologie*, conforme destacado por GOMES e BELLIN (2009). Após esse artigo Piaget é convidado a assumir um cargo no Instituto Jean-Jacques Rousseau da Universidade de Genebra. Em 1923, aos 27 anos, escreveu o seu primeiro livro, *A Linguagem e o Pensamento na Criança*. Ao longo de seus 84 anos de vida, Piaget escreveu mais de 60 livros e uns 1500 artigos.

Piaget considerava que o ser humano é um sujeito que já traz conhecimento assim que nasce, a criança possui reflexos, esses reflexos os auxiliam a suprir as suas necessidades, como passar do tempo a criança vai obtendo mais conhecimento de forma a suprir as suas necessidades isso se dá por meio da interação com o meio onde convive, conforme Piaget (1973).

A teoria chamada de construtivista, recebe esse nome, porque na concepção de Piaget o conhecimento é construído e reorganizado, ocorrendo através da interação, ou seja, o conhecimento não se centra nem no sujeito, nem no objeto, mas na interação do sujeito com o objeto. Sobre esse aspecto, cabe destacar as palavras de Coll (1995, p. 32):

A ideia básica do construtivismo é que o ato de conhecimento consiste em uma apropriação progressiva do objeto pelo sujeito, de tal maneira que a assimilação do primeiro às estruturas do segundo é indissociável da acomodação destas últimas às características próprias do objeto: o caráter construtivo do conhecimento se refere tanto ao sujeito que conhece como ao objeto conhecido, ambos aparecem como resultado de um processo permanente de construção.

Para o construtivismo, a aprendizagem da criança acontece em todos os momentos de sua vida, em qualquer lugar ou contexto. Piaget destaca ainda, que a ação do sujeito é o ponto de partida para a construção da inteligência humana. Ao aprender, cada sujeito construirá para si os objetos do meio, e isso acontecerá através da sua própria ação física ou mental, pois, “as estruturas não estão pré-formadas dentro do sujeito, mas constroem-se à medida das necessidades e das situações” (PIAGET, 1987, p. 387).

Nascido em Pretória, na África do Sul, Seymour Papert (1928-2016), um grande matemático, trabalhou com Piaget e centrou suas pesquisas no estudo do que ele chamava de inteligência artificial (IA). Seymour Papert, trabalhou no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), onde direcionou seus trabalhos ao estudo e desenvolvimento de

programas capazes de fortalecer atividades intelectuais nas crianças. Durante a década de 60, desenvolveu, juntamente com outros pesquisadores, o LOGO¹, uma linguagem de computador para crianças, que foi adotada em todo o mundo, no uso de novas tecnologias na educação, desde a África até os países da América Latina, passando pela Europa e Estados Unidos.

Existem diversas possibilidades de introdução de conceitos da Computação na Educação Básica, mas Papert (1986) destaca que “a criança deve programar o computador”. Papert destaca o fato de que a programação de computadores e a depuração podem fornecer às crianças uma maneira de pensar sobre seu próprio pensamento e aprender sobre seu próprio aprendizado.

Em muitas escolas, atualmente, a frase ‘instrução ajudada por computador’ (computer-aided-instruction) significa fazer com que o computador ensine a crianças. Pode-se dizer que o computador está sendo usado para ‘programar’ a criança. Na minha perspectiva, é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais (PAPERT, 1986, p .17-18).

Papert defende o uso do computador como uma ferramenta para a aprendizagem, permitindo ao estudante desenvolver o raciocínio, a criatividade e o seu conhecimento em diferentes áreas. Em seu livro “A Máquina das Crianças”, Papert (1994), o autor pontua que a Robótica pode fazer conexões com outras áreas intelectuais e científicas, inclusive com a Biologia, a Psicologia, a Economia, a História, a Filosofia e outras, sempre buscando a compreensão de novos conhecimentos, sejam eles atitudinais, conceituais ou procedimentais

Papert destaca duas abordagens para o uso dos computadores na educação, são elas: abordagem *instrucionista* e a abordagem *construcionista*. Na abordagem *instrucionista* o que predomina é o máximo de ensino (instrução), logo o computador é utilizado como máquina de ensinar. Na abordagem *construcionista*, por outro lado, se deve ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de instrução. Na abordagem *construcionista* o computador é usado como máquina de ensinar, capaz de construir novas obras, novas ideias, novas soluções. Aqui existe a menor interferência possível do professor (PAPERT, 1994).

Para Papert a chave para o aprendizado está em projetar no ambiente externo nosso raciocínio e nossas ideias internas, por meio da construção e do desenvolvimento de algo concreto. O aprendizado é tangível quando conseguimos compartilhar nossas ideias e nos comunicar através de nossas expressões no mundo real.

Na perspectiva *construcionista* o computador proporciona a interação do estudante com seu objeto de aprendizagem permitindo maior autonomia no processo de execução, visto que, consegue programar, definir e redefinir etapas que poderão ou não dar o resultado esperado:

Para Papert, projetar no ambiente externo nosso raciocínio e nossas ideias internas, por meio da construção e do desenvolvimento de algo concreto, é a chave para o aprendizado. O aprendizado torna-se tangível e compartilhado quando podemos exteriorizar nossas ideias e, inclusive, nos comunicar através de nossas expressões feitas no mundo real (CAMPOS, 2008, p. 97).

É visível que a aprendizagem por meio da programação de computadores, defendida pelo Construcionismo, pode permitir ao estudante o desenvolvimento da autonomia, visto que, ele interage diretamente com as ferramentas de aprendizagem, necessitando o mínimo possível de auxílio e interferência do professor.

Por causa de seu foco na aprendizagem pelo fazer ao invés da centralização em todos os potenciais cognitivos, Papert nos ajuda a entender como as ideias se formam e se transformam quando do uso de diferentes mídias e em contextos particulares. O ciclo do aprendizado auto direcionado é um processo interativo pelo qual os aprendizes inventam para eles mesmos as ferramentas e mediações que melhor suportam a exploração do que mais lhes interessa.

No construcionismo, o conhecimento, mesmo no caso de adultos, se dá essencialmente nos contextos de vida, modelado pela diversidade do processo em construção. O uso da mediação e do suporte externo deixa na mente do aprendiz o essencial para expandir os potenciais da própria mente humana, em qualquer nível de seu desenvolvimento.

1.3 O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

Quando se fala de educação nos dias atuais, nos parece difícil não a associar com as tecnologias digitais. Isso porque a escola precisa se reinventar o tempo todo, ultrapassar os seus limites e tentar tornar-se cada vez mais atrativa. Nesta perspectiva Blikstein (2008), refere-se ao pensamento computacional (PC) não apenas como saber navegar na internet ou utilizar um aplicativo, mas sim a habilidade de saber usar o computador como um instrumento de aumento de poder cognitivo e operacional humano, possibilitando o aumento da produtividade, inventividade e criatividade humana.

De acordo com Blikstein (2008), uma pessoa do século XXI precisa dominar muito mais que as habilidades básicas, tais como ler e escrever, que eram exigidas nos séculos passados, sendo assim, o autor destaca o PC como uma habilidade indispensável para as pessoas no século XXI. Esse pensar, não diz respeito apenas a saber utilizar os aplicativos de um celular ou os

programas de computadores. Diz respeito sim, a utilizar o computador para aumento de sua capacidade cognitiva.

Para Wing (2006), PC é baseado em abstração e decomposição de problemas ou sistemas complexos, habilidades altamente recomendadas para estudantes que querem aprender programação. Para Blikstein (2008) o PC tem relação com a capacidade de usar o computador como um instrumento para o aumento do poder cognitivo e operacional humano. Ainda de acordo com Brackmann (2017, p.31), o PC “é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica de usar os fundamentos da computação nas mais diversas áreas de conhecimento com a finalidade de resolver problemas de uma maneira individual ou colaborativa”.

Segundo Brackmann (2017), o PC está fundamentado em quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo. São estes pilares que orientam todo o processo de resolução de problemas. A *decomposição*, está baseada na quebra de um problema complexo (problema difícil) em partes menores e mais simples de resolver, aumentando a atenção a detalhes. O *reconhecimento de padrões*, busca a identificação de similaridades, juntar situações parecidas, em diferentes processos para solucioná-los de maneira mais rápida e eficiente. A *abstração*, envolve o processo de analisar quais os elementos são relevantes e quais podem ser ignorados. O *algoritmo* é o processo de criação de um conjunto de regras para a resolução do problema.

Com relação a inclusão do PC e da Robótica Educacional na Educação Básica (EB), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento norteador no Brasil, sendo que, em sua segunda competência geral, o documento afirma que deve se:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicos) com base nos conhecimentos das diversas áreas. (BRASIL, 2018, p.9).

Ainda segundo esse documento, as tecnologias digitais incorporadas às práticas docentes permitem a promoção de aprendizagens mais significativas alinhado ao processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. O documento enfatiza a necessidade de elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções.

Nesse sentido, a utilização de materiais físicos que necessitem de uma parte abstrata para o seu funcionamento, como a Robótica Educacional, pode ter grande participação no processo de ensino e aprendizagem uma vez que o estudante deixa de ser um sujeito passivo do processo e passa a ser um sujeito ativo. Nesse sentido vale observar o que diz a competência geral 5 da (BNCC):

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica significativa reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolas) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p.9).

O currículo nacional teve muitas mudanças feitas através das implementações da BNCC do Ensino Médio, contando com a formação geral básica e os itinerários formativos, que são utilizados como meio de flexibilização do currículo. Dentre esses novos conhecimentos temos que:

II – matemática e suas tecnologias: aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos matemáticos em contextos sociais e de trabalho, estruturando arranjos curriculares que permitam estudos em resolução de problemas e análises complexas, funcionais e não-lineares, análise de dados estatísticos e probabilidade, geometria e topologia, robótica, automação, inteligência artificial, programação, jogos digitais, sistemas dinâmicos, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino (BRASIL, 2018, p. 477).

Pela nova estrutura curricular, espera-se que haja uma atualização do currículo educacional em vista da sociedade moderna. Essa busca pela atualização pressupõe para autores como Silva (2021) que sejam utilizadas mais tecnologias e materiais modernos. Ele acredita que nos itinerários formativos, o uso da robótica, pode criar uma maneira de se trabalhar vários itens, como automação, resolução de problemas, pensamento computacional, robótica e programação computacional.

A BNCC reconhece que a tecnologia possui um papel fundamental e destaca a importância de que os estudantes dominem as tecnologias digitais, sendo assim capazes de fazer um bom uso das ferramentas, compreender o PC, seus impactos e as contribuições dessas tecnologias para a sociedade. Conseguir desenvolver essas habilidades e trabalhar a aprendizagem Matemática com os estudantes pode trazer benefícios no desenvolvimento, uma vez que, conforme a BNCC:

Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional. (BRASIL, 2018, p. 264).

Desta forma, fazer uso de softwares educacionais, ou estratégias e metodologias que estimulem o PC, em sala de aula além de ser uma forma de estimular o interesse pelo conteúdo,

é uma necessidade. É possível aliar compreensão dos objetos do conhecimento curriculares, com aplicações práticas e relevantes que motivem os estudantes e que contribuam para o desenvolvimento das competências fundamentais para uma real aprendizagem.

Borba (2018) reitera que é necessário que o professor propicie o ambiente favorável à aprendizagem, quando inclui recursos tecnológicos em sua prática pedagógica, visando a diversidade na forma de expor os objetos do conhecimento curriculares e contribuindo para o desenvolvimento da aprendizagem.

Uma das unidades temáticas da BNCC para o componente matemática é o objeto do conhecimento relacionado às funções polinomiais do primeiro grau. Componente este visto como fundamental e que permite desenvolver habilidades para as diversas áreas do conhecimento, visto que, muitas aplicações práticas e de outras áreas do conhecimento podem ser modeladas através do uso de funções.

Nesse sentido e dialogando com outros autores, a Robótica Educacional torna-se uma possibilidade para aprendizagem de objetos do conhecimento específico simultaneamente ao desenvolvimento do PC, onde o estudante possa atuar de forma mais participativa, sendo protagonista no processo de ensino e aprendizagem.

1.4 ROBÓTICA EDUCACIONAL

Uma das possibilidades para inserir aspectos do PC e da Computação na Educação Básica, é a utilização da Robótica Educacional (RE), que permite oferecer ao estudante um ambiente propício para o desenvolvimento da sua criatividade, pensamento crítico, raciocínio lógico e programação. Gomes (2014, p. 23) afirma que “as atividades da Robótica Educacional são motivadoras, pois o estudante tem um ambiente propício para a descoberta, de forma lúdica e criativa”. A autora ainda completa que:

Em particular, os conteúdos de matemática podem ser abordados pelas ferramentas da RE de forma que consigam cativar os alunos, motivando-os e incentivando-os a produzirem de forma autônoma, artefatos e rotinas de programação dos robôs para resolver problemas que precisam, muitas vezes, de paciência, atenção concentrada e de dedicação. Por meio dessas atividades os alunos podem perceber a matemática não só como um conjunto de fórmulas e cálculos, mas como conteúdos aplicados, inseridos em desafios que precisam mais do que cálculos para se encontrar uma resposta, pois, na maioria das vezes, a resposta pode não ser única. (GOMES, 2014, p. 23).

Essa ferramenta, além de desafiadora, estimula o estudante a resolver problemas, fazer decomposições e faz com que o estudante seja protagonista na construção do seu conhecimento. De acordo com D’Ambrosio, U. (1996), um dos grandes objetivos da educação é a formação

para a cidadania. O professor de Matemática não pode estar alheio a isto, ajudando o estudante a “apreciar” o conhecimento moderno, impregnado de ciência e tecnologia e destacando para o estudante alguns dos princípios éticos relacionados nesta “apreciação”. A escola necessita, sobretudo, “estimular a aquisição, a organização, a geração e a difusão do conhecimento vivo, integrado nos valores e expectativas da sociedade” (D’AMBROSIO, 1996, p.80).

Nesse cenário, que contempla uma evolução intelectual, que busca mais informação, que destaca uma sociedade cada vez mais informatizada, digital e tecnológica, seja por robôs ou por inteligência artificial, cada vez mais se faz necessário que a educação traga outras formas de aprendizagem. Aulas mais atrativas, divertidas e tecnológicas, são uma opção para essa modernização nos processos de ensino e de aprendizagem.

A Robótica Educacional é uma abordagem pedagógica que utiliza a construção e programação de robôs como ferramenta para promover o aprendizado de diversas habilidades e conceitos. Os projetos de robótica geralmente envolvem conceitos de Matemática, Física, Ciência da Computação, Engenharia e Artes, proporcionando uma experiência de aprendizado integrado. Ela é um instrumento que permite o professor mostrar na prática conceitos teóricos permitindo que o estudante (sujeito) tenha um ambiente de motivação, criação, observação, abstração e aprendizagem de forma lúdica, na montagem e programação de um robô.

Segundo Valente (2007), a Robótica Educacional tem por objetivo promover no estudante o estudo de conceitos multidisciplinares. O que no ambiente escolar contribui para a interação entre os estudantes, estimula a criatividade e a inteligência. Seu uso propicia o uso de tecnologias digitais, sendo inserida por meio de uma abordagem interdisciplinar.

Ribeiro, Coutinho e Costa (2011) explicam que a Robótica Educacional tem sido utilizada nos últimos anos como uma ferramenta pedagógica, que tem ajudado os estudantes a aprender diferentes disciplinas, proporcionando uma abordagem inovadora aos modelos de ensino e aprendizagem. Da mesma forma, tem promovido a multidisciplinaridade, o pensamento lógico, a aprendizagem colaborativa e a promoção da imaginação e criatividade.

Silva Neto (2008) apontam que a robótica melhora o raciocínio matemático nos estudantes, destacando como o uso desse material no ensino de matemática está relacionado a uma melhora na atitude dos estudantes, bem como a uma melhora da aprendizagem.

Mill, e César (2009), destacam que a robótica pertence ao grupo das ciências informáticas e é considerada multidisciplinar. Suas aplicações se multiplicam com muita rapidez. A Robótica Educacional é a parte da ciência que se dedica a estudar as contribuições que a robótica pode ter para contribuir com os processos pedagógicos da construção do conhecimento.

Os estudos de Seymour Papert, Mill e Cesar acreditam na construção de um ambiente em que, estudantes e professores desenvolvem estratégias que os ajudam a resolver problemas ao mesmo tempo em que se envolvem na compreensão de conceitos típicos da matemática, da ciência e da tecnologia. Conhecimentos esses que podem ser multidisciplinares. Os autores destacam que a Robótica Educacional pode ser usada para estender conceitos matemáticos e até mesmo introduzir novos. Tudo isso cria a oportunidade de os estudantes desenvolverem conexões entre o que pensam e fazem em matemática, por meio de robôs.

Assim a Robótica Educacional, permite que uma tarefa seja realizada de diversas formas sem estar presa a um modelo ou percurso específico, ajuda a estimular a criatividade, propor testes que auxiliam na compreensão e desenvolvimento adequado de habilidades. Para (Mill e César, 2013, p. 272):

Entendemos a expressão robótica como uma proposta pedagógica - ou seja, consideramos que a robótica pedagógica é uma denominação para o conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e aprendizagem que tornam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento.

Com base nisso, pode-se dizer que a proposta do uso da robótica pedagógica como meio para o desenvolvimento de processo de ensino e aprendizagem é possível quando se pensam estratégias voltadas para esse fim. Ou seja, quando se pensa em atividades que contemplem os objetos de conhecimento com atividades de robótica.

Nesse sentido, de acordo com Mill e César (2009) a matemática consiste em encontrar soluções para problemas e a robótica dá habilidades consiste em trabalhar com os estudantes de forma a desenvolver atitudes e, claro, aprender a colocar em prática estratégias gerais e técnicas simples de resolução de problemas.

Pode-se constatar que é possível aprofundar o desenvolvimento da Robótica a tal ponto que as atividades são elaboradas pelos próprios estudantes, estimulando sua criatividade, interpretação e proposição a partir das habilidades acadêmicas observadas. A mistura de ambientes computacionais, mecânicos e eletrônicos permite ao criador das atividades mergulhar em um ou em todos os campos.

A Robótica Educacional vem se consolidando a nível mundial e cada vez mais está nas instituições escolares. No Brasil, passou a ser implementada há aproximadamente dez anos em escolas públicas e privadas, adaptando o cenário industrial até então utilizado, para o ambiente pedagógico (Barros da Silva Filho, 2019).

Uma das possibilidades de sua utilização é através de materiais de baixo custo, como afirma Campos (2017), pois possibilita que escolas interessadas possam implantar atividades voltadas para a utilização destes recursos no ambiente pedagógico.

A utilização da robótica no ambiente escolar pode ser uma ferramenta de apoio que auxilia nos processos de ensino e aprendizagem dos estudantes, uma vez que, conhecimentos técnicos relacionados aos componentes da eletrônica e da programação devem ser incluídos. Nesse sentido, a Robótica Educacional, está voltada para o desenvolvimento de habilidades que possibilitam a assimilação de diversos conteúdos que ao serem colocados em prática possibilitam aquisição de conhecimentos. Nessa perspectiva Barros (2019, p.40) destaca:

Na educação robótica vem apresentando grande potencial no desenvolvimento de atividades de grande valor pedagógico devido sua capacidade de colocar o aluno como autor do seu próprio saber bem como por possibilitar a interdisciplinaridade dos componentes curriculares além de permitir a representação prática de muitos fenômenos antes unicamente abstraídos principalmente em disciplinas como matemática e física.

A possibilidade de associar a linguagem de programação com a plataforma de prototipagem do Arduino, favorece o desenvolvimento de projetos voltados para o âmbito educacional, uma vez que contextualiza unidades temáticas e objetos de conhecimento de diferentes componentes curriculares. A robótica educacional livre e de baixo custo possui valor pedagógico significativo, isso devido ao fato de que ao envolver os estudantes, proporciona um ambiente lúdico e dinâmico, favorecendo a troca de conhecimento entre os pares, criando e testando hipóteses, resolvendo situações problema de forma criativa e inovadora como mencionado por Medeiros (2017).

Quando desenvolve uma proposta didática com a Robótica Educacional, o professor dá autonomia para que o estudante atue na formação do seu conhecimento por meio da experimentação. Como “programador”, ele poderá solucionar problemas atuais, testar, buscar opiniões, criar hipóteses e interagir com seus colegas em busca de soluções. Isso contribui para o desenvolvimento cognitivo e de habilidades matemáticas por meio da interação, raciocínio lógico e criatividade para resolver problemas de forma prática e inovadora (ANDRADE, 2016). Similarmente D’Ambrósio (1996, p. 24) salienta a importância de oportunizar momentos de comunicação entre os sujeitos para definição de estratégias:

O processo de gerar conhecimento como ação é enriquecido pelo intercâmbio com outros, imersos no mesmo processo, por meio do que chamamos comunicação. A descoberta do outro e de outros, presencial ou historicamente, é essencial para o fenômeno vida. Embora outros mecanismos de captar informações e de processar essa informação, definindo estratégias de ação, sejam absolutamente individuais e

mantenham-se como tal, eles são um pacto (contrato) entre indivíduos. O estabelecimento desse pacto é um fenômeno essencial para a vida. Em particular, na espécie humana isso é o que permite definir estratégias para ação comum. [...] Assim, por meio da comunicação podem se originar ações desejáveis a ambos e se inibir ações, isto é, geram-se in-ações, não desejáveis para uma ou para ambas as partes.

Ao trabalhar com a proposta da robótica educacional, o professor contará com momentos favoráveis para troca de informações, onde o conhecimento é construído através do compartilhar dos saberes e das contribuições de cada um.

Borba (2018) salienta que alguns dos elementos-chave para a aprendizagem, são a investigação matemática e a experimentação com tecnologias. O autor acredita que as tecnologias digitais oferecem um caráter experimental para as atividades utilizando recursos diferenciados por meio de softwares educacionais, pois:

(a) permite variados caminhos na busca por soluções; (b) admite diferentes soluções; (c) permite que, a cada investigação, sejam exploradas novas estratégias de resolução; (d) é qualitativamente diferente de uma atividade baseada no uso do lápis e do papel; e (e) é exploratória do ponto de vista educacional (BORBA, 2018, p. 59).

Neste sentido, as tecnologias digitais, em especial o computador, são utilizadas na Robótica Educacional como um recurso educacional para simular a programação de componentes, que posteriormente são integrados a protótipos físicos, deixando de ser um recurso manipulado de forma mecânica e intuitiva, passando a ser uma ferramenta que venha complementar e reforçar a aprendizagem dos estudantes. O conhecimento se revela à medida em que o aprendiz busca a informação e a utiliza efetivamente para resolver uma determinada situação-problema.

Nesta perspectiva, estão inseridas a plataforma Arduino e o software Ardublock. A primeira é uma plataforma de prototipagem *open source* e a segunda uma extensão de programação em blocos que tem uma interação direta com o software Arduino IDE. Tanto a plataforma Arduino como o software Ardublock serão descritos mais detalhadamente nas seções abaixo.

1.4.1 O Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem de licenciamento jurídico livre, possuindo apenas restrição de registro a marca Arduino, que surgiu na Itália, em 2005. É uma placa que possui um microcontrolador que é capaz de “ler” e “escrever” valores analógicos e digitais, sendo controlada por um software, que o usuário cria em seu próprio Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) de desenvolvimento.

A placa possui portas de pinagem enumeradas e identificadas, sendo A0, A1... a identificação das portas analógicas, que convertem o sinal analógico em sinal digital, o qual pode ser utilizado no código posteriormente. As portas digitais (0-13) podem ser utilizadas para entrada ou saída de sinal digital. Também podem ser usados para acionar servo motores e também para outras tarefas simples, como controlar o brilho de um LED.

A alimentação da placa é feita através de um cabo USB conectado ao computador ou através de uma fonte de parede terminada em um conector P4. A fonte de energia não deve ser superior a 15V pois pode danificar a placa. Geralmente as placas Arduino operam entre 6V e 12V. O cabo USB também será utilizado para carregar o código fonte na placa. Na Figura 1 pode-se visualizar a placa Arduino UNO:

Figura 1: Placa Arduino UNO.



Fonte: a autora.

O Arduino tem como objetivo interagir com projetos escolares, sendo uma alternativa de menor custo e principalmente uma plataforma de fácil acesso, que torna possível a programação e elaboração de projetos, mesmo sem conhecimentos avançados sobre o assunto.

A plataforma Arduino é composta por um *Hardware* (placa física) e uma *Software*³ (programa de computador). Ambos são de fonte aberta, ou seja, podem ser usados, compartilhados e modificados por qualquer usuário (SILVA, 2021). Segundo o site Arduino – Home:

O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. Placas Arduino são capazes de ler entradas - luz em um sensor, um dedo em um botão ou uma mensagem no Twitter - e transformá-lo em

³ <https://www.arduino.cc/en/software>

uma saída - ativando um motor, ligando um LED, publicando algo online. Você pode dizer à sua placa o que fazer enviando um conjunto de instruções para o microcontrolador na placa. Para isso, você usa (IDE), baseado em Processamento (ARDUINO, 2022).

Existem diversas placas Arduino que variam de acordo com as atualizações, os tamanhos e as capacidades de operação. A linguagem de programação normalmente usada no Arduino é a C ++. Para conhecer o Arduino e sua IDE, é possível visitar o site <https://www.arduino.cc/>, e baixar conforme a configuração do seu computador. A linguagem de programação no IDE do Arduino acontece por linhas de códigos e em inglês.

Por outro lado, o *software* Ardublock possui blocos lógicos adaptados para interagir com a placa de prototipagem Arduino e seus componentes. Assim se torna acessível tanto para quem está iniciando seus estudos com esses recursos, quanto aos que não possuem nenhum conhecimento prévio sobre linguagem de programação.

1.4.2 Ardublock

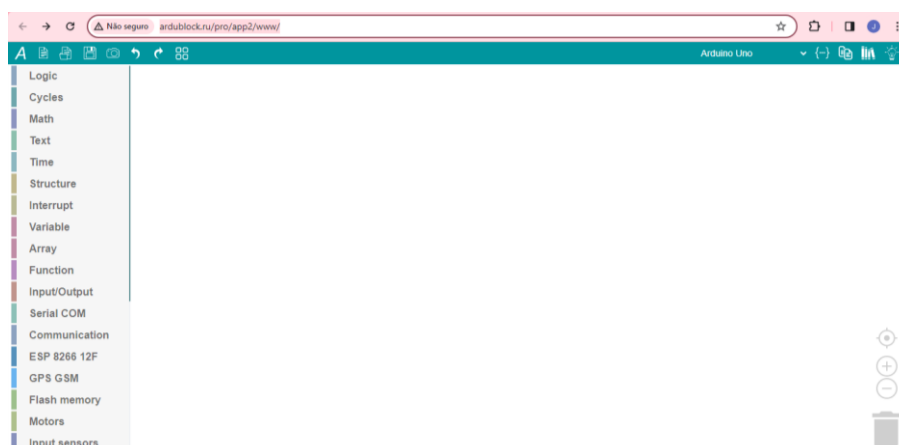
O Ardublock é uma linguagem de programação construída em blocos com funções prontas, ou seja, a linguagem em blocos vai ser transcrita em linguagem C ++ (com pequenas modificações). O Ardublock permite uma interação direta com a plataforma Arduino, deste modo, a programação realizada fica salva na placa mesmo após não estar mais conectada a um computador. O Ardublock pode ser utilizado na versão online ou baixada diretamente do computador.

É uma interface de programação desenvolvida exclusivamente para o Arduino. Assim não é necessário se preocupar com a linguagem de programação, basta ir juntando os blocos e o programa fará a conversão dos blocos para uma linguagem de programação.

O *software* Ardublock, pode ser encontrado facilmente e apresenta algumas versões. Para essa pesquisa, optou-se por utilizar a versão Ardublock 2.0⁴. Essa versão está disponível apenas nas linguagens em inglês e russo. Sua tela pode ser observada na Figura 2:

⁴ <http://ardublock.ru/pro/app2/www/>

Figura 2: Interface Ardublock 2.0.

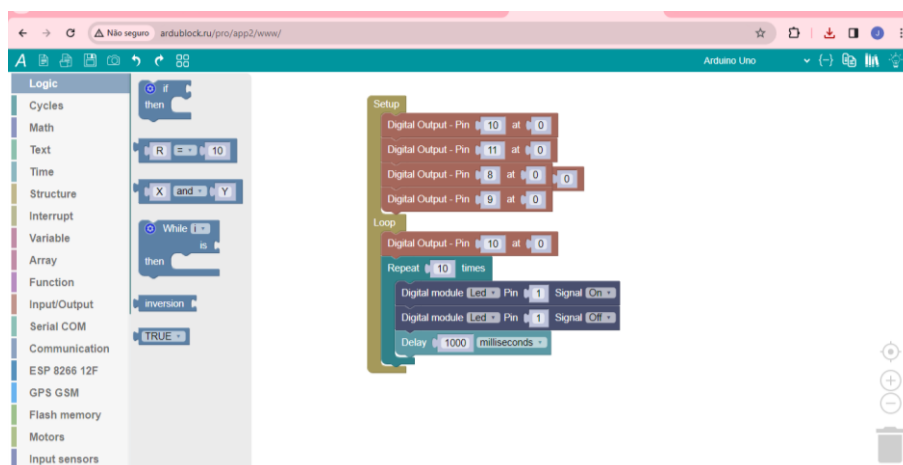


Fonte: <http://ardublock.ru/pro/app2/www/> (2023)

Na tela inicial do Ardublock, no canto superior direito, encontram-se os comandos com os quais é possível escolher o modo da tela claro ou o modo escuro. No canto superior direito tem um ícone, representado por livros que permite acesso às bibliotecas no Ardublock; é possível encontrar o símbolo para copiar o código; ou ainda o click que permite ver a programação realizada em bloco descrita pelo próprio programa em linhas de códigos; e até mesmo poder selecionar qual o modelo de placa Arduino está sendo utilizada no projeto. Dentre os modelos é possível escolher entre: Arduino Uno, Arduino Leonardo, Arduino Nano, Arduino Nano V, Arduino Pro Mini ou ainda Arduino Mega 2560.

No canto superior esquerdo, é possível encontrar uma letra A, que ao ser clicada, permite escolher a linguagem do Ardublock que se deseja utilizar, inglês ou russo. Não foram encontrados nenhum tipo de manual dessa versão, apenas alguns vídeos em russo. Na lateral esquerda, e dividido em categorias por cores, temos os blocos de comando.

Os blocos de comandos são divididos em *Logic*, *Cycles*, *Math*, *Text*, *Time Structure*, e muitos outros, como pode ser visualizado na tela Figura 3. Para montar uma programação, basta selecionar a categoria necessária, clicar no bloco e arrastar ele para o centro da tela. Perceba que as estruturas têm encaixes, de como se fosse um quebra cabeça, então é necessário estar atento aos encaixes para conseguir organizar a programação.

Figura 3: Tela do Ardublock

Fonte: a autora.

Com o Ardublock é possível programar de maneira fácil e rápida. Para isso, basta clicar no bloco desejado e ir arrastando para a área maior da tela. Os blocos se encaixam como se fossem um quebra cabeça, se as peças não encaixam a programação não funciona. Neste trabalho as programações foram realizadas utilizando o Ardublock.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresenta-se uma breve revisão bibliográfica por meio de análises de dissertações, artigos e teses, sobre experiências relacionadas a utilização de Robótica Educacional e o uso do Arduino. Em maio de 2022 realizou-se uma pesquisa dos trabalhos desenvolvidos nos últimos cinco anos, ou seja (de 2017 a 2022), com as palavras-chave: robótica educativa, matemática no Portal de Periódicos da CAPES/MEC.

Na busca foram encontrados 54 artigos, ao começar a analisá-los, muitos usavam kit's Lego⁵, e com atividades descritas estavam sendo realizadas no contra turno escolar. O trabalho aqui desenvolvido tem por objetivo utilizar a robótica de baixo custo e com programação na placa Arduino nesse sentido, realizou-se uma nova pesquisa com as palavras chaves: “robótica, matemática, Arduino”, onde foram localizados 11 artigos.

Dos 11 artigos encontrados no portal de periódicos da CAPES/MEC, quatro deles estavam em espanhol, dois deles eram repetidos, e outros dois estavam direcionados à formação de professores, sobraram assim apenas quatro trabalhos para as análises. Foi então realizada uma nova busca em junho de 2022, utilizando o Google Acadêmico, escolhendo o mesmo período de 2017 a 2022 onde foram encontrados 35 trabalhos, os quais participaram do processo de escolha, selecionando 8 publicações para estudo e elaboração deste trabalho.

Dentre os critérios utilizados para seleção dos artigos levou-se em consideração que os trabalhos deveriam descrever atividades de robótica, em escolas públicas ou privadas, no componente curricular de Matemática no Ensino Básico, e que apresentassem resultados de suas pesquisas. Na busca bibliográfica foram valorizados os trabalhos que apresentavam descritos os equipamentos e os processos utilizados, onde as sequências didáticas e planos de aula pudessem ser usados nas salas de aula com a utilização de Robótica Educacional de baixo custo de preferência com a utilização de Arduino.

Durante as pesquisas, identificou-se um trabalho de 2015 que trata da utilização de robótica, utilizando da aprendizagem significativa e relacionando com os conteúdos de geometria plana no Ensino Fundamental. Apesar desse trabalho estar fora do período determinado anteriormente, ele foi agregado à revisão bibliográfica, tendo em vista a fundamentação teórica, considerada pertinente à pesquisa atual.

⁵ A Lego é uma empresa fundada na Dinamarca, que possui um kit de robótica educacional denominado Lego Mindstorms.

Sobre a utilização de robótica e a aprendizagem de matemática pode-se destacar: Wildner (2015), Mella (2022), Silva e Barbosa (2021), Provin (2020), Mafra e Santos (2022), Silva (2018), Sales et al (2017).

Com esses trabalhos, pretende-se elucidar algumas perspectivas do uso da Robótica Educacional e das perspectivas que essa utilização vem assumindo na Educação Básica, bem como as habilidades e competências que podem ser desenvolvidas com os estudantes de forma a abranger as orientações da BNCC.

Em sua dissertação, Wildner (2015), utiliza a robótica como um recurso para aprendizagem significativa de geometria plana para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. A pesquisa foi realizada com a participação de 27 estudantes em uma escola privada no município de Lajeado, Rio Grande do Sul. A autora identifica os conhecimentos prévios dos estudantes com relação a relação à geometria plana e a robótica, e a partir deles desenvolve uma prática pedagógica de forma a estimular e estabelecer conexões com a Matemática. Foram realizados pré-testes e pós-testes, observações com diário de bordo, fotos, filmagens e questionários. A pesquisa utilizou-se dos conceitos de geometria plana, *Scratch*, e S4A, placas de Arduino Uno e o RoboMat.

Wildner (2015) destaca que durante a utilização da Robótica Educacional os estudantes estavam mais predispostos e entusiasmados em trabalhar os conteúdos matemáticos e que isso contribuiu para o desenvolvimento de habilidades para calcular áreas de figuras planas e perímetros.

Sobre os trabalhos desenvolvidos, a autora destaca que eles foram feitos em grupos o que permitiu a troca de ideias, informações e conhecimentos. A autora afirma que houveram conflitos durante a realização das atividades, porém esses se fazem presentes em todas as atividades, e que ao longo do percurso o consenso estava presente, o que promovia o trabalho em equipe e a aceitação das ideias do outro. Destaca facilidades e dificuldades ao longo do processo, mas conclui dizendo:

Ao concluir a pesquisa, estou convencida de que a robótica deveria ser utilizada em todas as escolas, pois proporcionam ao estudante uma nova forma de aprender, aumentando sua criatividade, disposição, autoestima, criticidade e desenvolvendo um raciocínio lógico, entre tantas outras habilidades. Em vista disso, pretendo, cada vez mais, usar recursos diferentes em minhas práticas pedagógicas. Ao sentir com os alunos envolvidos, predispostos, desenvolvendo aprendizagem significativa por meio desses recursos esses erros sair da sala de aula tradicional e não apenas utilizando um aplicativo ou software específico, aumentou minha determinação de utilizar robótica em outras áreas do conhecimento e demais turmas da escola que venho atuando. (WILDNER, 2015, p.117.).

Para Wildner (2015) o uso da robótica na educação pode ser uma grande aliada à aprendizagem significativa, de qualquer área do conhecimento, uma vez que os estudantes aprendem de forma interativa, num ambiente agradável e com mais predisposição para aprender.

O trabalho de Mella (2022) utiliza a Robótica Educacional destacando as ideias do Construtivismo, do Construcionismo, a Aprendizagem Sócio-histórica de Vygotsky e destaca os pilares do PC. A investigação é focada na utilização do Arduino e o trabalho é aplicado nas 3 turmas do Ensino Médio. No primeiro ano associado ao movimento uniforme, com questões de funções do primeiro grau, movimento progressivo e retrógrado, no segundo ano associada a um sistema linear 2×2 e no terceiro ano o trabalho buscou avaliar os coeficientes da equação de uma reduzida da reta e o estudo de geometria analítica. O autor ressalta que os estudantes estão cada vez mais inseridos no meio tecnológico e para ele “[...] é necessário realizar algumas mudanças na forma de ensinar” (MELLA, 2022, p.11) e como professor de Matemática e Física ele busca uma aplicabilidade dos conceitos ensinados tendo em vista a dificuldade de ensinar alguns conteúdos aos estudantes.

O artigo de Silva e Barbosa (2021) versa sobre Matemática e Física em experiências de robótica livre: explorando o sensor ultrassônico, esse trabalho tem abordagem na aprendizagem com a utilização de Robótica Educacional e a utilização de materiais livres a partir das ideias do construcionismo aliado a espiral da aprendizagem criativa. O trabalho foi aplicado com uma turma de 9º ano de uma escola pública do Estado de Goiás em 2019. Foi utilizada a plataforma Arduino e através do desenvolvimento de robôs, com sequências de montagem, utilizando da imaginação, criação, brincadeiras, compartilhamento e reflexão, prepara-se o terreno para aprendizagem da Matemática, da Física, das Engenharias, Tecnologias, Arte e Ciência embutidas ao processo de desenvolvimento de um robô. Os autores afirmam que foi possível a aprendizagem de conceitos e habilidades relacionadas a ondas ultrassônicas, velocidade média, conversão de unidades de medida, funções e intervalos numéricos. O estudo fala sobre a importância do estudo da Matemática e das Ciências, embutida no processo de desenvolvimento de um robô. Afirmam que é possível encurtar a distância entre o conhecimento curricular e o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis.

A dissertação de Provin (2020) apresenta estudos com base na reestruturação curricular de forma a contemplar as diretrizes propostas na (BNCC) com destaque para a unidade temática de geometria, e aplicada ao 6º e 7º ano do Ensino Fundamental. A autora pontua que:

De acordo com os pressupostos apresentados e observando as orientações da BNCC É que se almeja o de desenvolvimento de uma sequência de atividades que utilizasse nas tecnologias digitais de forma criativa e inovadora de maneira que, além de trazer o aprendiz como sujeito ativo, esse viesse a encontrar sentido prático a unidade temática, em especial, a objeto de estudo que fora proposto, e experienciando essa temática com recurso diferenciados, utilizando as interfaces da robótica educativa. (PROVIN 2020, p.117).

A dissertação está fundamentada na teoria construcionista de Seymour Papert (Papert, 1986) e nos processos de ensinagem de Léa das Graças Camargos Anastasiou (Anastasiou, 1998). No trabalho desenvolveu-se uma sequência didática estruturada em três encontros que foi desenvolvida com uma turma de estudantes no projeto de robótica educativa do município de Erechim Rio Grande do Sul, esse trabalho foi desenvolvido no contraturno escolar.

Como pesquisa norteadora o estudo de Provin (2020) retrata como a Robótica Educacional pode auxiliar no processo de ensinagem de alguns elementos básicos de geometria plana com estudantes do Ensino Fundamental. Utilizando carrinhos robóticos que foram construídos, munidos de canetões e que conseguem fazer alguns desenhos no chão, com os quais se pode estudar aspecto da geometria. Tem natureza qualitativa e participativa. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram o diário de bordo, alguns artefatos utilizados pelos estudantes, registros fotográficos e vídeos e aplicação de um produto educacional.

O trabalho de Mafra e Santos (2022) apresenta uma intervenção com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental a partir de uma implementação com robótica em uma escola de tempo integral. Foi desenvolvida e aplicada uma sequência didática, em uma turma de 20 estudantes. Os conteúdos matemáticos associados versavam sobre geometria plana, cálculo de área e determinação de circunferência, perímetro, regra de três, porcentagem, frações e ângulos. As atividades de Matemática envolvem robôs e sua programação associada. Os pesquisadores dissertam que os estudantes puderam aprender assuntos matemáticos através da robótica, ainda afirmam que :

(...) uma das fases deste trabalho contou com a percepção de experimentação e educacionais em sala de aula A partir dessa fase experimental, percebemos que a integração de vários sujeitos que atuam no processo de ensino e de aprendizagem, possibilitada pelas tecnologias educacionais das aulas de matemática, é significativa ademais o conhecimento quando produzido em conjunto com os alunos permite superar um paradigma que por muito tempo permanece nas escolas, concretizado em um meio tradicional de ensino onde a relação professor-aluno é de transmissor e receptor do conhecimento, respectivamente o uso de tecnologias, quando implementadas de forma adequada permite ultrapassar esse modelo tradicional.(MAFRA E SANTOS, 2022, p.14-15).

O trabalho contou com a utilização do material *Legó Mindstorms*, e as atividades foram desenvolvidas no laboratório de Robótica Educacional vinculado ao laboratório de aplicações das novas tecnologias educacionais durante os anos de 2018 e 2019. Os pesquisadores

destacam que os resultados da pesquisa apontam que o uso de tecnologias na educação promove a motivação dos estudantes na aprendizagem e a interação entre eles, além de revelar o quanto esses estudantes anseiam por novas formas de apresentação do conhecimento matemático.

O trabalho de Silva (2018 p. 18) tinha por objetivo responder a seguinte questão de pesquisa: “Quais as possíveis contribuições que o desenvolvimento do Pensamento Computacional pode propiciar ao processo de formação de conceitos matemáticos de estudantes do nono ano do Ensino Fundamental?”. Para isso foi realizado uma observação em quatro turmas de uma Escola Estadual do Ensino Integral do Estado de São Paulo, onde foi estudado o significado do resto da divisão euclidiana e da congruência entre números inteiros, utilizando para isso os kits de robótica Arduino Uno e as programações baseadas com os Scratch para Arduino. Para a pesquisa foram usados procedimentos metodológicos como gravações de áudios e vídeos, observação das aulas, caderno de anotações do pesquisador, entrevistas com os estudantes e com a professora responsável pela disciplina. A atividade permitiu aos estudantes a reflexão e a sistematização dos conceitos estudados bem como o desenvolvimento de um raciocínio algorítmico e abstrato onde ficou evidenciado os quatro pilares do PC.

No trabalho de Sales *et al.* (2017), os autores descrevem uma experiência utilizando a linguagem de programação por blocos do Scratch⁶ e a placa de prototipagem Arduino, onde os estudantes interagem com a Matemática de forma exitosa. Essa experiência foi realizada com estudantes de uma escola pública de Fortaleza com faixa etária entre 11 e 16 anos. Os estudantes criaram e programaram cubos de Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz, em português), LED nas aulas de Matemática, relacionando as habilidades de geometria com o PC.

Os trabalhos citados anteriormente apresentam a robótica e a Matemática como temática principal. Com exceção do trabalho de Provin (2020) todas as atividades foram aplicadas durante o período regular de ensino. A pesquisa aqui descrita, diferentemente dos trabalhos anteriores, possui abordagem na construção do carrinho robótico pelos estudantes e programação através de blocos de encaixe no Ardublock, com o objetivo de analisar as possíveis contribuições da Robótica Educacional na aprendizagem significativa das funções polinomiais do primeiro grau.

⁶ Linguagem de programação criada em 2007 pelo Media Lab do MIT. <https://scratch.mit.edu/>

3. MATERIAS E MÉTODOS

Neste capítulo, abordar-se-ão o objeto da pesquisa, a caracterização dos públicos e os métodos utilizados na pesquisa.

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

A abordagem escolhida para essa pesquisa foi um estudo de caso onde buscou-se obter dados descritivos quanto à produção do conhecimento no decorrer de uma aplicação didática resultante da proposta inicial estabelecida. A abordagem é qualitativa pois os dados foram analisados de forma descritiva e o processo desenvolvido pelo estudante foi importante. O professor por sua vez ficou atento para verificar se o estudante conseguiu construir o conceito a partir da manipulação de um objeto concreto. Conforme Cruz (2010, p. 112),

Os estudos qualitativos podem descrever a complexidade de determinado problema e a interação de certas variáveis, compreender e classificar os processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuir no processo de mudança de dado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos.

A parte experimental da pesquisa foi realizada com estudantes regularmente matriculados em uma turma de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública Estadual de Santa Catarina, situada na cidade de Cunha Porã/SC. Na presente investigação, a pesquisadora é professora da turma, então fez a sua observação de forma participativa.

As atividades propostas foram aplicadas durante os meses de abril a julho de 2023, com 18 encontros e um total de 27 aulas de 45 minutos cada. No horário das aulas de Matemática de acordo com o roteiro planejado anteriormente pela pesquisadora e adaptadas posteriormente quando necessário.





Para embasar o relato final, foram considerados os dados coletados nos questionários inicial, (Apêndice A) e final (Apêndice B). O questionário inicial serviu como ponto de partida, permitindo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto abordado na sequência didática. Já o questionário final foi aplicado ao término das atividades, com o objetivo de verificar possíveis indícios de aprendizagem significativa adquiridos ao longo do processo.



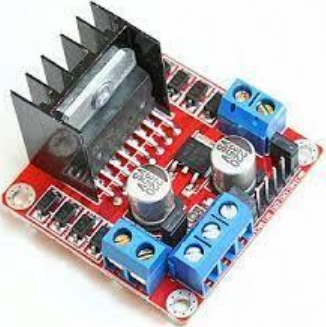


Dessa forma, todas essas fontes de informação foram utilizadas como base para o relato referente ao desenvolvimento das atividades presentes na sequência didática, proporcionando uma avaliação completa e detalhada do processo.







3.2 MATERIAIS UTILIZADOS


Para a realização das atividades, optou-se pelos kits robóticos de baixo custo, e disponíveis no laboratório *Maker* da escola. Para complementar os materiais foi necessário adquirir uma ponte H dupla modelo L298N e os clip de bateria com conector. Foi utilizado o Arduino Uno e outros componentes que estão descritos no Quadro 1. Para a programação foi usado o Ardublock na versão baixada gratuitamente pela internet.

Quadro 1: Descrição das peças utilizadas para a montagem do carrinho.

Descrição	Quantidade	Imagem
Rodas	2	
Roda Universal Roda Boba, gira até 360°	1	
Chassi	1	
Motor DC 3-6V com caixa de redução e eixo duplo.	2	

Descrição	Quantidade	Imagem
Pilhas AA (1,5V)	4	
Bateria de 9 V	1	
Ponte H dupla modelo L298N	1	
Jumpers (macho/fêmea)	10	
Cabo Serial USB	1	




Descrição	Quantidade	Imagem
Fios de energia	4	
Chave gangorra (liga/desliga)	1	
Suporte para 4 pilhas	1	
Clip de bateria com conector	1	
Resistores	2	
Led	2	


Descrição	Quantidade	Imagem
<p>Placa Arduino Uno</p> <p>Funciona de forma semelhante à placa de um computador, que fará o controle dos componentes ligados a ela.</p>	1	

Fonte: a autora.

Além dos materiais citados, foram necessárias algumas ferramentas para realizar a solda dos componentes eletrônicos, leitura da tensão elétrica e outras para montagem do projeto. Essas ferramentas constam no Quadro 2 abaixo:

Quadro 2: Lista de Ferramentas.

Item	Imagem
<p>Ferro de Soldar – 25W</p> <p>Soldar os cabos de alimentação dos motores</p>	
<p>Multímetro</p> <p>Medir a tensão elétrica nos vários pinos da placa Arduino, que estão em corrente contínua.</p>	
<p>Chave Philips</p> <p>Apertar ou afrouxar parafusos</p>	

<p>Alicate de corte rente</p> <p>Desencapar fios para alongar ou conectar circuitos elétricos</p>	
---	---

Fonte: a autora.

A escola possui estrutura física bem conservada com vários laboratórios que foram inaugurados ainda esse ano de 2023, sendo eles os Laboratórios de Matemática, Laboratório de Ciências da Natureza, Laboratório de Ciências Humanas e Laboratório *Maker*. Durante a aplicação do nosso estudo de caso foi utilizado o Laboratório de Matemática e o Laboratório *Maker*.

O laboratório *Maker* conta com cinco mesas grandes com banquetas, que facilitam uma manipulação dos kits de robótica, ontem tem-se todas as peças e equipamentos necessários para a montagem das atividades de robótica, além de podermos contar com o apoio do professor desse laboratório sempre pronto a nos auxiliar com as atividades e a preparar todo o material necessário para as atividades.

O laboratório conta ainda com um acervo de ferramentas e equipamentos de proteção, além de contar com uma diversidade de materiais que podem ser utilizados tanto para atividades escolares como cartazes, maquetes como para artefatos *makers* ou robóticos. Para a realização dessa pesquisa o Laboratório *Maker* forneceu a maioria dos materiais necessários. Com exceção apenas das pontes H dupla modelo L298N e dos clip de bateria com conector que foram adquiridos pela pesquisadora. Também foram usados notebooks para fazer a programação dos carrinhos.

O laboratório não conta ainda com computadores, então foi necessário emprestar os notebooks de alguns professores, notebook esses cedidos pelo estado aos professores. Conseguimos o empréstimo, possibilitando assim a programação dos carrinhos e a aplicação da atividade.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO

Essa pesquisa foi realizada com uma turma do 1º do Ensino Médio, composta por 26 estudantes de uma escola pública Estadual de Santa Catarina. Essa turma é integrante do novo Ensino Médio com um total de 31 aulas semanais, sendo que os estudantes vêm para a escola todos os dias da semana no período matutino, com 6 aulas, e no período vespertino nas quartas-feiras, quando almoçam na escola, e a primeira aula da tarde inicia às 12 horas e 35 minutos.

Os 26 estudantes estão na idade/série correta, em sua maioria com 15 anos, sendo que uma das estudantes está passando por problemas de saúde e pouco participa das aulas.

Um fato importante a ser considerado é que alguns estudantes eram muito faltosos. Duas das aulas de Matemática, de acordo com o horário, aconteciam, nas quartas-feiras no período vespertino, com início às 12h e 35 minutos. A maioria dos estudantes da tarde, moradores da cidade, retorna para casa ao meio dia para almoçar, pois a escola oferece o almoço, mas dá a liberdade do estudante escolher se vai ou não almoçar na escola. Nem todos retornavam para as aulas da tarde, ou ainda retornavam para a escola apenas às 13h e 20min, perdendo assim parte das atividades. A outra aula de Matemática, acontecia nas quintas-feiras matutinas, quando não aconteciam tantas faltas. Outro fator que interferiu na participação das atividades foi o fato de a turma contar com muitos estudantes atletas, que saíam das aulas para os Jogos Escolares de Santa Catarina (JESC).

4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo será apresentada a sequência didática, sendo dividido em dois momentos: no primeiro momento, o planejamento e no segundo a descrição da aplicação das atividades.

4.1 PLANEJAMENTO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática apresenta uma proposta que foi aplicada em sala de aula abordando o objeto do conhecimento de funções polinomiais do primeiro grau. Na proposta, a professora pesquisadora cria um ambiente de desafios e questionamentos, inicialmente sobre o carro ideal, e depois sobre a montagem dos carrinhos. O estudante participa de forma dinâmica, cria um régua em papel pardo, levanta hipóteses, testa e observa o movimentos do carrinhos montados durante a atividade. O estudante monta, testa, encontra possíveis erros, procura soluções, faz um novo teste e desta forma o conhecimento vai sendo construído de forma significativa. A abordagem utilizada é a Robótica Educacional, baseada na teoria de Papert ao permitir que o estudante desenvolva a autonomia, interagindo diretamente com as ferramentas de aprendizagem.

As dimensões do Construcionismo e da Aprendizagem Significativa de Ausubel podem ser observadas no processo de aprendizagem juntamente com a montagem de um carrinho robótico com placa de Arduino e programação em Ardublock.

O objetivo “das atividades aqui propostas” é que, possam também ser aplicadas por outros professores, com ou sem conhecimento significativo em robótica e por estudantes que mesmo sem conhecimento anterior em Robótica Educacional consigam desenvolvê-la com a mediação dos professores. O Quadro 3 fornece uma visão geral do planejamento da sequência didática.

Quadro 3: Planejamento inicial.

Encontro 1 (1 aula)	Falar sobre o projeto. Encaminhar o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento), explicar a importância da assinatura do termo, por parte das famílias e a colaboração de cada aluno, nas atividades.
------------------------	--

Encontro 2 (1 aula)	Aplicação do questionário inicial. (subsussores - conhecimentos prévios). Motivação para o estudo da robótica.
Encontro 3 (2 aulas)	Falar um pouco da robótica, dos componentes, apresentar cada um deles com sensores e falar um pouco da programação que pode ser feita no próprio Arduino ou feita no ardublock, software que vamos utilizar devido ao fato de ser programação em blocos e que auxilia muito para quem está começando.
Encontro 4 (1 aula)	Falar sobre a situação problema. Formação de 7 grupos. Construção em grupos das réguas em papel pardo.
Encontro 5 (2 aulas)	Aula para construção da régua em papel pardo. Laboratório de Matemática.
Encontro 6 (2 aulas)	Colocar a numeração na régua em pardo.
Encontro 7 (1 aula)	Iniciar a construção dos carrinhos em grupos no laboratório <i>Maker</i> .
Encontro 8 (2 aulas)	Na sala <i>Maker</i> , terminar a construção do carrinho, colocar os componentes na base do carrinho.
Encontro 9 (2 aulas)	Conceitos de Ardublock, como o software funciona, sua lógica e sua organização. Programação do funcionamento dos carrinhos.
Encontro 10 (1 aulas)	Realização de testes com os carinhos. Análise de uma função crescente e análise uma função constante.
Encontro 11 (2 aulas)	Em sala gráficos dos movimentos dos carrinhos sobre função crescente e função constante.
Encontro 12 (1 aula)	Realização de testes com os carinhos. Análise de uma função decrescente.
Encontro 13 (2 aulas)	Elaboração de gráficos das funções decrescente e constante.
Encontro 14 (1 aulas)	Aula em sala sobre diagramas, domínio, imagem, contradomínio de uma função.

Encontro 15 (2 aulas)	Correção de atividades sobre diagramas, domínio, imagem, contradomínio de uma função. Lei de formação das funções.
Encontro 16 (1 aulas)	Atividades em sala sobre funções e gráficos de funções. Encaminhamento de um trabalho sobre os conteúdos estudados.
Encontro 17 (1 aulas)	Análise da situação problema apresentada como motivação para a atividade, discussão sobre o que foi e não foi abordado, ponderações.
Encontro 18 (2 aulas)	Entrega do trabalho escrito e aplicação do questionário final.

Fonte: a autora.

4.2 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A aplicação da sequência didática inicia com a aplicação de um questionário inicial, (Apêndice A). As questões buscam dados acerca dos estudantes quanto ao seu conhecimento e interesse em torno das tecnologias, noção *quanto* a utilização de robótica de programação e sobre funções afins ou funções polinomiais do primeiro grau.

Durante cada aula, foram registradas informações relevantes no diário de bordo, que serviram como fonte de reflexão e avaliação do desenvolvimento das atividades. Além disso, os estudantes foram orientados a fazer registros em seus cadernos, conforme solicitado durante as aulas, o que permitiu acompanhar o seu envolvimento e compreensão dos conteúdos trabalhados. Na descrição da aplicação, para preservar o anonimato, os estudantes serão chamados por letras do alfabeto.

Encontro 1: Os estudantes foram informados de que durante as aulas de Matemática haveria a aplicação de um projeto com robótica e Arduino e foi conversado um pouco sobre o projeto. Na oportunidade também foi lido e explicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (TCLE), disponível no Anexo A, autorizando-os a participar da atividade. Destacou-se a importância dessa autorização pelas famílias. Alguns estudantes já se mostravam eufóricos e ansiosos em relação à atividade, eles perguntavam: “*Qual vai ser o software que a gente vai usar?*” “*Aonde vamos programar?*”, “*Profe, eu já pesquisei um pouco sobre Arduino*”, “*Meu irmão faz faculdade de ciência da computação*”, “*Vamos usar o Java?*” entre outras falas.

Encontro 2: Foi aplicado o questionário inicial, com o intuito de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes. Esse questionário foi dividido em três partes: I -

conhecimentos gerais dos Estudantes, II - conhecimentos de eletrônica e programação, III- conhecimentos prévios sobre funções. O questionário foi aplicado em sala de aula, cada estudante utilizou o seu celular para responder o formulário elaborado no Google forms com perguntas objetivas e descritivas (disponíveis no Apêndice A).

Durante a aplicação desse questionário muitos estudantes demonstravam-se impacientes ansiosos por terminar, alguns demonstravam não ter noção do que iriam responder, vários perguntaram se era possível deixar alguma questão em branco e como questionário estava condicionado a resposta às obrigatórias, foi verificado na planilha de respostas que várias perguntas apresentavam pontos, emojis ou respostas do tipo não sei.

O objetivo do questionário inicial foi verificar os conhecimentos prévios sobre a lógica de programação e funções, uma vez que esses estudantes não tem esse componente curricular na grade escolar, e a atividade fará uso de programação durante a realização da atividade. Espera-se saber o quanto os estudantes tem de conhecimento sobre esse tema para que estes possam servir de âncora para uma nova aprendizagem. Nas palavras de Ausubel et al (1978, p. iv), “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie isso nos seus ensinamentos”.

Após a análise do questionário inicial, encontrou-se a necessidade de explorar atividades que seriam chamadas de “organizadores prévios”, já que 75% dos estudantes afirmou não conhecer nenhuma linguagem de programação e dos que afirmam conhecer, relataram conhecer apenas Javascript. Segundo Ausubel (2003), quando o aluno não dispõe dos subsunçores necessários para ocorrência da aprendizagem significativa, é possível propor o uso de organizadores prévios, capazes de servir de ancoradouro para o novo conhecimento e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores da forma a facilitar a aprendizagem. Esses organizadores prévios são considerados mecanismos pedagógicos que ajudam a implementar estes princípios, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o educando já sabe e aquilo que precisa saber. Com relação às funções, verificou-se dificuldades em relação à interpretação da variável e dificuldades em resolver equações.

Encontro 3: Os estudantes que participaram dessa pesquisa frequentam o curso integral com aulas todas as manhãs e uma tarde por semana. A aplicação aconteceu no horário das aulas de matemática, ou seja, duas aulas no período vespertino e uma aula no período matutino. Neste

encontro, onde foi realizada a motivação da parte introdutória do projeto sobre a robótica, a aula ocorreu no período vespertino, o que pode ter motivado a ausência de 7 estudantes na aula.

Partindo da análise dos conhecimentos prévios, os organizadores prévios foram estruturados através de slides elaborados pela pesquisadora retratando um pouco sobre a robótica os seus componentes, apresentando cada um dos sensores falando um pouco da programação que pode ser feita tanto no Arduino quanto em outros softwares de programação. Foi destacado ainda que a programação desta pesquisa seria realizada no Ardublock, software que permite a programação com utilização de blocos, mostrando um pouco de como funciona essa plataforma e comentado a importância sobre a robótica nos dias atuais.

Durante a apresentação dos slides alguns estudantes demonstraram-se muito interessados, o que vem de encontro com a teoria de Ausubel, segundo (Moreira, 2011, p. 104):

Precisamente aí é que entra, segundo Ausubel, a utilização de organizadores prévios que servem de “ancoradouro provisório” para a nova aprendizagem e levam ao desenvolvimento de conceitos, ideias e proposições relevantes que facilitam a aprendizagem subsequente. O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Desta forma considera-se que os conceitos apresentados nesta aula cumpriram sua finalidade, tornando-se potencialmente úteis para execução dos próximos passos do processo de ensino e aprendizagem. Similarmente, para Moreira (2011) uma aprendizagem será significativa, se existem duas condições: 1) existência de material de aprendizagem potencialmente significativo; 2) predisposição do aprendiz para aprender:

A primeira condição implica 1) que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos,) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não arbitrária e não literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) e 2) que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável e determinados conhecimentos e o aprendiz deve ter esses conhecimentos prévios necessários para fazer esse relacionamento de forma não arbitrária e não literal (MOREIRA, 2011, p. 25).

O autor destaca que o material só será potencialmente significativo se estudante estiver predisposto a aprender, o que pode ser percebido quando os estudantes copiaram alguns nomes dos componentes e comentam que que iriam para casa pesquisar mais porque esse era um assunto que lhes interessava bastante e eles pretendiam dominar o conteúdo de robótica e construir outras coisas além do proposto em aula, desta forma o uso da Robótica Educacional, com a construção do carrinho robótico se caracteriza como um material potencialmente significativo para os estudantes.

Um mecanismo de aprendizagem significativa, requer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, essa condição pressupõe que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (que possui significado ‘lógico’) e que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. “Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos” (AUSUBEL, 2003, p. 1). Com a realização das atividades dessa aula foi possível estabelecer âncoras com os conhecimentos prévios produzindo novos significados despertando o interesse e a curiosidade para a temática.

Encontro 4: Nesse encontro, foi relatada a situação problema, “construir um carro ideal para a realização de uma viagem entre cidades A e B, cronometrar o tempo e distância da viagem”. Neste tipo de aprendizagem a formação de conceitos ocorre mediante experiências concretas com etapas consecutivas de testagem de pressupostos até chegar a apropriações. Para isso os estudantes precisam de uma régua de marcação de posições, um carrinho que será construído no decorrer do projeto e um cronômetro de tempo que poderá ser utilizado o do celular.

Para iniciar as atividades os estudantes foram divididos em sete grupos de três a quatro estudantes e foi encaminhado a construção das régua com papel. Para isso, foi necessário cortar o papel pardo em pedaços. Para as construções das régua de papel, os grupos receberam um pedaço de aproximadamente 2 metros de comprimento, uns mais outros menos, e dobraram a largura do papel no meio, recortaram e repetiram esse processo por 3 vezes conseguindo assim 8 tiras de papel de 10 cm de largura cada, que foram emendadas em seu comprimento, formando uma longa régua. Não é possível aqui determinar o comprimento de cada uma das régua, uma vez que cada grupo construir a sua, sem uma medida específica. As régua tiveram entre 10 a 14 metros de comprimentos aproximadamente. Não foi possível terminar a atividade nesta aula, assim o material foi guardado com o nome dos grupos no laboratório de matemática.

Encontro 5: Essa aula foi utilizada para dar continuidade aos cortes do papel pardo para a formação da régua. A atividade foi realizada no laboratório de matemática com o auxílio da professora que atua no laboratório. Vendo a atividade outros dois professores, o professor do laboratório *Maker* e o professor do laboratório de humanas acabaram se engajando na atividade

e auxiliando os estudantes. Foram respeitadas as concepções de aprendizagem defendidas por Papert , “[...] sempre ansiei por maneiras de aprender pelas quais as crianças pudessem agir como criadores em vez de consumidores de conhecimento...” (PAPERT, 1993, p.27). Os estudantes, produziram suas régua com cortes no papel, tiveram que emendar o papel, e cada grupo foi discutindo e organizando a sua régua do seu jeitinho.

Percebeu-se que os estudantes apresentaram dificuldades de coordenação motora para dobrar e cortar o papel de forma reta, bem como na organização do trabalho em grupo, dispersando-se com grande facilidade.

Figura 4: Estudantes dobrando papel pardo para a confecção da régua.



Fonte: a autora.

Figura 5: Estudantes no Laboratório de Matemática, confecção da régua em papel pardo.



Fonte: a autora.

Encontro 6: Os estudantes foram ao laboratório de matemática para dar continuidade a atividade de construção das régua de papel pardo. Os sete grupos, compostos por três a quatro estudantes, que já foram divididos no encontro 4, fizeram a numeração da régua de papel pardo utilizando régua de madeira numeradas e começando dos números negativos.

Deixou-se livre aos estudantes para decidir onde eles iriam começar e onde eles iriam terminar a régua desde que eles comessem dos negativos e fossem para os positivos. A grande maioria estudantes começou a régua no número negativo 5 e seguiu até o zero e depois foi para os positivos até que o tamanho da régua permitisse, pois, essas régua foram construídas com tamanhos diferentes. A marcação da numeração das regras se deu de números inteiros e pontos de 10 em 10 cm. No início foi realizada uma explicação coletiva e depois foi necessário passar grupo por grupo para repetir a explicação novamente, pois os estudantes demonstravam uma necessidade de que a professora confirmasse que eles estavam fazendo certo. Para alguns grupos foi necessário uma explicação minuciosa de que partindo da metragem menos cinco metros eles deveriam fazer 90, 80, 70 ... até chegar ao zero e depois que deveriam começar do 10, 20, 30.... até chegar no próximo número.

Figura 6: Marcação dos números nas régua de papel pardo.



Fonte: a autora.

Encontro 7: Os estudantes foram até o Laboratório *Maker* e iniciaram a construção dos carrinhos. Com esta atividade propiciou-se um ambiente em que o conhecimento não é passado para as crianças, mas sim, ao interagir com esse ambiente, “as crianças podem aprender construindo” (PAPERT, 1993, p. 104). Inicialmente os estudantes foram distribuídos de

maneira que cada grupo sentou em uma mesa separada onde receberam o kit do carrinho que contém os chassis, os dois motores DC a roda boba e a base preta onde vão as quatro pilhas, juntamente com os parafusos para a montagem.

Figura 7: Kit do carrinho robótico.



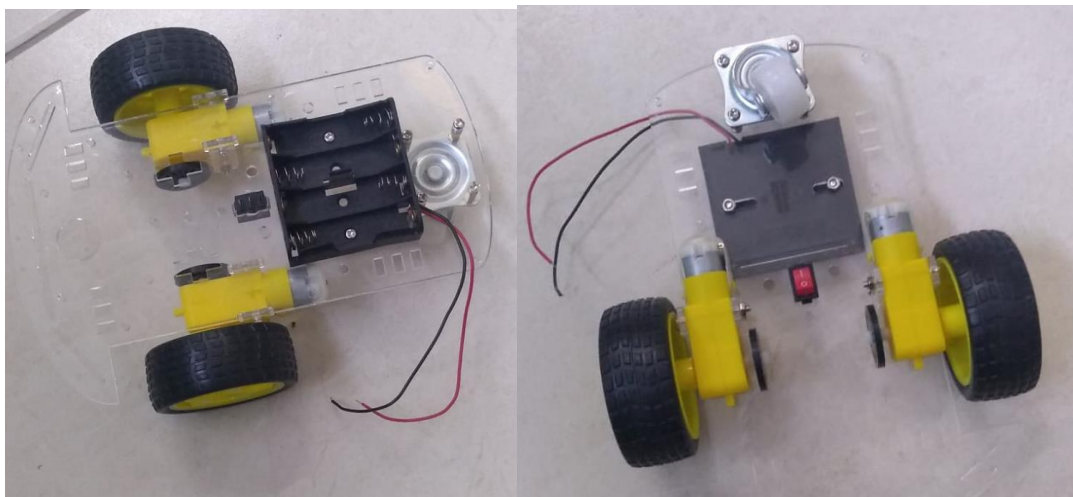
Fonte: a autora.

Foi solicitado aos estudantes encontrassem uma forma para montagem desses carrinhos, pois segundo a proposta do construcionismo, “o ensino não é, em absoluto, dispensável para minimizar a aprendizagem - a meta é ensinar de forma a produzir maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino” (PAPERT 1994, p. 134).

Dessa forma, foi dado o mínimo de instrução permitindo que cada grupo construísse suas aprendizagens a partir de suas próprias descobertas. Os estudantes demonstraram grande dificuldade em compreender a forma de montagem do carrinho. No laboratório *Maker*, havia um carrinho pronto, montado, e percebendo a dificuldade dos grupos em montar os carrinhos, foi disponibilizado o modelo do laboratório para ser observado e contribuir com a realização das montagens.

Ao final do encontro 7, os carrinhos se encontravam como a Figura 8:

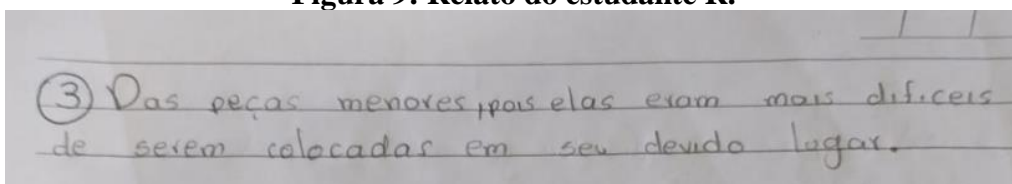
Figura 8 : Estrutura básica do carrinho.



Fonte: a autora.

Neste dia eles perguntavam muito, demonstravam interesse e animação, mas também demonstraram um misto de frustração pois apresentaram dificuldades para apertar os parafusos, mexer com as chaves e no decorrer da aula os grupos que foram terminando as montagens acabaram por ajudar os grupos que demonstravam mais dificuldades, como é possível perceber no relato do estudante R ao responder a pergunta sobre o que você teve mais dificuldade durante a realização das atividades.

Figura 9: Relato do estudante R.



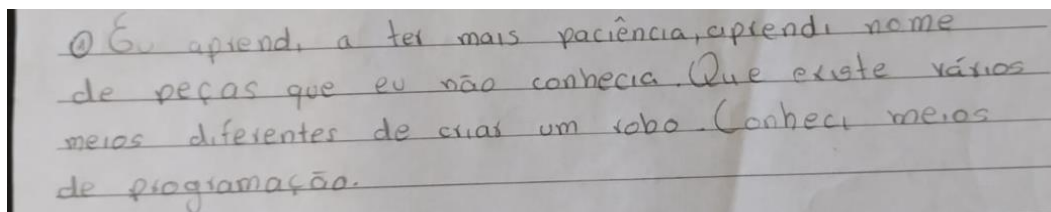
Fonte: a autora.

Na abordagem do construcionismo de Papert, o estudante formula seu conhecimento, com a menor interferência possível do professor. Papert ainda destaca que a chave para o aprendizado seria projetar a construção e o desenvolvimento em algo concreto. O aprendizado é tangível quando conseguimos compartilhar nossas ideias e nos comunicar através de nossas expressões no mundo real.

A montagem do carrinho também depende de algumas habilidades, alguns estudantes apresentaram mais habilidades do que outros e a interação entre os grupos facilitou para que todos concluíssem a atividade.

Na pergunta sobre qual a habilidade você acredita que aprendeu durante a realização das atividades, o estudante V, responde o que pode ser visualizado na Figura 10 abaixo:

Figura 10: Relato do estudante V.



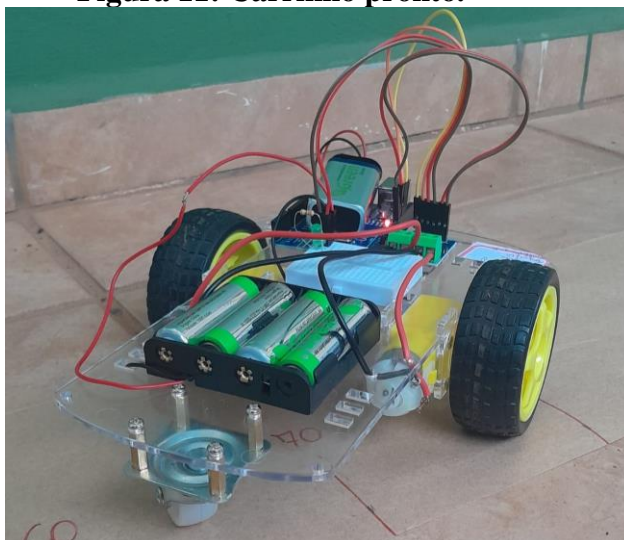
Fonte: a autora.

Com o relato do estudante V fica evidente que além das aprendizagens relacionadas ao nome das peças, às formas de montagem, os estudantes também tiveram a oportunidade de desenvolver habilidades atitudinais como a ter mais paciência. Outros colegas ainda relataram que aprenderam a ter mais calma e a trabalhar em grupo.

Encontro 8: Neste encontro, com duas aulas, os estudantes colocaram na estrutura básica do carrinho os componentes como a Ponte H, a placa protoboard, e Arduino os Jumpers e o LED e os resistores. Nessa aula a professora pesquisadora acabou orientando um pouco mais, para que todas as ligações fossem feitas nas mesmas portas. Durante a aplicação desse projeto o professor do laboratório de ciências também contribuiu principalmente para realizar as soldas que foram necessárias durante o processo. Os estudantes estavam muito motivados com a atividade e ansiosos para que tudo ficasse pronto logo, questionando muito se estavam fazendo da forma correta.

Ao final da aula todos os grupos conseguiram deixar os carrinhos prontos para a próxima etapa. Na Figura 11 temos um carrinho montado integralmente.

Figura 11: Carrinho pronto.



Fonte: a autora.

Encontro 9: No Laboratório foram colocados alguns conceitos do Ardublock, software utilizado para a programação dos carrinhos e foi conversado um pouco sobre a lógica de programação e funcionamento de um carrinho. Cada grupo foi convidado a organizar a programação do seu carrinho, dois grupos apresentaram uma extrema dificuldade nessa programação e foram auxiliados pelo professor do laboratório *Maker*. Com relação ao desenvolvimento da programação, observa-se que através do erro e do acerto, o estudante constrói o seu próprio conhecimento, cabe apenas ao professor atuar como mediador, facilitador e orientador. O papel atribuído aos estudantes é também alterado, uma vez que os estudantes têm de se tornar melhores aprendentes (PAPERT, 1993). Neste contexto, é possível ao docente, acompanhar o raciocínio que o estudante está utilizando para realizar determinada atividade e contribuir para ajudá-lo a interpretar as respostas encontradas e questioná-lo sobre o seu processo mental.

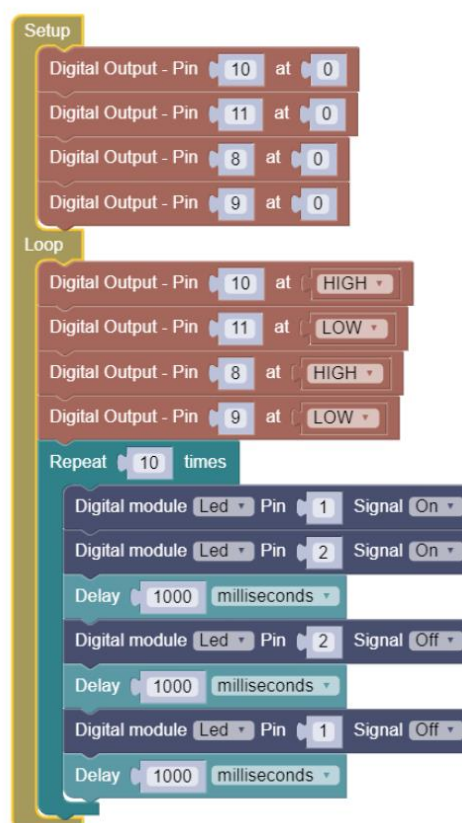
Por meio da programação, espera-se que os estudantes aprendam com os seus erros e desenvolvam seu aprendizado, refletindo articuladamente. Assim:

Os ambientes intelectuais oferecidos às crianças pelas sociedades atuais são pobres em recursos que as estimulem a pensar sobre o pensar, aprender a falar sobre isto e testar suas ideias através da exteriorização das mesmas. O acesso aos computadores pode mudar completamente esta situação. Até mesmo o mais simples trabalho com a Tartaruga começa com a reflexão sobre como nós fazemos o que gostaríamos que ela fizesse; assim, ensiná-la a agir ou “pensar” pode levar-nos a refletir sobre nossas próprias ações ou pensamentos. E à medida que as crianças progredem, passam a programar o computador para tomar decisões mais complexas e acabam engajando-se na reflexão de aspectos mais complexos de seu próprio pensamento (PAPERT, 1986, p.45).

Durante a atividade, três estudantes questionaram bastante sobre, aonde e qual material eles poderiam comprar para continuar realizando as atividades de robótica em horário extra classe, demonstrando o interesse por essa temática para além das atividades curriculares.

Nesse encontro de 2 aulas, foram realizadas as programações do carrinho, no software Ardublock. A programação básica, pode ser visualizada na Figura 12, porém convém destacar que os grupos tiveram liberdade de apresentar programações diferentes, porém todos tiveram êxito na atividade.

Figura 12: Programação no Ardublock.



Fonte: a autora.

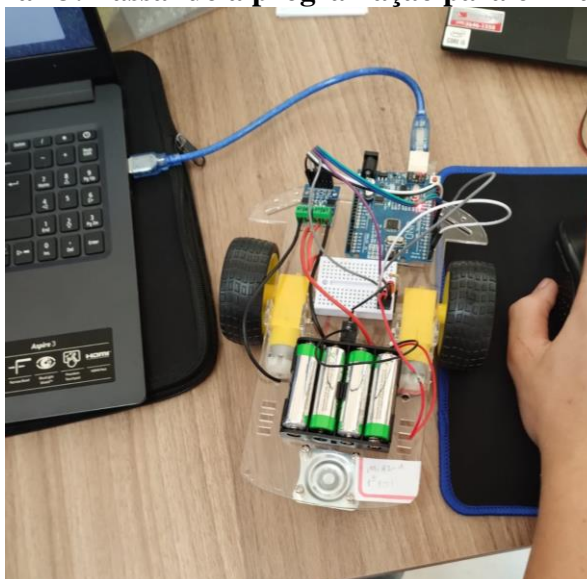
Com relação a programação apresentada na Figura 12 foi utilizado o comando *Setup/Loop*. O *Setup* significa configurar, instalar. É no *Setup* que são nomeados os pinos, definidas as variáveis. O *Setup* será executado uma única vez ao ligar a placa. Enquanto que no *Loop*, foram descritos os comandos que devem ser realizados como repetição. O *Loop*, busca repetir as tarefas, sendo executado infinitamente.

As pecinhas se encaixam como em um quebra-cabeças. Inicialmente é necessário dizer quais serão os pinos que serão utilizados. Então é necessário usar o bloco *Digital Output - Pin* e dentro desse bloco, colocar o número da porta que está sendo usada no circuito. Isso pode ser repetido tantas vezes quantos forem os pinos utilizados.

No *Loop*, aparece novamente o bloco *Digital Output - Pin*, e logo na sequência, porém ainda no mesmo bloco, tem-se as palavras *HIGH* (alto) e *LOW* (baixo). Ainda é possível usar o bloco *Digital Module*, escolher a variável LED, e acendê-la. *Delay* (esperar); determinar o tempo; chamar a variável e apagá-la.

Os estudantes começaram a testar se os carrinhos respondiam a programação. Alguns funcionaram logo, outros não. A passagem da programação se dá por meio do USB conectado no computador e na placa do Arduino, conforme apresentado na Figura 13:

Figura 13: Passando a programação para o Arduino.



Fonte: a autora.

Nem todos os carrinhos funcionam de imediato, sendo que os grupos 2 e 5 tiveram êxito primeiro. Os carrinhos dos demais grupos precisaram ser revisados e testados principalmente na parte das conexões com os motores DC e a ponte H. Foi algo muito interessante, pois os grupos que obtiveram sucesso no funcionamento do carrinho, passaram a auxiliar os grupos que não conseguiram. Inicialmente conferiram a programação e depois foi realizada uma conferência de cada uma das ligações realizadas entre os componentes dos carrinhos e suas conexões. Houve um momento de ajuda e interação entre os estudantes e foi possível perceber a motivação, a interação e a determinação do processo de aprendizagem, o que pode ser identificado como uma contribuição fundamental para o reconhecimento do estudante como o sujeito que aprende, identificando as possibilidades de mudança por meio do aprendizado e, da necessidade de não transformar diferenças sociais e, econômicas, culturais e cognitivas em desigualdades escolares conforme preconizado por Ausubel (1980).

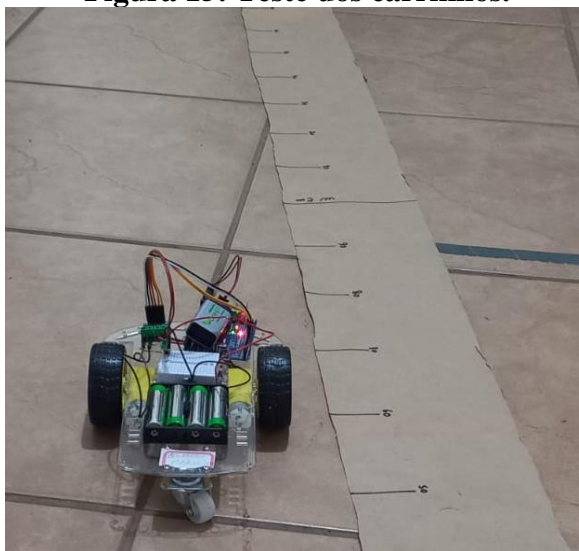
Figura 14: Revisão dos carinhos que não estavam funcionando inicialmente.



Fonte: a autora.

Encontro 10: Neste encontro os estudantes realizaram os testes com os carrinhos, esses testes consistem em abrir a régua em um espaço adequado para ela. Os estudantes se distribuíram pela escola, cada grupo em um local diferente, alguns nos corredores, alguns na parte coberta e cada grupo realizou os seus testes. Os estudantes tinham uma sequência de atividades propostas na sequência didática, que eles deveriam realizar com o carrinho. Inicialmente eles deveriam colocar o carrinho em um marco da régua equivalente a zero metros, ligar o carrinho deixar que ele andasse por um tempo cronometrado e cuidar até que posição o carrinho chegasse, (teste 1). Essa atividade foi repetida por três vezes, sendo que na primeira os estudantes colocaram o carrinho no marco zero metros, no segundo eles podiam escolher um ponto qualquer dos positivos e no terceiro teste eles deveriam colocar o carrinho em uma posição negativa. Conforme pode ser visto na Figura 15:

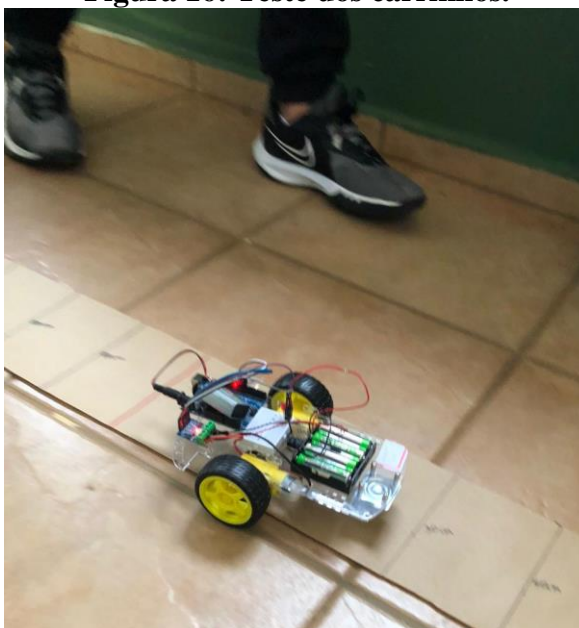
Figura 15: Teste dos carrinhos.



Fonte: a autora.

No teste 2, os estudantes precisavam escolher uma posição qualquer da régua. Deixar o carrinho parado, sem ligar e cronometrar um certo tempo, repetir por mais duas vezes, sendo uma vez em uma posição da régua nos números positivos e outra vez, em uma posição da régua dos números negativos. Como o carrinho não andava, eles ficaram muito curiosos, queriam saber se estava tudo certo. A aplicação do teste 2 pode ser visualizado na Figura 16:

Figura 16: Teste dos carrinhos.



Fonte: a autora.

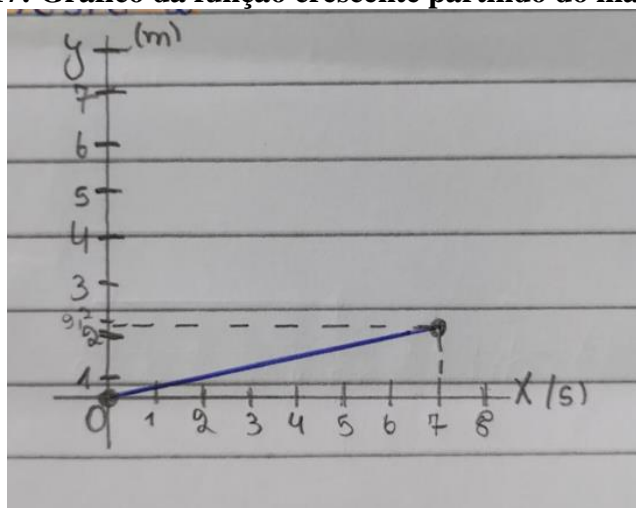
O desenvolvimento dessa aula foi muito interessante, pois os demais estudantes da escola acabaram vindo na porta da sala para verificar o que estava acontecendo e os

participantes da pesquisa acabavam explicando aos colegas a atividade. Muitas perguntas saíram durante essa atividade “profe é assim mesmo”, “colocar no marco zero?” “professora, olha se estamos fazendo certo”. Quando os testes terminaram, cada grupo ficou responsável por guardar a sua régua de papel pardo, e levar o seu carrinho até o Laboratório *Maker*.

Encontro 11: Neste encontro, em sala de aula, foi realizado em grupos os gráficos do movimento dos carrinhos da aula anterior. A construção de gráficos foi feita em sala de aula e para que isso acontecesse foi necessário retomar alguns conceitos de plano cartesiano e explicar que o tempo decorrido (em segundos) ficariam no eixo X e a distância percorrida (em metros) seria no eixo no eixo Y. Durante a confecção dos gráficos os estudantes estavam muito questionadores se o que estavam fazendo era certo, demonstraram motivação, mas ao mesmo tempo um pouco de insegurança.

Inicialmente foram feitos os gráficos relacionados ao teste 1. Esses gráficos são relacionados aos conceitos de função polinomial de primeiro grau, todos eles crescentes. Um dos gráficos, partindo do marco zero metros pode ser visualizado na Figura 17:

Figura 17: Gráfico da função crescente partindo do marco Zero.

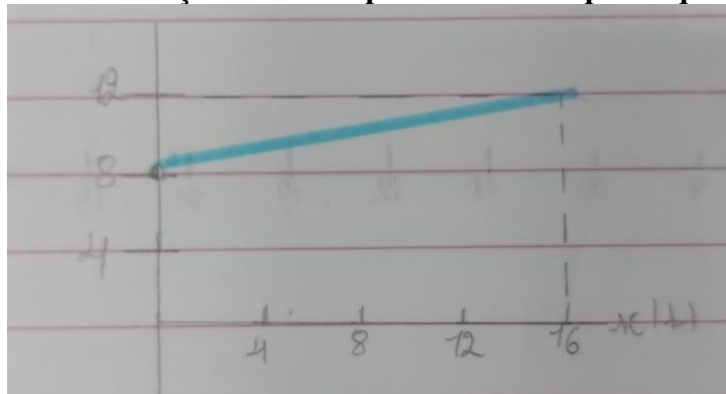


Fonte: a autora.

Interessante perceber que esse gráfico mostra a distância percorrida real do carrinho, uma vez que o carrinho saiu do marco zero. Assim, ao longo de 7 segundos é possível perceber que o mesmo percorreu 2,2 metros aproximadamente.

Outro gráfico partindo de uma posição qualquer, escolhida pelo grupo, sendo que essa partia dos números positivos está representado na Figura 18:

Figura 18: Gráfico da função crescente partindo de um ponto qualquer positivo.

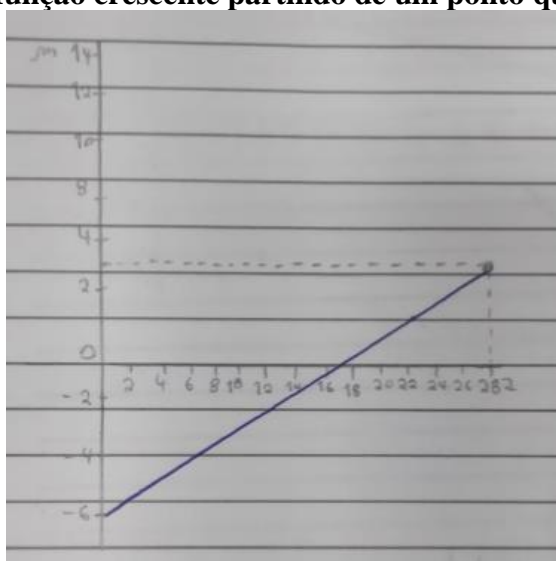


Fonte: a autora.

É possível perceber neste caso, que o carrinho, partindo da posição 8 metros, em 16 segundos chegou na posição 12 metros. Fato esse que foi retomado em sala de aula, de forma a trabalhar a distância real percorrida, que neste caso foi de 4 metros. Em sala, inclusive foi feita, de forma oral, uma relação com a Física, analisando a velocidade média e percebendo que no exemplo, tem-se uma velocidade de 0,25 metros por segundo.

O terceiro gráfico, consiste no marco iniciando nos números negativos. Neste gráfico em especial, foi destacado o fato de que o gráfico corta o eixo X, ao valor numérico onde a função tem imagem nula, denominado raiz da equação do primeiro grau, e pode ser visualizado na Figura 19:

Figura 19: Gráfico da função crescente partindo de um ponto qualquer negativo.



Fonte: a autora.

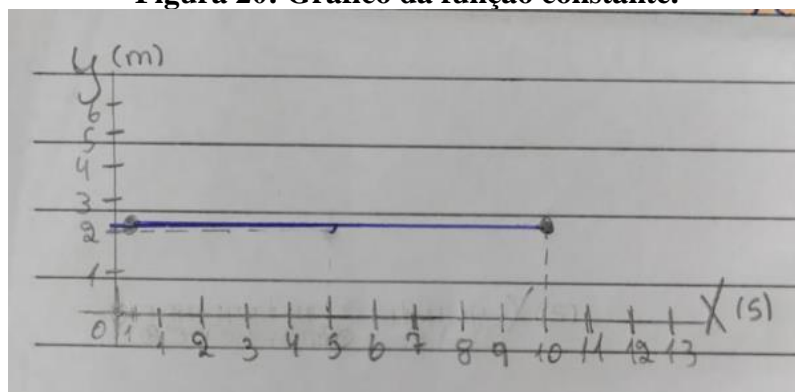
Esse exemplo evidencia um fato, onde o carrinho parte de uma posição negativa, e com o passar do tempo, ele atinge uma nova posição, agora positiva. Neste caso, foi questionado aos estudantes, qual foi a distância real percorrida pelo carro? Alguns estudantes perceberam logo, outros demoraram um pouco mais para perceber que o carrinho percorre 9 metros em 28 segundos. A conversa em sala sobre esse fato foi bem interessante, e um estudante perguntou quando isso acontece na vida real. Na ocasião foi usado um exemplo genérico para exemplificar, o que contribuiu para a compreensão.

Quando todos os gráficos estavam feitos, os estudantes foram questionados se percebiam alguma semelhança entre eles. Demorou um pouco, mas eles conseguiram responder que os gráficos tinham a mesma característica, ou seja, que todos se comportavam com o traçado indo para a mesma direção, o que ficou claro para eles, que se referiam a gráficos de funções crescentes.

Quando os estudantes foram esboçar os gráficos do teste 2, muitas perguntas surgiram, pois para cada tempo cronometrado, eles tinham sempre a mesma posição. Como deveria ser feito esse gráfico então? Durante essa construção gráfica em sala de aula, foi explicado, o que é uma função constante e como esse gráfico se apresenta e também porque no teste que eles realizaram, o carrinho ficou parado e eles apenas cronometraram o tempo. Após a explicação todos os grupos conseguiram esboçar os gráficos solicitados.

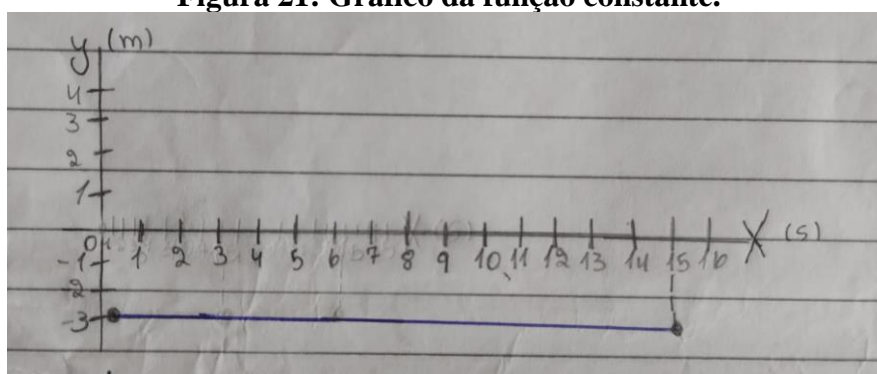
Essa atividade vem ao encontro da aprendizagem significativa, segundo Ausubel, quando o autor ressalta que conhecimento não é transmitido, mas construído na prática. Dessa forma o estudante e o material didático têm papel fundamental na construção de novos conhecimentos, exemplos ou ideias pertinentes que são congruentes com o tópico que está sendo ensinado. Os estudantes puderam utilizar a prática com a robótica e testes nos carrinhos, como um material potencialmente significativo para se apropriarem de novos conhecimentos, que podem ancorar outros conhecimentos. Na oportunidade também foi realizada uma relação deste conteúdo, com os conteúdos da Física envolvendo movimento retilíneo e sobre os gráficos da posição em função do tempo e gráficos da velocidade em função do tempo.

Na relação com a Física, foi analisada a função de posição em função do tempo, que apresenta ou não a posição inicial, e também foi explorada a questão dos gráficos da velocidade em função do tempo. Se a velocidade for positiva, o gráfico é de uma função constante, acima do eixo X, de acordo com a velocidade. Se, porém, esta for negativa, ficará abaixo do eixo X, na velocidade encontrada e representa uma desaceleração. O Gráfico da função constante encontrado pelos estudantes se encontra na Figura 20, abaixo:

Figura 20: Gráfico da função constante.

Fonte: a autora.

Um novo teste foi feito onde eles colocaram o carrinho em um ponto qualquer da régua, não ligaram o carrinho cronometraram um certo tempo e perceberam que o carrinho continuava no mesmo local, como eles já haviam feito essa atividade como os testes eles perceberam que essa atividade já se tratava de o gráfico de uma função constante. O que ocorreu de forma muito mais tranquila uma vez que eles já haviam compreendido como esses gráficos seriam construídos e alguns estudantes já foram dizendo “né professora com aquela atividade que o carrinho ficou parado vamos ter um gráfico constante também”, o que realmente aconteceu, conforme pode ser visto na Figura 21:

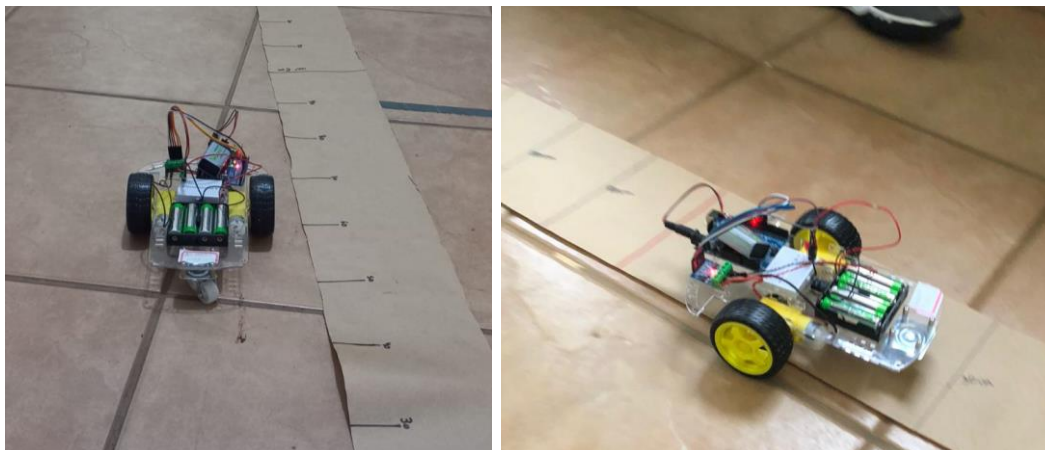
Figura 21: Gráfico da função constante.

Fonte: a autora.

Encontro 12: Foi realizado o teste 3 com carrinho e a régua confeccionada, onde novamente os estudantes foram em espaços da escola e realizaram testes com os carrinhos. Porém nessa oportunidade eles deixaram o carrinho no sentido contrário da atividade anterior iniciando do ponto zero indo em direção aos números negativos foi então deixado o carrinho andar e cronometrado um certo tempo, na sequência colocaram o carrinho em um ponto

qualquer da régua, nos números positivos, e fizeram o mesmo andar indo em direção aos números negativos depois colocaram o carrinho em outro ponto qualquer da régua e o carrinho andando em direção aos números negativos.

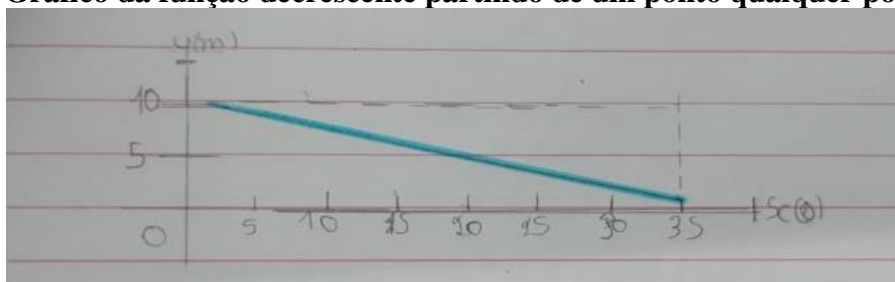
Figura 22: Testes com os carrinhos.



Fonte: a autora.

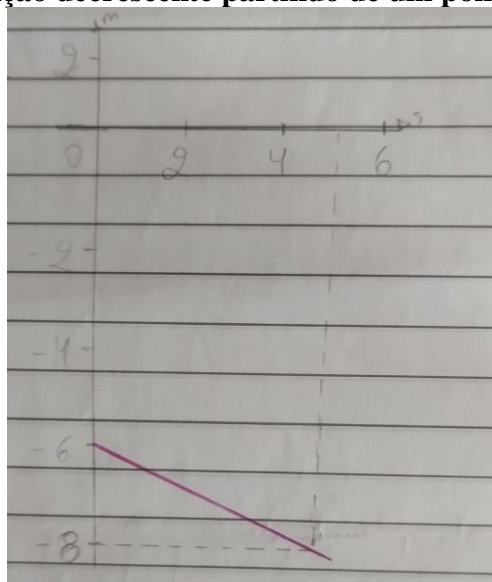
Encontro 13: Os estudantes foram convidados a realizar os gráficos das atividades feitas com os testes 3 dos carrinhos. Esses gráficos apresentam o comportamento de função do tipo decrescente, e tiveram relação com a posição inicial de cada grupo e com o tempo que cada carrinho percorreu. Já nos primeiros esboços dos gráficos os estudantes perceberam que havia algo de diferente, e começaram a questionar se isso tinha relação com o fato de o carrinho ter andado no sentido contrário. Conversamos um pouco, e eles perceberam que agora o carrinho andava no outro sentido, então o gráfico a ser esboçado também deveria ser invertido. Se tratava do gráfico de uma função decrescente. Os gráficos agora são gráficos de funções polinomiais de primeiro grau do tipo decrescente. Como temos nas Figura 23 e 24:

Figura 23: Gráfico da função decrescente partindo de um ponto qualquer positivo.



Fonte: a autora.

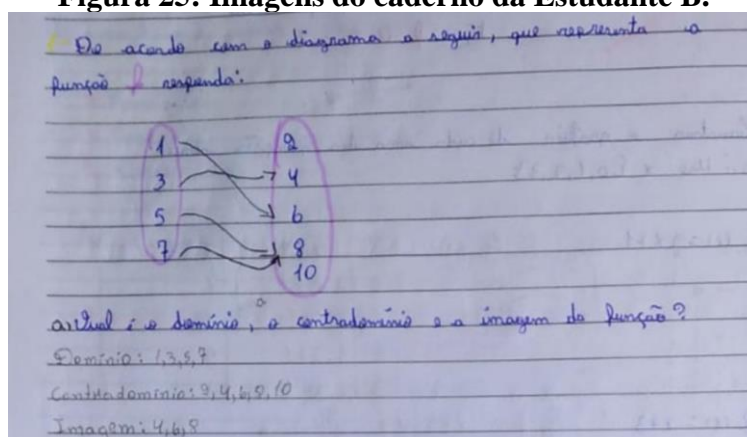
Figura 24: Gráfico da função decrescente partindo de um ponto qualquer negativo.



Fonte: a autora.

Encontro 14: Em sala de aula, foram estudados conceitos domínio, imagem, contradomínio. Foram estudados os conceitos de que uma função é uma relação entre dois conjuntos, o domínio e o contradomínio, que para cada elemento do domínio, existirá um único correspondente no contradomínio, esse correspondente é conhecido como imagem. Durante essa aula foram então realizadas atividades levando em consideração esses conceitos. Como podem ser observados com os registros do caderno da aluna B:

Figura 25: Imagens do caderno da Estudante B.



Fonte: a autora.

Encontro 15: Durante esse encontro, foram corrigidas as atividades da aula anterior, em sala de aula, ressaltando os conjuntos domínio, imagem e contradomínio. Na sequência, analisando o gráfico da Figura 18 foi explorada a Lei de Formação de uma função. Sendo a função $f(x) =$

$ax + b$, olhando para o gráfico, foi identificado o valor de x e o valor da $f(x)$, e através desses dados foram encontrados tanto o valor de a , quanto o valor de b , e dessa forma definido a lei de formação da uma função. Os estudantes apresentaram bastante dificuldade nessa parte. Apresentaram inclusive dificuldades em resolver equações. Para facilitar a compreensão, foram realizadas também, atividades do livro didático, pelo fato da maioria das funções encontradas nas atividades anteriores apresentarem coeficientes a e b não inteiros. Uma dessas atividades foi extraída do caderno do estudante E, podendo ser visualizada na Figura 26 e 27:

Figura 26: Lei de formação da função representada na Figura 18.

Handwritten student work showing the process of finding the linear function $f(x) = ax + b$ passing through the points $(0, 8)$ and $(-6, 12)$.

Points: $(0, 8)$ and $(-6, 12)$

Equation: $f(x) = ax + b$

Substituting $(0, 8)$: $f(0) = a \cdot 0 + b$
 $8 = 0 + b$
 $b = 8$

Substituting $(-6, 12)$: $f(-6) = a \cdot (-6) + b$
 $12 = a \cdot (-6) + 8$
 $12 - 8 = a \cdot (-6)$
 $4 = a \cdot (-6)$
 $\frac{4}{-6} = a$
 $a = -\frac{2}{3}$

Final function: $f(x) = ax + b$
 $f(x) = -\frac{2}{3}x + 8$

Fonte: a autora.

Figura 27: Questão do livro didático sobre a lei de Formação de uma função

Handwritten student work for a math problem: "Determine a lei de formação de uma função que é do tipo $f(x) = ax + b$, sabendo que $f(1) = 2$ e $f(3) = 8$ ".

Points: $f(1) = 2$ and $f(3) = 8$

Equation: $f(x) = ax + b$

Substituting $(1, 2)$: $f(1) = a \cdot 1 + b$
 $2 = a + b$
 $2 = a + b$

Substituting $(3, 8)$: $f(3) = a \cdot 3 + b$
 $8 = 3a + b$
 $8 = 3a + b$

System of equations:
 $\begin{cases} a + b = 2 \\ 3a + b = 8 \end{cases}$

Subtracting the first equation from the second:
 $(3a + b) - (a + b) = 8 - 2$
 $2a = 6$
 $a = \frac{6}{2} = 3$

Substituting $a = 3$ into the first equation:
 $3 + b = 2$
 $b = 2 - 3$
 $b = -1$

Final function: $f(x) = ax + b$
 $f(x) = 3x - 1$

Fonte: a autora.

Encontro 16: Nessa aula, foram realizadas atividades sobre funções, e gráficos de uma função. Após foi encaminhado um trabalho sobre funções (Apêndice C) para ser realizado em casa e entregue no próximo encontro.

Encontro 17: Nessa aula foram realizadas algumas reflexões de análises sobre a atividade. Na oportunidade os estudantes comentaram sobre a velocidades dos carrinhos e questionaram sobre o fato dos carros atuais terem marcação de velocidade de até 200 km por hora, porém a lei só permite andar de 80 a 110 quilômetros por hora. Que os asfaltos apresentam problemas e que por isso é necessário andar devagar. Foi comentado ainda a importância do cinto de segurança e o que pode ser apresentado com maior destaque, foi a pergunta da estudante K, que questionou o fato de que alguns automóveis fazem mais quilômetros por litro do que outros, que isso pode ser relacionado com o estudo das funções, mas que ela gostaria de entender porque isso acontece. Então foi refletido um pouco sobre os diferentes tipos de motor, motor 1,0, motor 1,4, motor 2,0 e outros. Foi lembrado sobre a utilização de andar com ar condicionado ligado ou não, sobre o peso dos veículos entre outros fatores como a eficiência de cada automóvel.

Encontro 18: Entrega do trabalho escrito e aplicação do questionário final.

Por fim, os estudantes responderam um pós-teste (Apêndice B) com o objetivo de verificar se houve melhora na aprendizagem significativa do conteúdo de funções do primeiro grau com a utilização da metodologia do construcionismo, e da aprendizagem significativa de Ausubel.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o objetivo de coletar dados sobre o conhecimento que os estudantes já possuíam acerca do objeto do conhecimento de funções, seguindo as prerrogativas do construcionismo e da aprendizagem significativa de Ausubel, no primeiro encontro da sequência didática foi entregue um questionário inicial (Apêndice A) para que fosse respondido.

O questionário inicial contém 20 questões, sendo que, dessas, as 11 primeiras foram sobre conhecimentos gerais, com o objetivo de conhecer a realidade dos estudantes e também a sua relação com as tecnologias e com a internet. Três questões foram destinadas aos conhecimentos de eletrônica e programação com o objetivo de perceber o quanto esses estudantes dominam esse assunto. As seis questões finais abordavam conhecimentos de funções, das quais cinco continham alternativas A, B e C e D, visto que, Ausubel enfatiza que os testes de múltipla escolha podem ser ferramentas adequadas.

O questionário inicial e final, foram divididos em três subseções. A primeira delas, relacionada a conhecimentos gerais dos estudantes, a segunda, relacionada a conhecimentos de robótica e programação e a terceira delas apresentava perguntas sobre o objeto de conhecimento, Funções Polinomiais do Primeiro Grau. Para a análise dessas questões vamos utilizar (QI) para as questões de questionário inicial e (QF) para as questões do questionário final. As respostas dessas questões serão analisadas de agora em diante.

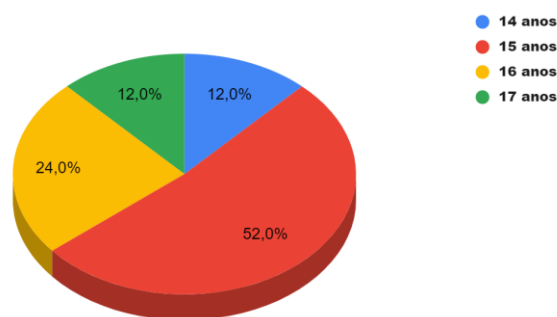
Na tentativa de avaliar a ocorrência ou não de aprendizagem significativa, as questões foram apresentadas de maneira diferente ao que foi exposto durante a apresentação do conteúdo. Quanto às questões 15 e 17 (Apêndice A) seu objetivo era determinar quais os conhecimentos prévios sobre o objeto de conhecimento das funções. No dia da aplicação do questionário inicial, estavam presentes 25 estudantes, sendo que uma estudante estava de atestado.

5.1 QUESTÕES RELACIONADAS AOS CONHECIMENTOS GERAIS DOS ESTUDANTES.

Com o intuito de conhecer um pouco os estudantes, as primeiras perguntas se referem aos conhecimentos gerais dos estudantes. A primeira e a segunda pergunta se referiam ao nome e a idade dos estudantes. O nome não será considerado durante a pesquisa, as respostas sobre a idade dos estudantes está expressa no Gráfico 1:

Gráfico 1: Resposta referente à questão 2 do QI.

Gráfico das Idades dos Estudantes



Fonte: a autora.

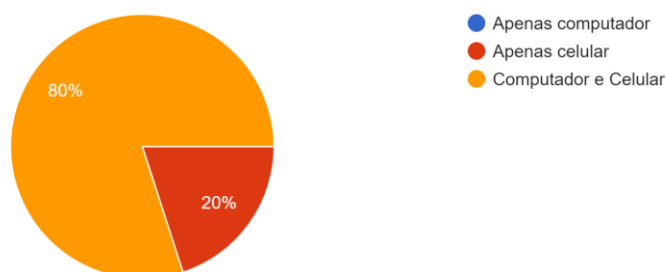
No Gráfico 1 é possível perceber que alguns estudantes ingressaram na escola com 6 e outros com 7 anos, alguns já fizeram aniversário no ano de 2023. Essa turma conta com 3 estudantes que já reprovaram, os demais estão de acordo com a idade escolar. É interessante observar nas respostas coletadas a existência de várias idades. Portanto, há indicativos de estudantes defasados por idade/ano e com problemas relacionados ao ensino e aprendizagem.

Sobre a terceira pergunta: “*Você tem acesso a computador ou celular?*” Tendo como alternativas as opções só computador, só celular, computador e celular. Conforme as respostas dos estudantes temos o Gráfico 2 ilustrado abaixo:

Gráfico 2: Resposta referente à questão 3 do QI.

Você tem acesso a computador ou celular?

25 respostas



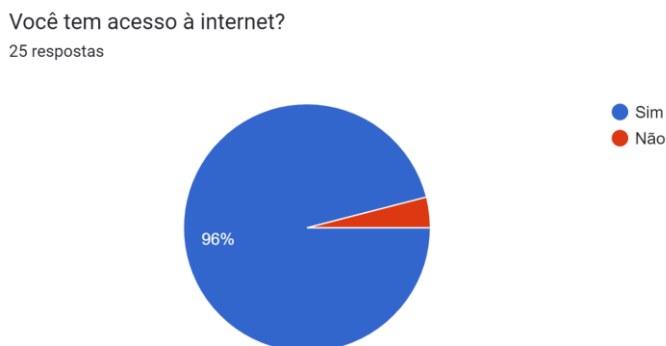
Fonte: a autora.

Nessa pergunta percebe-se que 80% dos estudantes utilizam tanto o computador como celular em seu cotidiano e 20% dos estudantes utilizam apenas o celular, também pode-se perceber a ausência de respostas para apenas computador, o que significa que os estudantes

usam muito os celulares e que os que utilização o computador, são estudantes que utilizam computador/notebook e ainda o celular.

Na questão 4, perguntamos “*Você tem acesso à internet?*” A resposta para esta pergunta está representada no Gráfico 3:

Gráfico 3: Resposta referente à questão 4 do QI.



Fonte: a autora.

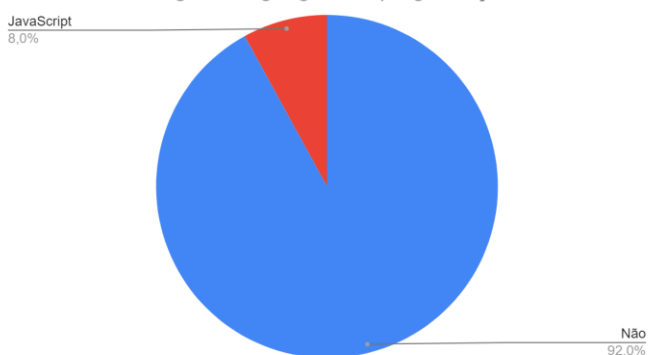
As respostas apresentadas indicam que 96% dos estudantes têm acesso à internet, sendo que apenas um dos participantes da pesquisa não tem acesso à internet.

Para pergunta 5, “*Para qual finalidade você utiliza o computador ou o celular?*” Foi permitido aos estudantes descrever a finalidade para a qual eles utilizam o equipamento, por mais que as respostas estavam escritas diferentes, todos destacaram que utilizam o celular para pesquisas como trabalhos escolares e estudo, curiosidades, entretenimentos como jogos e filmes e redes sociais.

A pergunta 6, “*Você conhece algum tipo de programação? Qual?*” Os estudantes responderam de forma descritiva e os dados foram tabulados no Gráfico 4, onde é possível perceber que 92 % deles não conhecem a programação e apenas dois disseram conhecer Java Script.

Gráfico 4: Resposta referente à questão 6 do QI.

Você conhece alguma linguagem de programação? Qual?



Fonte: a autora.

Nas perguntas 7, “*Você sabe o que é um Arduino?*”, e 8 “*Já utilizou Arduino alguma vez?*” Apenas um estudante disse conhecer e ressaltou que Arduino é uma placa mãe que serve para dar comandos. Os demais disseram não conhecer, assim como todos afirmaram nunca ter utilizado um Arduino antes.

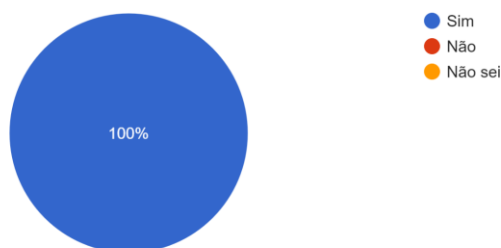
A questão 9, “*Conhece alguma linguagem de programação que utiliza blocos de encaixe?*” todos os estudantes responderam que não.

A pergunta 10 do questionário inicial “*Descreva o que você entende por robótica educacional?*”, era uma pergunta descritiva, algumas das respostas que foram apresentadas são: “*Aprender sobre robótica na escola*”, “*Montar coisas e depois fazer funcionar*”, “*Algo que ensine e se relacione com montagem de peças e eletrônica como cada coisa funciona*”, “*Entender melhor sobre máquinas e outras tecnologias*”, “*Aprender robótica na escola*”, “*Entendo que é método de aprendizagem tipo montar, construir, desenvolver algo e isso acaba gerando conhecimento*”. As respostas dos estudantes demonstram que eles têm conhecimento prévio sobre o que é a robótica educacional. Por mais que muitos deles nunca tiveram acesso aos materiais robóticos, eles acreditam que seja algo que lhes permita montar, encaixar, entender como as coisas funcionam.

A questão 11, “*Você acredita que a matemática é importante na vida das pessoas, e que ela é usada na produção de tecnologias?*”, teve resposta unânime, como sim, como pode ser visto no Gráfico 5.

Gráfico 5: Resposta referente à questão 10.

Você acredita que a matemática é importante na vida das pessoas, e que ela é usada na produção de tecnologias?
25 respostas



Fonte: a autora.

Com o objetivo de realizar um comparativo entre as respostas dos dois questionários, elaborou-se questões que se relacionam, dessa forma pretende-se analisar se em questões com a mesma linha de conhecimento, porém com abordagens ou enunciados diferentes, entre o questionário inicial e final, é possível observar melhora na aprendizagem. No que diz respeito à avaliação em relação à aprendizagem significativa Ausubel (2003) destaca que não é fácil verificar se ocorreu ou não aprendizado significativo, pois o estudante precisa absorver significados claros de tal forma que estes possam ser diferenciados e transferidos. O próprio autor sugere caminhos possíveis para avaliação da aprendizagem significativa:

[...] se alguém tentar testar tais conhecimentos, pedindo aos estudantes que indiquem os atributos de critérios ou os elementos essenciais de um princípio, pode simplesmente fazer com que surjam verbalizações memorizadas. Por conseguinte, os testes de compreensão devem, no mínimo, ser expressos em diferentes linguagens e apresentados num contexto algo diferente do material de aprendizagem originalmente encontrado. Talvez a forma mais fácil de os fazer seja pedir aos estudantes que diferenciem ideias relacionadas (semelhantes), mas não idênticas, ou escolham os elementos que identificam um conceito ou uma proposição de uma lista que contenha os conceitos relacionados, bem como as proposições (testes de múltipla escolha). (AUSUBEL, 2003, p. 130).

Observe o quadro abaixo, onde o QI e QF, estão relacionados, com as respectivas questões equivalentes em cada um dos questionários:

Quadro 4: Relação entre os questionários inicial e final.

QI	QF
12	3
13	6
14	5
15	15
17	9
16 e 18	7 e 8
19 e 20	10

Fonte: a autora.

As análises das questões relacionadas aos conhecimentos de eletrônica e programação bem como as análises relacionadas às questões dos conhecimentos prévios sobre funções podem ser encontradas nas subseções abaixo.

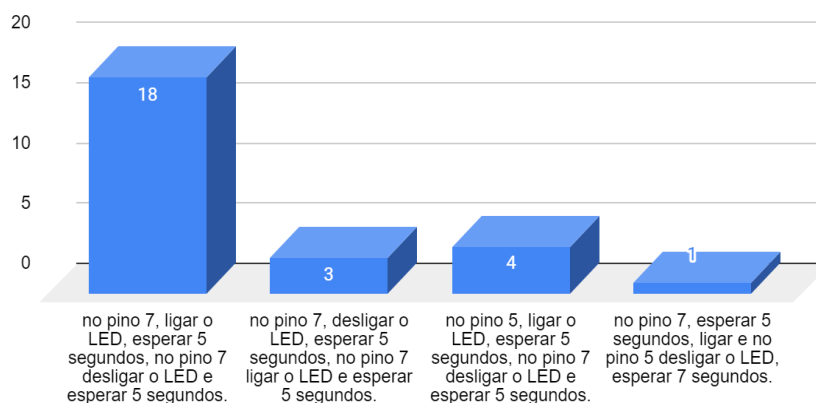
5.2 QUESTÕES RELACIONADAS AOS CONHECIMENTOS DE ELETRÔNICA E PROGRAMAÇÃO

A questão 12 do QI, pode ser relacionada com a questão 3 do QF. No QI a pergunta aparece com a possibilidade de resposta curta. Cabe ao estudante interpretar a programação e descrever o que está sendo realizado. Das respostas do QI, temos 15 estudantes que dizem não saber ou não fazer ideia do que está sendo solicitado. Outras respostas que apareceram: “São passos de oq cada um funciona, mas para que servem não sei”, “É um conjunto de comandos que são mandados para uma placa assim fazendo o robô ou as coisas fazer o movimento.”, “Pegar a bandeira se mexer se mover e andar”, “Eu acho q é um comando, do que fazer”. Com essas respostas do QI, fica evidente que os estudantes imaginam o que deve ser feito, que é um código que define comandos a serem realizados, mas os estudantes não definiram exatamente o que o código pedia. Porém, um estudante acertou a questão, e outro acertou parcialmente a questão ao escrever: “que tem que mover 100 passos e girar 90 graus”.

No QF, a pergunta 3, com conteúdo equivalente, aparece com resposta objetiva, conforme pode ser o vista no Gráfico 6:

Gráfico 6: Resposta da questão 3 do QF:

A imagem mostra uma programação em blocos. Assinale a alternativa que melhor descreve a situação.



Fonte: a autora.

Com base nesse no Gráfico 6, percebe-se que 18 alunos conseguiram acertar a questão no QF. Dos 8 alunos que erraram a questão, 4 erraram totalmente quando assinalaram a alternativa que afirmava, “no pino 5, ligar o LED [...]”. Analisando-se as alternativas que apresentaram 3 ou 1 respostas, pode-se perceber que parte das respostas se apresentavam erradas, parte não. O que nos remete às ideias de Ausubel, onde conhecimento prévio, auxilia a estrutura cognitiva do estudante e permite adquirir novos conhecimentos “ancorados” em conhecimentos anteriores. Pois há necessidade de se estabelecer relação entre o conteúdo que vai ser estudado e aquilo que o estudante já sabe, isto é, seu conhecimento prévio.

A questão 13 do QI foi similar à questão 6 do QF e solicitava uma relação o nome e os componentes de robótica e as respostas tanto do questionário inicial como do questionário final, podem ser visualizadas na Quadro 5 abaixo:

Quadro 5: Conhecimento sobre os componentes eletrônicos.

Componente	Respostas do QI	Respostas do QF
LED	75%	90%
Resistor	20%	50%
Jumper	25%	50%
Motor DC	32%	70%
Ponte H	20%	50%
Arduino	70%	80%

Fonte: a autora.

O que pode-se perceber é que o LED, é um componente já conhecido, uma vez que apresentou no QI o maior percentual de acerto, com 75% dos acertos. O Arduino, que foi parte da motivação do nosso estudo, teve 70% de acertos no QI. Acredita-se que isso se deve ao fato de que, após a motivação inicial (e antes da aplicação do QI) muitos estudantes ficaram curiosos e pesquisaram sobre o assunto.

Nos outros quesitos, como o motor DC, que no questionário inicial tivemos 32% de acerto, pode-se perceber que houve uma melhora considerável de acertos uma vez que no questionário final 70% dos estudantes acertaram o nome do componente. Sobre o jumper que apresentou 25% de acertos no questionário inicial e sobre os resistores e a ponte H que apresentaram 20% de acertos, pode-se observar que houve uma boa melhora, sendo que no questionário final esses três componentes apresentaram 50% de acertos. Vale considerar aqui, que os nomes dos componentes e as suas funções foram trabalhadas apenas na atividade de montagem dos carrinhos, colocando o que cada componente faz, e como deve ser conectado. Assim essa melhora é considerada de grande significância.

A questão 14, apresentava uma programação e os estudantes deveriam escolher dentre as alternativas A, B, C D, a resposta correta, sobre essas respostas temos o exposto no Gráfico 7:

Gráfico 7: Respostas da pergunta 14 do QI.

Considere a seguinte programação: Assinale a alternativa correta:
25 respostas



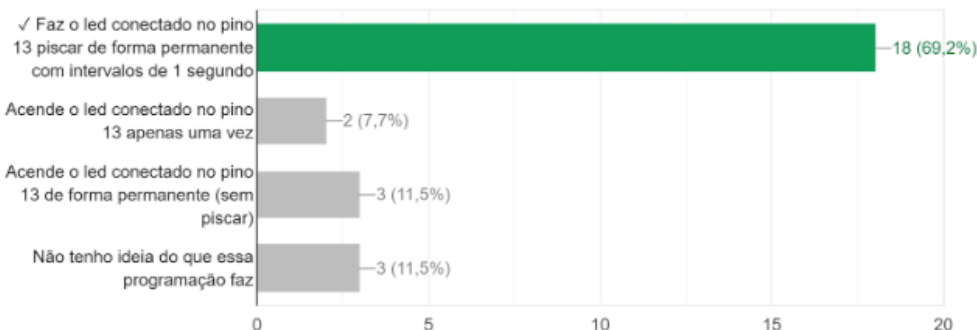
Fonte: a autora.

Nesse gráfico, percebe-se que temos 44% dos estudantes que não tem ideia do que essa programação faz, e outros 44% que acertam a questão. Ainda há outros 12% que erram a questão. Isso implica que a maioria dos estudantes desta turma não acertou a resposta.

A pergunta com mesmo enfoque a essa, com as alternativas A, B, C, D foi abordada no QF, através da questão 5. Sobre as respostas dessa questão tem-se o Gráfico 9:

Gráfico 8: Respostas da pergunta 5 do QF.

Considere a seguinte programação: Assinale a alternativa correta:
18 / 26 respostas corretas



Fonte: a autora.

Observa-se que no QF, essa questão aparece com acerto de 69,2% dos estudantes houve uma melhora de 25,2%, uma vez que, no QI apenas 44% dos estudantes acertaram a questão e

após a aplicação do projeto, houve uma familiarização com os conceitos de robótica e programação e conseqüentemente uma melhora na aprendizagem desses conceitos.

5.3 QUESTÕES RELACIONADAS AOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE FUNÇÕES

A partir da questão 15 de QI, começou-se a explorar os conhecimentos prévios dos estudantes no quesito funções. A questão 15 refere-se a uma máquina que em função do desgaste, perde o seu valor de mercado e apresenta um gráfico de uma função decrescente. No QI, apenas 5 estudantes acertaram essa questão. Três estudantes responderam “*não sei*”, e os demais estudantes erraram a questão. No QF, a questão que relaciona os mesmos conceitos, é a questão também de número 15. As respostas dadas pelos estudantes no QF podem ser visualizadas no Gráfico 9:

Gráfico 9: Respostas da questão 15 do QF.



Fonte: a autora.

No QF, a questão aparece com alternativas objetivas, das quais temos alternativas A, B, C, D, onde 11 estudantes de um total de 26 respostas, acertaram a questão (sendo a resposta correta 2 meses e meio) ou seja 42,3% dos estudantes. Tanto a questão do QI como a questão do QF, são questões que envolvem aplicações da matemática com o objeto do conhecimento de funções no cotidiano. Percebe-se que muitos estudantes erraram as questões, isso pode ser atribuído principalmente a dificuldades de interpretação na leitura das questões.

A questão 16 do QI, é uma questão sobre os estacionamentos rotativos. A questão se refere que os estacionamentos cobram uma taxa mínima, independente do tempo estacionado até o limite de 3 horas e que após passado esse tempo, cobram R\$1,50 por cada hora excedente.

A questão contempla as alternativas A, B, C e D. Na alternativa A, os estudantes precisam dizer quanto o motorista irá pagar se deixar o carro estacionado por 5 horas. Nesta questão, 57,69% dos estudantes responderam corretamente. Os demais colocaram respostas erradas diversas e dentre essas 5 estudantes responderam “*não sei*”.

Na alternativa B, a pergunta relata que foi pago R\$21,50 e pede quanto tempo além das 3 horas iniciais o motorista deixou o carro estacionado. As respostas para essa alternativa podem ser visualizadas no Gráfico 10:

Gráfico 10: Resposta da questão 16, alternativa B do QI.

Quantas horas o motorista estacionou além das 3 horas iniciais?



Fonte: a autora.

O Gráfico 10, demonstra que a metade da turma conseguiu responder corretamente à questão. Um fato que chama atenção não só nessa resposta, mas em todo o QI é o grande número de respostas “*não sei*”. Parece que os estudantes preferem responder não sei, ao invés de tentar uma resposta correta.

Na alternativa C, perguntou-se, se o carro permanecer por 2 horas, quanto deverá pagar? Apenas 6 estudantes acertaram a questão. Os outros 20 estudantes erraram. Dentre as respostas encontradas, temos “*não sei*” 6 respostas, “3” 6 respostas, estes estudantes consideraram o valor da hora excedente e esqueceram a taxa para as 3 primeiras horas, “9,40” 4 respostas, dentre elas um estudante escreveu “ $14/3 * 2 = 9,33$ ”, o que indica, que estes estudantes não conseguiram interpretar corretamente a questão, e dividiram o valor da taxa pelo tempo,

esquecendo de considerar que os R\$14,00 é uma taxa mínima até o limite de 3 horas. Ainda apareceu respostas como “7,00”, “12”, “12,50”, “4,66” e um emoji.

A alternativa D, solicitava que os estudantes escrevessem uma maneira de calcular o preço a pagar, de acordo com um número X de horas em que o carro fica no estacionamento. Algumas respostas foram: “com adição, divisão e subtração”, “Fazer o valor X dividido pelas horas pra descobrir quando cobra a hora depois faz vezes o tanto de horas que vai precisar”, “Calculando o valor das horas de acordo com o tempo”, “Pegar o preço do estacionamento supondo era 1.50 ai eu multiplico pelas horas”, outras respostas do tipo “não sei”, “somando”, “com algumas formas de equação” também foram encontradas no formulário aplicado. Nesta alternativa nenhum estudantes conseguiu acertar a resposta, o que demonstra uma possível dificuldade de pensar algebricamente e de organizar matematicamente o que o enunciado da questão apresenta.

A questão 18 do QI, conta com o seguinte enunciado: “muitos medicamentos líquidos são administrados em gotas de maneira que, para crianças, a quantidade de gotas é calculada de acordo com a medida de massa. Isso ocorre porque os órgãos das crianças ainda estão em desenvolvimento e, por isso, é necessário recomendar doses mais específicas. Essas recomendações costumam ser dadas para crianças com até 30 kg de medida de massa; depois disso a dosagem costuma ser única para qualquer pessoa. Dessa maneira, quanto maior a medida de massa de uma criança, maior deve ser a quantidade de medicação administrada a ela. Assim, podemos dizer que a quantidade de gotas de um remédio é dada em função da medida de massa (peso) da criança. Considere que a bula de um remédio antitérmico recomende que a dosagem seja de 2 gotas para cada quilograma de massa da criança”. Essa questão apresenta alternativas A, B, C e D. As alternativas devem ser respondidas em respostas curtas e na alternativa A, é solicitado qual deve ser a quantidade de gotas desse medicamento que uma criança de 5 kg deve tomar? Como resposta foram encontrados 18 acertos, um erro e 7 não sei.

Na alternativa B, a pergunta era se referia sobre a dosagem de medicamento para uma criança de 10 kg. Como resposta encontrou-se 18 acertos e 8 não sei. Na alternativa C, *qual operação matemática você utilizou para calcular a resposta do item anterior?* Encontrou-se nas respostas 7 “não sei” e 11 estudantes responderam “vezes” ou “multiplicação” e 8 estudantes responderam “adição”.

Com relação a alternativa D, os estudantes deveriam escrever uma relação que indique como uma pessoa pode calcular a dosagem desse remédio, em gotas, a partir da medida de massa da criança, em quilogramas. Sobre essa pergunta, 5 estudantes conseguiram responder corretamente, dentre as respostas, tem-se: “A cada kg é 2 gotas então por ex:4kg 2 para cada kg então é 8 gotas”, “A quantidade de gotas multiplicar com o kg da criança”, “ G (gotas) = m (massa em kg) \times (x é vezes) 2 (número de gotas por kg)”, “Poderá pegar o número de gotas que tem que ser tomada e fazer a conta com o peso da criança em massa quilograma”, “ $2x$ os kg da criança”. Sobre os demais estudantes 13, responderam “não sei” e 8 respostas não estavam corretas.

A questão 7 do QF, era similar a questão 16 do QI, onde obteve-se 80,77% de acertos, o que mostra uma melhora de mais de 23% nos acertos nesta questão. Relacionando-se com os mesmos conteúdos o QF contava ainda com a questão 8, referente a uma corrida de táxi. A alternativa A solicitava que os estudantes realizassem o cálculo de uma corrida de 3,5 km, sendo que, 18 estudantes acertaram a resposta. A alternativa C, apresentava o valor da corrida e solicitava qual a quilometragem havia sido percorrida, resultando em 16 acertos. As alternativas B e D solicitaram que os estudantes escrevessem uma equação matemática para resolver a situação. Vários estudantes conseguiram acertar essas questões. Mas ainda será necessário retomar e aprofundar essa parte.

A questão 17 do QI, se referia a “máquina de dobrar”, essa questão foi colocada no QI, com o objetivo de perceber a capacidade algébrica dos estudantes e com o intuito de avaliar os subsunçores sobre os conceitos de domínio, imagem e contradomínio. No QI, a questão 17 contava com alternativas A, inventar uma máquina de “triplicar e adicionar 1”, alternativa B, “multiplicar por 4 e subtrair 1”, e alternativa C, “multiplicar por 5 e subtrair 6”. Cada uma das alternativas, apresenta valores para as entradas (domínio) e após aplicar a Lei de formação, ou ainda aplicar a ordem dada pela máquina, os estudantes obtêm as saídas (imagem). Sobre essa questão, as respostas podem ser visualizadas no Quadro 7:

Quadro 6 : Respostas da questão 17 do QI.

Máquina de Dobrar	Quantidade de acertos	Quantidade de erros
Alternativa A	0	26
Alternativa B	3	23
Alternativa C	5	21

Fonte: a autora.

Essa atividade no QI, apresentou muitos erros, e foi trabalhada em sala a partir da aula 14, abordando os conceitos de domínio, imagem e contradomínio. Inicialmente essa questão foi retomada. Após os conceitos foram relacionados com essas atividades e outros exercícios foram trabalhados com os estudantes. Tanto com a “máquina de dobrar” como utilizando o diagrama de flechas.

A compreensão desses conceitos por parte dos estudantes se evidencia quando se analisa a questão 9 do QF e percebe-se que 84,61% dos estudantes conseguem descrever quem é o domínio apresentado na questão, 57,69 % acertam o contradomínio e 38,46% acertam a imagem da função.

No QF, aparecem outras questões como a 10 e a 11, que trabalham o valor numérico de uma função, para um determinado valor do domínio. Questões como essas foram bem difíceis para os estudantes, uma vez que os mesmos apresentavam dificuldades de resolver equações algébricas. Para contribuir com a aprendizagem foram necessárias a realização de várias atividades envolvendo esses conceitos.

Ao final da aplicação da sequência didática, os estudantes apresentavam facilidade em identificar funções crescentes, funções decrescentes e funções constantes. Isso ficou muito evidente nas questões 12 (24 acertos), 13 (20 acertos) e 14 (18 acertos) do QF. Os estudantes conseguiam organizar o pensamento algébrico com uma melhora considerável e apresentavam uma facilidade em esboçar gráficos e interpretar os mesmos.

As questões 19 e 20 do QI, apresentam aplicações na Física. Muitas vezes durante a aplicação, os estudantes perguntavam por relações como essas, pois era o conteúdo que eles estavam estudando naquele componente curricular. A questão 19 foi feita em papel no dia do QI e apresentou 17 acertos na alternativa A, 18 acertos na alternativa B e apenas 5 acertos na alternativa C. Essa se tratava de uma representação gráfica do percurso. A questão 20

apresentava o caminho percorrido por uma lesma, com uma velocidade de 3 cm/s e perguntava o tempo gasto. Apenas 10 estudantes acertaram a questão.

Após a aplicação da sequência didática, foi aplicado o QF, as questões 10 e 16, equivalentes às questões 19 e 20 do QI, solicitaram que os estudantes apresentassem uma função que descrevesse a trajetória de um carro. A questão 10 apresentou 14 respostas corretas. A questão 16 apresentou 12 respostas corretas, isso indica que houve uma aprendizagem não só dos conceitos relacionados a funções, mas houve uma melhora na escrita das equações algébricas que os estudantes apresentavam dificuldades no início do projeto.

De forma geral, analisando os resultados dos questionários foi possível verificar que houve melhoras na compreensão das equações algébricas e uma possível aprendizagem significativa das estruturas relacionadas às funções polinomiais do primeiro grau como: lei de formação, domínio, contradomínio, imagem e comportamento gráfico.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou analisar as possíveis contribuições da robótica educacional para uma aprendizagem significativa dos conceitos de funções de funções polinomiais de primeiro grau.

E de forma específica os seguintes objetivos:

- Analisar os conhecimentos prévios dos estudantes com relação ao objeto de conhecimento de funções polinomiais do primeiro grau e conhecimentos básicos de eletrônica.
- Analisar a aprendizagem dos estudantes em relação a funções polinomiais do primeiro grau e com a utilização do movimento de um carro robótico com o passar do tempo;
- Resolver situações problemas envolvendo funções polinomiais do primeiro grau, com gráficos de funções crescentes, decrescentes e constantes.

Observa-se que, através do questionário inicial pode-se ter clareza quanto aos subsunçores prévios, aqueles conhecimentos que os estudantes já possuíam antes da intervenção. Desta forma, os conhecimentos prévios dos alunos puderam ser analisados. E, no decorrer das atividades verificou-se a transformação dos subsunçores iniciais em subsunçores mais específicos, mais completos, mais ricos em detalhes.

Após investigações, identificou-se que a principal dificuldade em relação às funções polinomiais do primeiro grau consiste em interpretar a situação-problema e transformar a linguagem textual na linguagem Matemática.

Ao trabalharem com a robótica educacional se sentiram animados, motivados com as novas ferramentas demonstraram curiosidades, criatividade e vontade de aprender, uma vez que o ambiente estava propício. Verificou-se que, para o conteúdo de funções polinomiais do primeiro grau, a sua utilização foi de grande valia, possibilitando trabalhar com as teorias do construcionismo e aprendizagem significativa. Priorizou-se a utilização de problemas do cotidiano para a aprendizagem do conteúdo, pois em todos os projetos desenvolvidos pelos estudantes foram usadas situações-problema reais, que permeavam a realidade e faziam parte de suas vidas. A robótica educacional quando utilizada em sala de aula no desenvolvimento de atividades, desperta nos estudantes curiosidade, motivação e interesse, melhora o raciocínio matemático e contribui com a aprendizagem.

Assim, a utilização da robótica educacional na aprendizagem de objetos do conhecimento de forma escolarizada, promove os pressupostos da teoria de Papert, onde a abordagem dos conceitos se relaciona ao uso de computadores e elementos importantes na vida

dos estudantes, que conseguem observar a sua aplicabilidade em diferentes áreas do conhecimento.

Observou-se na turma uma dedicação para aprender, com o passar das aulas, eles conseguiram compreender a relação entre os conteúdos matemática e o cotidiano. Entenderam não só identificar funções polinomiais de primeiro grau crescentes, decrescentes e constantes, mas também conseguiram compreender a relação existente com a Física e com os movimentos dos carrinhos. Pode-se afirmar que a aprendizagem das funções foi evoluindo no decorrer das aulas e apresentou resultados satisfatórios.

Todos os passos da sequência didática aplicada contribuíram no desenvolvimento do PC e reciprocamente este ajudou na aprendizagem do objeto do conhecimento, pela sua contribuição na organização de ideias, utilização de padrões e promoção de informações importantes. Os estudantes puderam relacionar a Matemática com a tecnologia, utilizando tanto a parte de construção física de um robô, com a utilização do Arduino, como a programação em blocos e os conteúdos relacionados a funções polinomiais do primeiro grau.

O mundo vive na era digital, assim é necessário que se tenha atividades em sala de aula que utilizem tecnologia e que permitam aos estudantes a manipulação e o desenvolvimento de um pensamento que busque a programação e automação em diferentes áreas do conhecimento.

Assim, em função dos aspectos apresentados anteriormente, os objetivos do trabalho foram alcançados. Espera-se com esse trabalho incentivar outros profissionais na utilização da robótica educacional no período regular de ensino na Educação Básica tanto na área da Matemática quanto em outras áreas do conhecimento. Como trabalhos futuros, deixamos como sugestão o desenvolvimento de atividades explorando sensores (presença, som, temperatura, umidade, etc.) e o aprofundamento maior do software Ardublock, o que possibilitará a abordagem de outros objetos do conhecimento matemático.

REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L.G.C. **Metodologia do Ensino Superior: da prática docente a uma possível teoria pedagógica**. IBPEX, Curitiba, 1998.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

_____, D. P.; NOVAK; J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

_____, Novak e Hanesian D. **Teoria del aprendizaje significativo**. Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2º Ed. TRILLAS México. <https://goo.gl/d1xI6N> Bachelard, G. (1991). La filosofía del No. Lisboa: Presença, 1983.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view. Second Edition. New York. USA: Ed. Holt, Rinehart and Winston, 1978.**

ARDUINO. O que é o Arduino? Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> . Acesso em: 4 jul. 2022.

BARROS DA SILVA FILHO, Fernando. **Fundamentos da robótica educacional: desenvolvimento, concepções teóricas e perspectivas**. 2019.175f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**. Porto Alegre, Penso, 2014.

BLIKSTEIN, P. **O Pensamento Computacional e a Reinvenção do Computador na Educação**. 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/1IXIbNn>>. Acesso em: 21 abr. 2022.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SILVA, Ricardo Scucuglia R. da; GADANIDIS, George. **Fases digitais em educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. 2. ed. 2. reimp. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BRACKMANN, Christian Puhmann . **Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica** . 2017. 226 f. Tese (Doutorado) Informática na Educação, Cinted, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. **Robótica Pedagógica e inovação educacional: uma experiência no uso de novas tecnologias na sala de aula**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação, Artes e História da Cultura) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2005.

CAMPOS, Flavio Rodrigues et al. **Diálogo entre Paulo Freire e Seymour Papert: a prática educativa e as tecnologias digitais de informação e comunicação**. 2008.

CAETANO, L. M. A epistemologia genética de Jean Piaget. *ComCiência*, n. 120, 2010.

CIEB, currículo. Currículo de Referência em Tecnologia e Computação, 2018. Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/> . Acesso em: ago. 2021.

COLL, César. As contribuições da Psicologia para a Educação: Teoria Genética e Aprendizagem Escolar. In: LEITE, Luci Banks (Org.). **Piaget e a escola Genebra**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1995, p 164-197.

CRUZ, V. A. G. Metodologia da pesquisa científica. São Paulo: Pearson Pretence Hall, 2010.

D'AMBROSIO, U., WEIL, P., CREMA, R. Rumo à Nova Transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento São Paulo: Summus Editorial. 1996.

FERREIRA, M. J. M. A. **Novas tecnologias na sala de aula**. 2014. 121 páginas. Monografia (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares). Universidade Estadual da Paraíba.

GOMES, Luciano Carvalhais. BELLINI, Luzia Marta. **Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física**. *Rev. Bras. Ensino Fís.* 31 (2) . Jun 2009. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000200002> Acesso em ago.20221.

GOMES, Patrícia Nádia Nascimento. **A Robótica Educacional Como Meio Para à Aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental**. 94 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8 ed. Campinas: Editora Papyrus. 2012.

KLEIN, D. R.; CANEVESI, F. C. S.; FEIX, A. R.; GRESELE, J. F. P.; WILHELM, E. M. de S. Tecnologia na educação: evolução histórica e aplicação nos diferentes níveis de ensino. **EDUCERE** - Revista da Educação, Umuarama, v. 20, n. 2, p. 279-299, jul./dez. 2020.

LEITE, Samara Ferreira. **O uso das tecnologias digitais de informação e comunicação TIDCS na educação básica: desafios e vantagens**. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização Ensino de Ciências e Matemática- EAD) - Instituto Federal da Paraíba, 2021. Patos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/bitstream/177683/1917/2/O%20USO%20DAS%20TECNOLOGIAS%20DIGITAIS%20DE%20INFORMA%C3%87%C3%83O%20E%20COMUNICA%C3%87%C3%83O%20TDICs%20%20NA%20EDUCA%C3%87%C3%83O%20BASICA%20DESAFIOS%20E%20VANTAGENS.pdf>. Acesso em 12 mar. 20223.

MAFRA, J. R. e S.; SANTOS, I. P. dos. **Robótica Educacional e aprendizagem de Matemática: integrando experimentações com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental acerca de conceitos geométricos**. *Boletim Cearense de Educação e História da*

Matemática, [S. l.], v. 9, n. 27, p. 01–18, 2022. DOI: 10.30938/bocehm.v9i27.8091. Disponível em:

<https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/8091> . Acesso em: 15 out. 2022.

MELLA, Renato. **Robótica Educacional: Ferramenta No Processo De Ensino E Aprendizagem Da Matemática No Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. (Mestre em matemática). Universidade Federal Fronteira Sul. Chapecó, 2022.

MILL, Daniel. CESAR, Danilo. **Robótica pedagógica livre: sobre inclusão sócio-digital e democratização do conhecimento**. *Perspectiva* [online]. 2009, vol.27, n.01, pp.217-248. ISSN 0102-5473.

MONTILLA, Lissette. ARRIETA, Xiomara. Secuencia didáctica para el aprendizaje significativo del análisis volumétrico. *Omnia*, vol. 21, n.1, enero-abril, 2015, pp. 66-79. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/pdf/737/73742121006.pdf> Acesso em ago. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. **A Teoria da Aprendizagem significativa e sua implementação em Sala de Aula**. Brasília: /editora da Universidade de Brasília, 2006.

_____. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

_____. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Disponível em
<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 07 set. 2021.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. Tradução de José Armando Valente, Beatriz Bitelman. Afira V. Ripper. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.

_____. *Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. Traduzido para o português como: **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PROVIN, Sara. **Interfaces da robótica educativa na ensinagem de alguns elementos de geometria no Ensino Fundamental**. Dissertação de Mestrado. (Mestre em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2020.

RAABE, André L. A.; BRACKMANN, Christian P.; CAMPOS, Flávio R. **Currículo de referência em tecnologia e computação: da educação infantil ao ensino fundamental**. São Paulo: CIEB, 2018. E-book em pdf. Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/> . Acesso em: 15 abr. 2022.

RIBEIRO, Célia. COUTINHO, Clara. COSTA, Manuel F. **A Robótica Educativa como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico**.

Repositório UM. CISTI, 2011. p.440-445. Disponível em <https://hdl.handle.net/1882/12920>. Acesso em: 14 set.2021.

SALES, Selma Bessa; SILVA, Ronald Brasil; SOBREIRA, Elaine Silva Rocha; NASCIMENTO, Marcos Dionísio Ribeiro do. **Utilizando Scratch e Arduino como recursos para o ensino da Matemática**. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 23., 2017, Recife. Anais do 23°. WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. p. 538-547. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16289> . Acesso: 16 set. 2022.

SEGHETTO, Marlise. **Simetria da Reflexão, Translação e Rotação: Uma abordagem através da Robótica Educacional**. 2022. 134 f. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Matemática em Rede Nacional). Universidade Federal Fronteira Sul, Chapecó, 2022.

SILVA NETO, Aurelio Moreira da. **Modelagem e simulação das juntas de um manipulador robótico cilíndrico**. 2008. 83 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2008.

SILVA, Marcelo Pires da. **Robótica educacional livre no 9º ano do ensino básico: uma trilha de implementação de robótica com Arduino para o ensino de Física e Matemática**. 2021. 184 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional). Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2021.

SILVA, Marcelo Pires. BARBOSA, Fernando da Costa. **Matemática e Física em experiências de Robótica Livre: explorando o sensor ultrassônico**. Rede Estadual de Educação do Estado de Goiás, Seduc-GO, Morrinhos, Goiás, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2021.29629>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SILVA, Eliel Constantino da. **Pensamento Computacional E A Formação De Conceitos Matemáticos Nos Anos Finais Do Ensino Fundamental: Uma Possibilidade Com Kits De Robótica**. 267 f. Dissertação de Mestrado. (Mestre em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista. UNESP. Rio Claro, 2018.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. 8 ed. São Paulo.

VALENTE, José, Armando. **As Tecnologias digitais e os diferentes letramentos**. Revista Pátio, Porto Alegre, 2007.

WILDNER, Maria Claudete Schorr. **Robótica Educativa: Um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do ensino fundamental**. 2015. 155 f. Dissertação de Mestrado. (Mestre em Ensino de Ciências Exatas), Tecnologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exata). UNIVATES. Lageado, 2015.

WING, Jeannette M . **Computational thinking**. Communications of the ACM. vol. 49, No. 3, p . 33.2006. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/publications/Wing06.pdf> Acesso em: mai. 2021.

APÊNDICE A - Questionário Inicial

I - Conhecimentos gerais dos estudantes

- 1) Qual o seu nome? _____
- 2) Qual sua idade? _____
- 3) Você tem acesso a computador ou celular?
 Apenas computador Apenas celular Computador e Celular
- 4) Você tem acesso à internet?
 sim. não
- 5) Para que finalidade você utiliza o computador ou o celular?
- 6) Você conhece alguma linguagem de programação? Qual?
- 7) Você sabe o que é um Arduino?
- 8) Já utilizou Arduino alguma vez?
- 9) Conhece alguma linguagem de programação que utiliza blocos de encaixe?
- 10) Descreva o que você entende por Robótica Educacional?
- 11) Você acredita que a matemática é importante na vida das pessoas, e que ela é usada na produção de tecnologias?
 sim não não sei

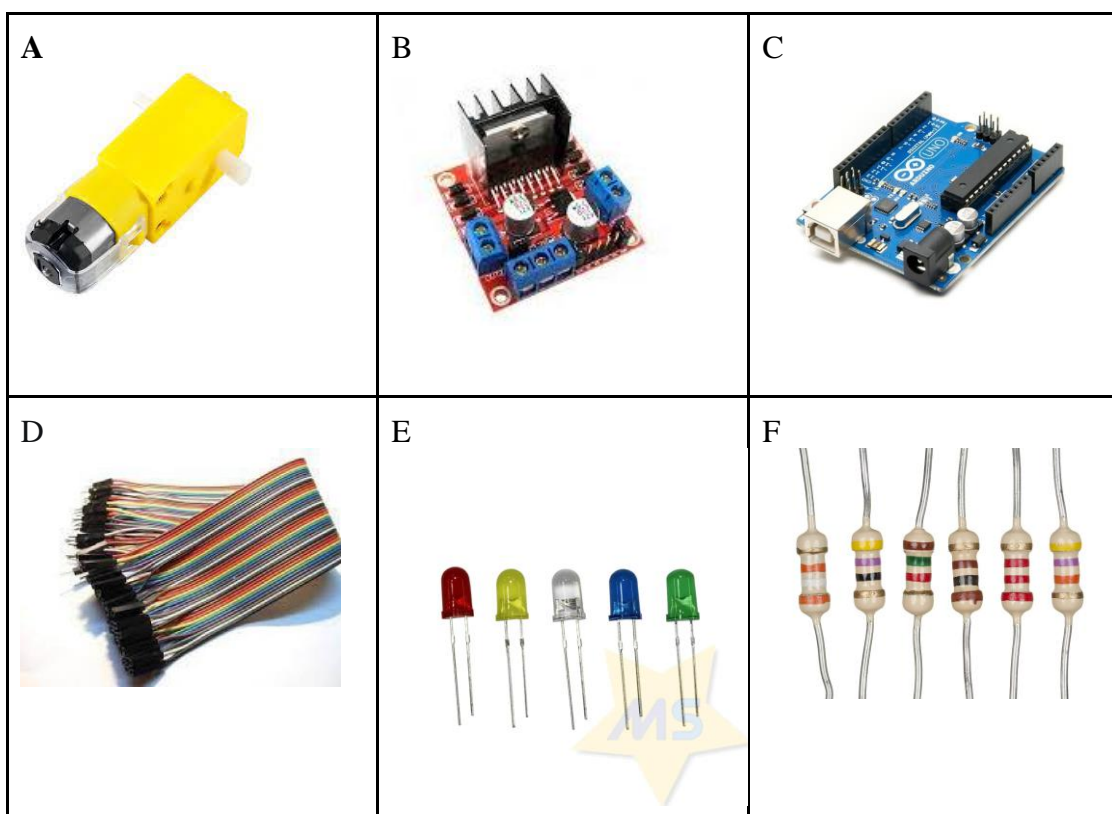
II - Conhecimentos de eletrônica e programação

- 12) A imagem abaixo representa uma programação em blocos feita no Scratch. Observe e descreva o que a programação apresentada realiza.



13) Abaixo estão alguns dos componentes utilizados na montagem de protótipos quando utilizamos Arduino. Relaciona a imagem com o seu nome correspondente.

- | | |
|-----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Resistor | <input type="checkbox"/> Placa Arduino |
| <input type="checkbox"/> Jumper | <input type="checkbox"/> Ponte H |
| <input type="checkbox"/> Motor DC | <input type="checkbox"/> Led |



14) Considere a seguinte programação:

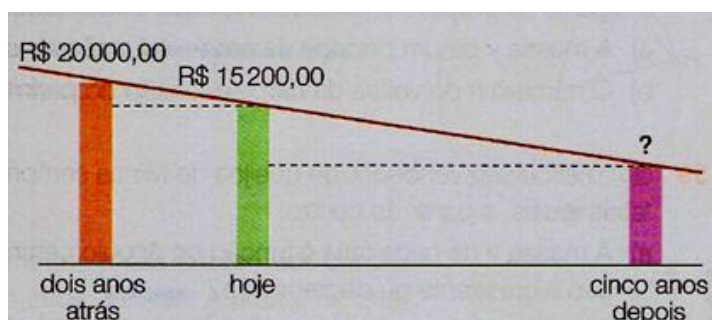


Assinale a alternativa correta:

- () Faz o LED conectado no pino 13 piscar de forma permanente com intervalos de 1 segundo.
- () Acende o LED conectado no pino 13 apenas uma vez.
- () Acende o LED conectado no pino 13 de forma permanente (sem piscar).
- () Não tenho ideia do que essa programação faz.

III - Conhecimentos prévios sobre Funções

15) O valor de uma máquina decresce com o tempo, devido ao desgaste. O valor é uma função do 1º grau /do tempo de uso da máquina. Se há dois anos ela valia R\$ 20.000,00 e hoje ela vale R\$ 15.200,00 , quanto valerá daqui a cinco anos? Observe o gráfico e responda à questão.



16) Alguns estacionamentos rotativos costumam cobrar um valor mínimo que dá ao motorista o direito de manter o carro estacionado no local durante certa medida de intervalo de tempo. Quando essa medida de intervalo de tempo acaba, há um acréscimo no valor do estacionamento, que aumenta com relação à quantidade de horas inteiras excedidas. Considere que um motorista

estaciona o carro em um local que cobra R\$ 14,00 por até 3 horas de estacionamento e R\$ 1,50 por hora excedente.

- a) Quanto o motorista terá de pagar se deixar o carro estacionado por 5 horas?
- b) No caso de pagar R\$ 21,50, quantas horas o motorista estacionou além das 3 horas iniciais?
- c) E se ele permanecer por apenas 2 horas, quanto deverá pagar de estacionamento?
- d) Escreva uma maneira de calcular o preço a pagar, de acordo um número x de horas em que o carro fica no estacionamento.

17) A “máquina” de dobrar. Observe a seguir a representação de uma “máquina” que recebe um número como entrada e devolve como saída o dobro desse número.



O algoritmo a seguir, apresentado usando pseudocódigo, foi construído para obter os números que saem da “máquina” a partir dos números que entram.

Início

Nomeie de x o valor de entrada

Crie n

Calcule $n = 2x$

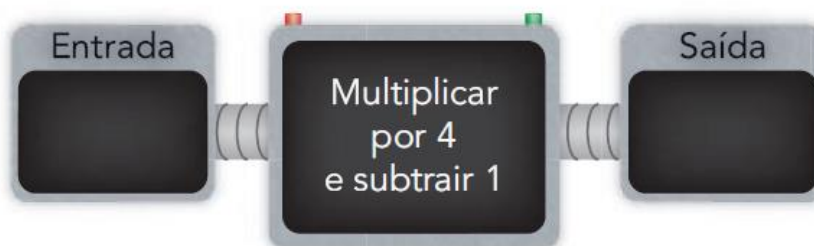
Saída: n

Fim

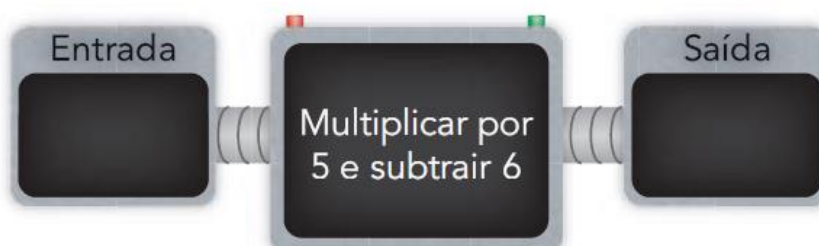
Observando o algoritmo que representa o funcionamento da “máquina” de dobrar, temos $n = 2x$, que é a fórmula matemática da função.

- a) Invente uma “máquina” de triplicar e adicionar 1, semelhante à do exemplo dado, e escreva lei dessa máquina e um algoritmo que ela poderia utilizar.

b) Observe a máquina abaixo. Em seguida, coloque cada um dos números do conjunto $\{0, 1, 2, 3, 4\}$ na entrada de cada máquina e, respeitando as operações indicadas, escreva os resultados que serão apresentados na saída.



Aos números da entrada $\{0, 1, 2, 3, 4\}$ vamos chamar de domínio. Os números da saída vamos chamar de imagem. Escreva quais são os números da imagem dessa máquina.



Escreva quais são os números da saída (imagem) dessa máquina.

18) Muitos medicamentos líquidos são administrados em gotas de maneira que, para crianças, a quantidade de gotas é calculada de acordo com a medida de massa. Isso ocorre porque os órgãos das crianças ainda estão em desenvolvimento e, por isso, é necessário recomendar doses mais específicas. Essas recomendações costumam ser dadas para crianças com até 30 kg de medida de massa; depois disso a dosagem costuma ser única para qualquer pessoa. Dessa maneira, quanto maior a medida de massa de uma criança, maior deve ser a quantidade de medicação administrada a ela. Assim, pode-se dizer que a quantidade de gotas de um remédio é dada em função da medida de massa (peso) da criança. Considere que a bula de um remédio

antitérmico recomende que a dosagem seja de 2 gotas para cada quilograma de massa da criança.

- Qual deve ser a quantidade de gotas desse medicamento que uma criança de 5 kg deve tomar?
- E uma criança de 10 kg?
- Qual operação matemática você utilizou para calcular a resposta do item anterior?
- Escreva uma relação que indique como uma pessoa pode calcular a dosagem desse remédio, em gotas, a partir da medida de massa da criança, em quilogramas.

19) Imaginemos uma situação: um carro encontra-se inicialmente na posição 3m de uma trajetória retilínea e se desloca com velocidade constante de 4m/s.



- O que significa dizer que a velocidade do carro é sempre 4 m/s?
 - Qual será a posição do carro se ele andar durante 5 segundos?
 - Você consegue fazer uma representação gráfica desse percurso, considerando os tempos 0s, 2s, 4s?
- 20) Uma lesma percorre 4 m para chegar a uma flor. A lesma parte de uma velocidade constante de 3 cm/s. Determine quanto tempo, em segundos, a lesma gasta para chegar à flor.
- 10s
 - 13 min
 - 133,3s
 - 1 min 50 s
 - 2 min 50s

APÊNDICE B - Questionário Final

I - Conhecimentos gerais dos estudantes

1) Qual o seu nome? _____

II - Conhecimentos de eletrônica e programação

2) O _____ é um microcontrolador que permite a conexão de circuitos eletrônicos e sensores para o controle de certas aplicações, como por exemplo: Ligar/desligar dispositivos, como motores, LEDs e lâmpadas.

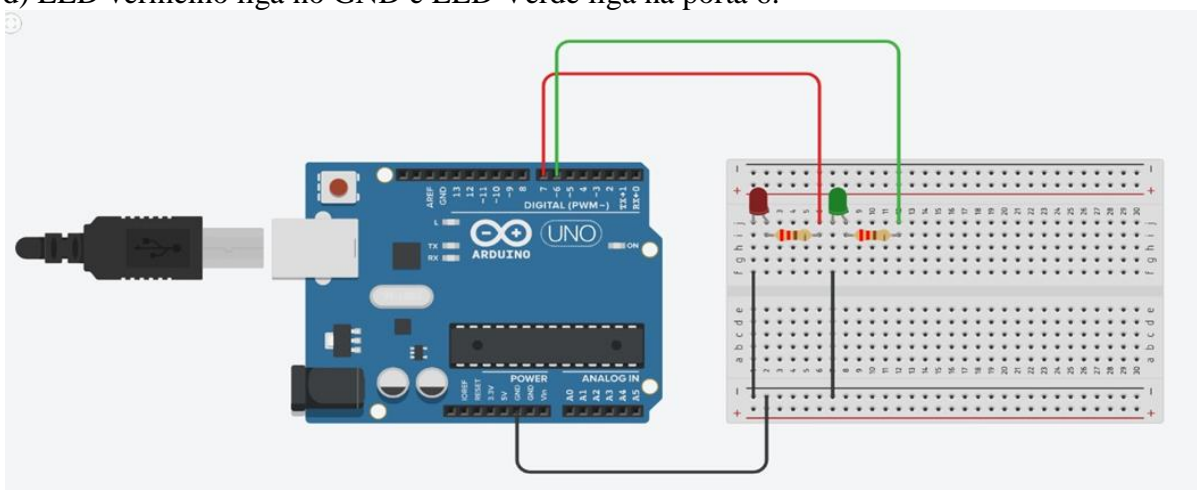
3) A imagem mostra uma programação em blocos. Assinale a alternativa que melhor descreve a situação.



- no pino 5, ligar o LED, esperar 5 segundos, no pino 7 desligar o LED e esperar 5 segundos.
- no pino 7, desligar o LED, esperar 5 segundos, no pino 7 ligar o LED e esperar 5 segundos.
- no pino 7, ligar o LED, esperar 5 segundos, no pino 7 desligar o LED e esperar 5 segundos.
- no pino 7, esperar 5 segundos, ligar e no pino 5 desligar o LED, esperar 7 segundos.

4) Na imagem abaixo, temos dois LED, sendo ligados em uma placa protoboard e ligadas no Arduino. Qual das alternativas descreve corretamente o circuito.

- LED vermelho e verde ligados na porta GND.
- LED vermelho ligado na porta digital 6, LED verde ligado na porta digital 7.
- LED vermelho ligado na porta digital 7, LED verde ligado na porta digital 8.
- LED vermelho liga no GND e LED Verde liga na porta 6.



5) Considere a seguinte programação:

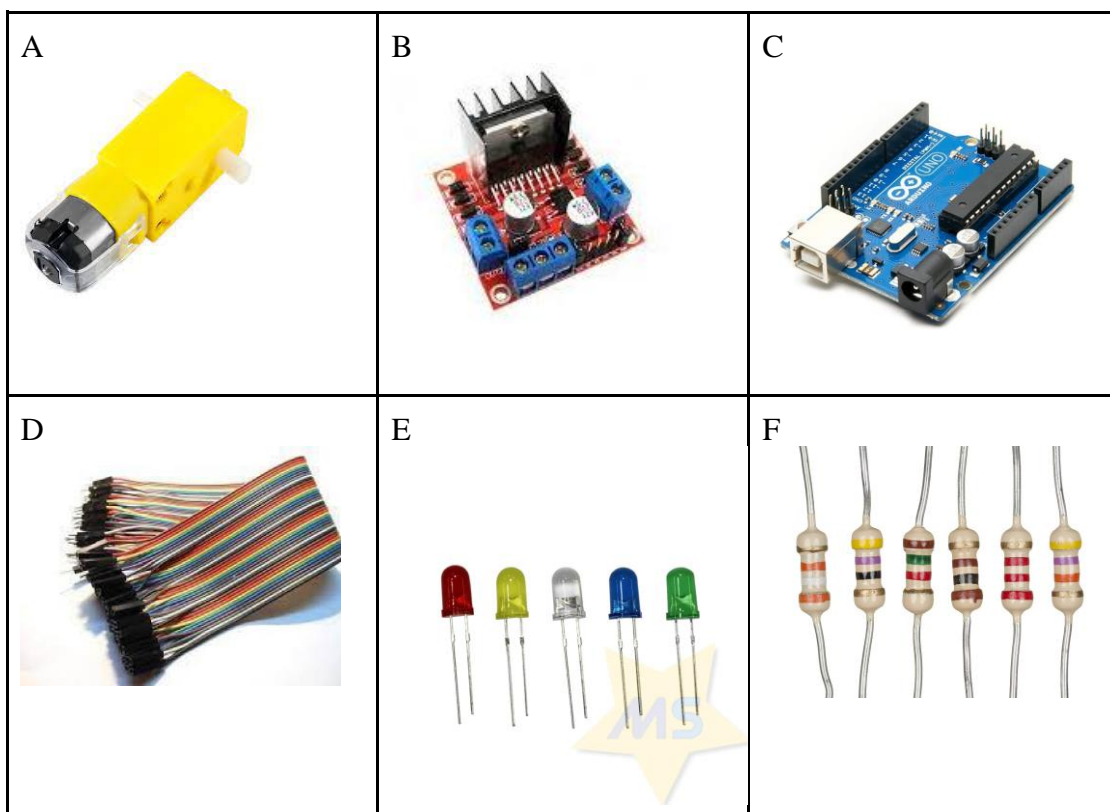


Assinale a alternativa correta:

- Faz o LED conectado no pino 13 piscar de forma permanente com intervalos de 1 segundo
- Acende o LED conectado no pino 13 apenas uma vez
- Acende o LED conectado no pino 13 de forma permanente (sem piscar)
- Não tenho ideia do que essa programação faz

6) Abaixo estão alguns dos componentes utilizados na montagem de protótipos quando utilizamos Arduino. Relaciona a imagem com o seu nome correspondente.

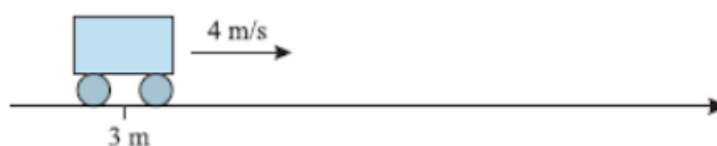
- Resistor
- Placa Arduino
- Jumper
- Ponte H
- Motor DC
- Led



III - Conhecimentos sobre Funções

7) Cobrança de estacionamento. Alguns estacionamentos rotativos costumam cobrar um valor mínimo que dá ao motorista o direito de manter o carro estacionado no local durante certa medida de intervalo de tempo. Quando essa medida de intervalo de tempo acaba, há um acréscimo no valor do estacionamento, que aumenta com relação à quantidade de horas inteiras excedidas. Considere que um motorista estaciona o carro em um local que cobra R\$ 14,00 por até 3 horas de estacionamento e R\$ 1,50 por hora excedente. Quanto o motorista terá de pagar se deixar o carro estacionado por 5 horas?

8) Em uma corrida de táxi, o usuário ou cliente deve pagar R\$ 7,00 de “bandeirada” (valor inicial que se paga fixado no taxímetro) e R\$ 3,00 por cada quilômetro rodado. Seja x a distância percorrida por um táxi e y o preço a ser pago pela corrida; responda:

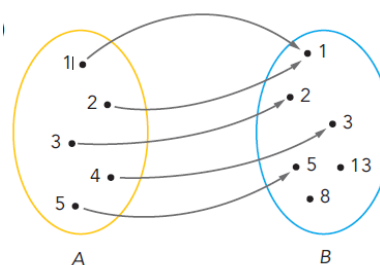


- Quando pagaria um cliente ou usuário de um táxi, se fizesse uma corrida de 3,5 km ?
- Você consegue representar uma equação que represente a situação abordada no item anterior?
- Quantos quilômetros foram rodados se o valor que o taxista cobrou foi de R\$ 99,00?
- Você consegue representar uma equação que represente a situação abordada no item anterior?

9) Observe o diagrama da figura.

Determine:

- O conjunto domínio
- O conjunto Imagem
- O Contradomínio



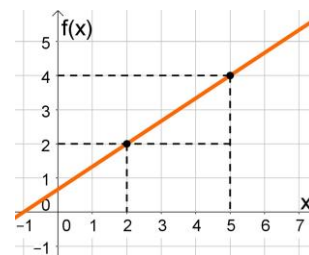
10) Um carro encontra-se inicialmente na posição 6 m de uma trajetória retilínea e se desloca com medida de velocidade constante de 5 m/s. Escreva uma função $f(x) = ax + b$, que representa essa trajetória.

11) Dada a função $f(x) = -2x + 3$, determine $f(1)$.

12) Dada a função $f(x) = 4x + 5$, determine os valores de x para os quais $f(x) = 7$

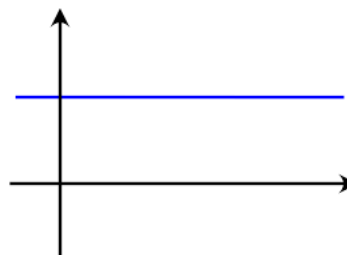
13) Na figura ao lado temos o gráfico de uma função. Esse gráfico é:

- a) crescente
- b) decrescente
- c) constante
- d) impossível de determinar



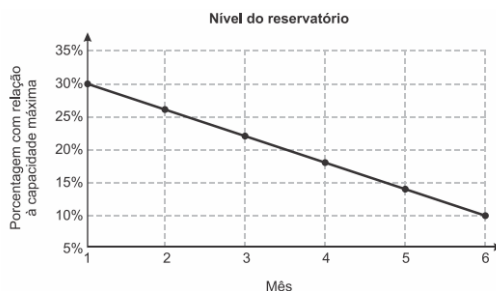
14) Observe o gráfico da função. Esse gráfico é:

- a) crescente
- b) decrescente
- c) constante
- d) impossível de determinar



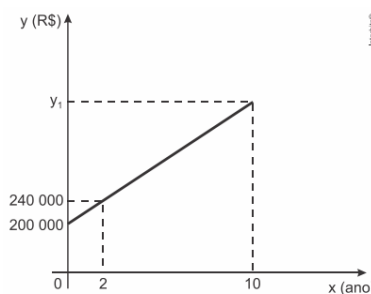
15) Um dos grandes desafios do Brasil é o gerenciamento dos seus recursos naturais, sobretudo os recursos hídricos. Existe uma demanda crescente por água e o risco de racionamento não pode ser descartado. O nível de água de um reservatório foi monitorado por um período, sendo o resultado mostrado no gráfico. Suponha que essa tendência linear observada no monitoramento se prolongue pelos próximos meses. Nas condições dadas, qual o tempo mínimo, após o sexto mês, para que o reservatório atinja o nível zero de sua capacidade?

- a) 2 meses e meio.
- b) 3 meses e meio.
- c) 1 mês e meio.
- d) 4 meses.
- e) 1 mês.



16) Um sítio foi adquirido por R\$ 200.000,00. O proprietário verificou que a valorização do imóvel, após sua aquisição, cresceu em função do tempo conforme o gráfico, e que sua tendência de valorização se manteve nos anos seguintes. O valor desse sítio, no décimo ano após sua compra, em real, será de

- a) 190.000.
- b) 232.000.
- c) 272.000.
- d) 400.000.
- e) 500.000.



APÊNDICE C - Trabalho Avaliativo

EEB Professor Patrício João de Oliveira

Professora: Juliana C S Dietrich

Alunos: _____ Turma: 101

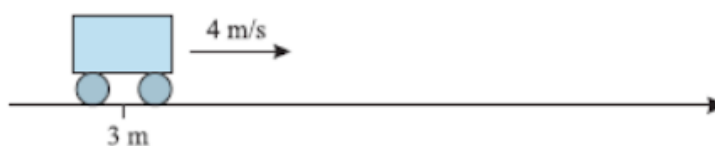
Trabalho de Matemática sobre funções

1) Observe que para cada litro de gasolina colocado no veículo, existe um valor correspondente que representa o preço a ser pago pela gasolina. Com base nessas informações, responda as perguntas abaixo:

- Qual será o preço pago por 15 litros de gasolina?
- Qual será o preço pago por 20 litros de gasolina?
- Quantos litros poderão ser abastecidos no veículo para R\$ 162,00.

2) Um carro encontra-se inicialmente na posição 6 m de uma trajetória retilínea e se desloca com medida de velocidade constante de 5 m/s.

- Escreva uma função do tipo $f(x) = ax+b$ que represente esse movimento.
- Desde a partida, quantos metros o carro terá percorrido após 20 segundos?



3) Em uma corrida de táxi, o usuário ou cliente deve pagar R\$ 7,00 de “bandeirada” (valor inicial que se paga fixado no taxímetro) e R\$ 3,00 por cada quilômetro rodado. Seja x a distância percorrida por um táxi e y o preço a ser pago pela corrida; responda:

- Quando pagaria um cliente ou usuário de um táxi, se fizesse uma corrida de 3,5 km ?
- Você consegue representar uma equação que represente a situação abordada no item anterior?
- Quantos quilômetros foram rodados se o valor que o taxista cobrou foi de R\$ 99,00?
- Você consegue representar uma equação que represente a situação abordada no item anterior?

4) Ao passar pelo marco "km 200" de uma rodovia, um motorista vê um anúncio com a inscrição "Abastecimento e Restaurante a 30 minutos". Considerando-se que esse posto de serviços se encontra junto ao marco "km 260" dessa rodovia, pode-se concluir que o anunciante prevê, para os carros que trafegam nesse trecho, uma velocidade média, em km/h, de:

- a) 80
- b) 90
- c) 100
- d) 110
- e) 120
- f) 130

5) Um automóvel faz um percurso em 15 minutos, com velocidade média de 80 km/h. Qual o espaço percorrido pelo automóvel?

- a) 14 km
- b) 16 km
- c) 18 km
- d) 15 km
- e) 20 km

6) Um automóvel pode percorrer determinada distância de acordo com a quantidade de combustível que há no tanque dele. A autonomia (medida de distância máxima percorrida utilizando um tanque cheio de combustível) é dada, entre outros fatores, em função da quantidade de litros de combustível existente no tanque. Suponha que determinado veículo percorra 12 km com 1 litro de combustível e nenhum outro fator interfira na autonomia.

a) Sabendo que no tanque há 45 litros de combustível, qual será, aproximadamente, a medida de distância máxima que ele poderá percorrer sem precisar reabastecer?

b) Qual foi a operação matemática que você utilizou para responder ao item anterior?

c) Considerando que esse veículo tem x litros de combustível no tanque, qual expressão indica a medida de distância máxima, em quilômetros, que pode ser percorrida sem necessidade de reabastecimento?

7) Um automóvel passa pelo km 40 de uma rodovia às 14 horas e pelo km 250 às 17 horas. Calcule a velocidade escalar média do automóvel nesse intervalo de tempo.



- a) 70 km/h
- b) 60 km/h
- c) 50 km/h
- d) 40 km/h
- e) 30 km/h

8) Em uma corrida de táxi, o usuário ou cliente deve pagar R\$ 7,00 de “bandeirada” (valor inicial que se paga fixado no taxímetro) e R\$ 3,00 por cada quilômetro rodado. Seja x a distância percorrida por um táxi e y o preço a ser pago pela corrida; responda:

- a) Quando pagaria um cliente ou usuário de um táxi, se fizesse uma corrida de 3,5 km ?
- b) Você consegue representar uma equação que represente a situação abordada no item anterior?
- c) Quantos quilômetros foram rodados se o valor que o taxista cobrou foi de R\$ 99,00?
- d) Você consegue representar uma equação que represente a situação abordada no item anterior?

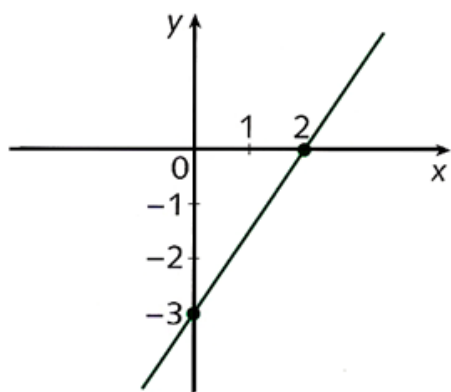
9) Uma lesma percorre 4 m para chegar a uma flor. A lesma parte de uma velocidade constante de 3 cm/s. Determine quanto tempo, em segundos, a lesma gasta para chegar à flor.

- a) 10 s
- b) 13 min
- c) 133,3 s
- d) 1min50s
- e) 2min 50s
- f) 3min 50s

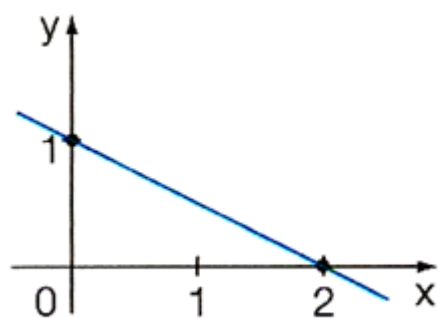
10) Sabendo que o gráfico é de uma função afim do 1º grau, e considerando que para cada valor de x real o gráfico pode apresentar valores positivos, negativos ou nulos. Observe os gráficos abaixo e verifique se a cada maior valor de x , o gráfico apresenta maior valor de y , nesse caso

o gráfico será **crescente**. Se, porém, a cada valor de x o gráfico apresentar menor valor de y , então o gráfico será **decrecente**. Em cada caso, determine se o gráfico é crescente ou decrescente.

a)



b)

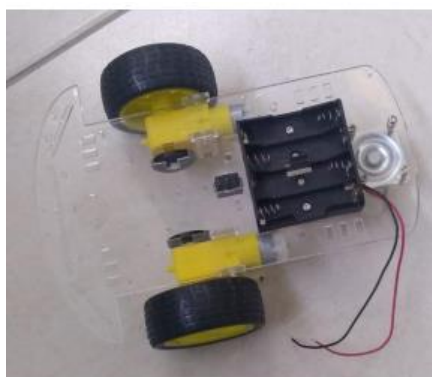


APÊNDICE D - Montagem do carrinho

Apresenta-se neste o passo a passo para a montagem do carrinho. O objetivo é auxiliar outros professores na sua construção.

- Inicialmente soldar os fios nos dois motores DC.
- Retirar a película dos chassis. Prender os suportes nos chassis, prender a roda boba e prender o suporte de pilhas em cima dos chassis do carrinho. De forma que a montagem fique aproximadamente como a Figura 28 abaixo;

Figura 28: Imagem da montagem dos chassis do carrinho.



Fonte: arquivo pessoal da autora.

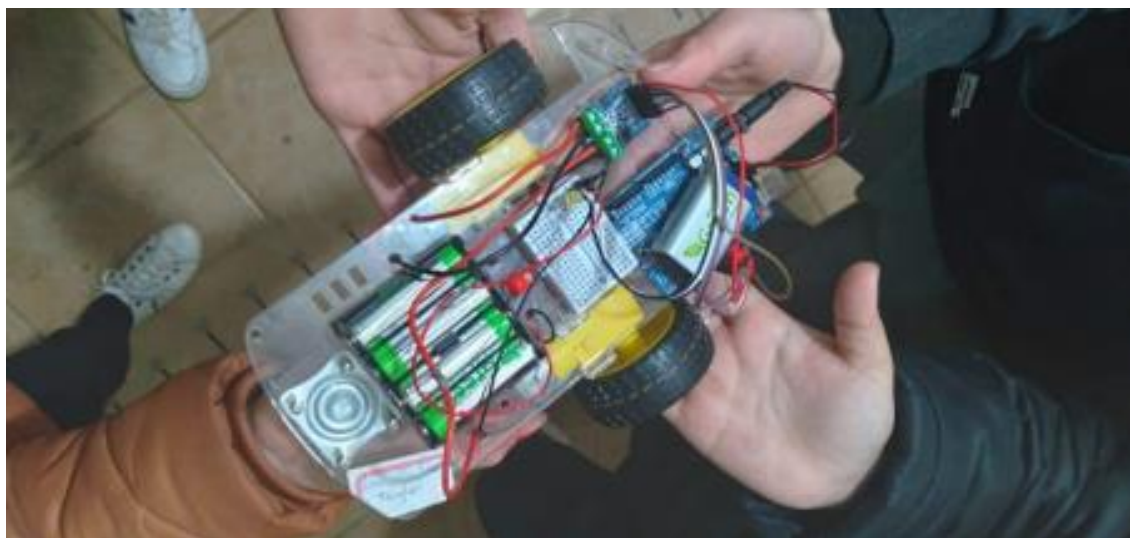
- Usando fita banana, prender na parte de cima dos chassis a ponte H dupla, o Arduino UNO, a placa protoboard, e o botão de liga e desliga.
- Do suporte para as 4 pilhas, temos dois fios um positivo (vermelho) e um negativo (preto), o fio preto (negativo) deve ser soldado no botão liga e desliga e desse botão soldar um jumper cortado preto que sai do botão liga/desliga e conecta na protoboard. O fio vermelho (positivo) deve ser soldado com um jumper e o mesmo deverá ser conectado na protoboard.
- O módulo ponte H L9110S, tem 6 saídas, onde devem ser colocados 6 jumpers, os dois da direita são responsáveis pelo motor da direita, que devem ser conectados no Arduino nas entradas 8 e 9, no meio temos duas conexões GND (negativo) e VCC (positivo) essas duas ligações devem ser feitas na protoboard em seus respectivos positivos e negativos, de forma a garantir o bom funcionamento do carrinho. As outras duas conexões se referem ao motor da esquerda que devem ser ligados na

placa Arduino nas entradas 10 e 11.

- Os fios que foram soldados nos motores das rodas devem ser ligados nos parafusos do módulo ponte H, respeitando entradas mais à direita para um motor e entradas mais à esquerda para o outro motor.
- Para deixar a carro mais bonito e chamativo, foram acrescentados LEDs, na protoboard. Fazer as ligações entre os LEDs e a placa Arduino.

Ao final da montagem o carrinho deve ficar parecido com a Figura 29:

Figura 29: Imagem do carrinho pronto.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Após realizada a montagem do carrinho, conectar o mesmo ao computador e mandar a programação para a placa de Arduino. O carrinho está pronto para ser testado.

APÊNDICE E - Termo de consentimento livre e esclarecimento (TCLE)

ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA FERRAMENTA PARA A APRENDIZAGEM DE FUNÇÕES POLINOMIAIS DO PRIMEIRO GRAU

Prezados pais ou responsáveis.

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Robótica Educacional: Uma Ferramenta para a Aprendizagem no Estudo de Funções do Primeiro Grau”, desenvolvida por Juliana Cristina Schneider Dietrich, discente de Mestrado em Matemática (PROFMAT) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus de Chapecó, sob a orientação da Professora Dra. Janice T. Reichert.

O objetivo central do estudo é: analisar as possíveis contribuições da Robótica Educacional na aprendizagem do objeto do conhecimento Funções do Primeiro Grau, através da utilização de kits de robótica de baixo custo com Arduino em um ambiente de construção e automação do robô e atividades com lápis e papel.

A participação do seu filho (a) se deve ao fato de que os objetos de conhecimento que serão trabalhados nesta pesquisa fazem parte integrante do Currículo escolar do 1 ano do Ensino Média, ao qual seu filho(a) pertence e a pesquisadora é professora de matemática da turma a qual o seu filho estuda.

A participação do seu filho(a) não é obrigatória e ele(a) tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como desistir da colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação e sem nenhuma forma de penalização. Ele(a) não será penalizado(a) de nenhuma maneira caso decida não consentir na sua participação, ou desista da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa.

Ele(a) não receberá remuneração e nenhum tipo de recompensa nesta pesquisa, sendo a participação totalmente voluntária. Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por ele(a) prestadas. Qualquer dado que possa identificá-lo(a) será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material armazenado em local seguro.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, o(a) senhor(a) poderá solicitar da pesquisadora informações sobre a participação do seu filho(a) e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste termo.

A participação do seu filho(a) consistirá em responder um questionário inicial e um questionário final, bem como desenvolver algumas atividades que serão solicitadas pela pesquisadora. Além disso, ao final de cada atividade desenvolvida deverá realizar anotações referentes à atividade realizada, as quais deverão ser entregues para a pesquisadora como forma de contribuir para a análise dos resultados da pesquisa.

O benefício relacionado com a colaboração do seu filho(a) nesta pesquisa é o de participar de atividades dirigidas que o levarão a aprender e fixar os objetos de conhecimento Funções do Primeiro Grau bem como desenvolver atividades tecnológicas como construção e programação de robôs.

O risco decorrente da participação nesta pesquisa consiste no mesmo risco que pode ocorrer em uma aula rotineira. De qualquer forma, serão tomados todos os cuidados e providências necessárias para eliminar/minimizar qualquer risco.

Os resultados serão divulgados em eventos ou publicações científicas mantendo sigilo dos dados pessoais.

Caso concorde em participar, uma via deste termo ficará em seu poder e a outra será entregue ao pesquisador. Não receberá cópia deste termo, mas apenas uma via.

Desde já agradecemos sua participação!

Chapecó, 12 de abril de 2023.

Juliana Cristina Schneider Dietrich - Pesquisadora Responsável

Tel.: (49) 9 8867 0899

e-mail: julianasch28@gmail.com

Endereço para correspondência: Universidade Federal da Fronteira Sul/UFFS, Rodovia SC 484
KM 02, Fronteira Sul, CEP 89815-899 - Chapecó - Santa Catarina - Brasil

Declaro que entendi os objetivos e condições da participação do meu filho(a) na pesquisa e concordo com a participação.

Nome completo do(a) participante: _____

Nome completo do(a) responsável: _____

Assinatura: _____