



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
COMPUTAÇÃO E SISTEMAS - PECS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO E
SISTEMAS**

APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA COM USO DA ROBÓTICA

RODOLFO RIVELINO FRANCO CRUZ

São Luís
2024



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
COMPUTAÇÃO E SISTEMAS - PECS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO E
SISTEMAS**

RODOLFO RIVELINO FRANCO CRUZ

APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA COM USO DA ROBÓTICA

Dissertação apresentada ao programa do Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas da Universidade Estadual do Maranhão como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Computação e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Cícero Costa Quarto.

Coorientador: Prof. Dr. Luís Carlos Costa Fonseca.

São Luís
2024

Cruz, Rodolfo Rivelino Franco
Aprendizagem em matemática com uso da robótica. / Rodolfo Rivelino
Franco Cruz. – São Luis, MA, 2024.
129 f

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação e Sistemas) –
Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Cicero Costa Quarto
Coorientador: Prof. Dr. Luís Carlos Costa Fonseca

1.Robótica. 2.Matemática. 3.Aulas práticas. 4.Aprendizagem.
5.Habilidades. I.Título.

CDU: 004.8:[51:37.02]

Elaborado por Cássia Diniz- CRB 13/910

RODOLFO RIVELINO FRANCO CRUZ

APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA COM USO DA ROBÓTICA

Dissertação apresentada ao programa do Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas da Universidade Estadual do Maranhão como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Computação e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Cícero Costa Quarto.

Coorientador: Prof. Dr. Luís Carlos Costa Fonseca.

Aprovado em ____/____/ ____.

Prof. Dr. Cícero Costa Quarto

Prof. Dr. Luís Carlos Costa Fonseca

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por sempre estar comigo e por me guiar em toda a minha trajetória.

À Letícia, minha amada esposa, quero expressar a minha profunda gratidão pelo apoio constante e pela total compreensão durante o tempo em que estive ausente devido à realização deste trabalho.

Agradeço aos professores e alunos do Centro de Ensino Professor Joaquim Santos, cujas contribuições foram fundamentais para a conclusão deste projeto. Quero agradecer especialmente ao gestor Aécio Flávio Costa e à professora Irismar de Jesus Moraes pelo apoio e colaboração, que foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa e da minha trajetória profissional e acadêmica.

Também desejo expressar minha gratidão aos meus orientadores Cícero Costa Quarto e Luís Carlos Costa Fonseca, pelo suporte e dedicação. Suas orientações foram inestimáveis para o desenvolvimento deste estudo.

“Confie no Senhor de todo o coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre-se de Deus em tudo o que fizer, e Ele lhe mostrará o caminho certo.”

(Provérbios 3:5-6)

RESUMO

A robótica quando aliada à educação pode surgir com uma alternativa para melhorar o desempenho dos estudantes. No ensino de Matemática, essa alternativa deve ser considerada, uma vez que o Maranhão apresentou o pior desempenho em Matemática na região Nordeste no ENEM de 2021. Visando analisar a aplicabilidade e as potencialidades da robótica como ferramenta pedagógica no ensino de Matemática, esta pesquisa consiste em um estudo de caso de caráter exploratório e abordagem mista, realizada com alunos do 1º ano do Ensino Médio do Centro de Ensino Professor Joaquim Santos, em Rosário - MA. As estratégias didáticas de robótica no ensino e aprendizagem de Matemática foram utilizadas na confecção de robôs em aulas práticas com uso da plataforma Arduino. Para análise do aprendizado e do desenvolvimento de habilidades os alunos participaram de avaliações de desempenho. Eles também realizaram entrevistas, assim como os profissionais de educação. Os resultados demonstraram uma melhora no nível de proficiência dos alunos em Matemática e no desenvolvimento de habilidades socioemocionais e motivacionais. A criatividade, o relacionamento interpessoal, a autonomia e o senso de investigação também foram desenvolvidos.

Palavras-chave: Robótica; Matemática; Aulas práticas; Aprendizagem; Habilidades.

ABSTRACT

Robotics, when combined with education, can provide an alternative to improving student performance. In Mathematics teaching, this alternative must be considered, since Maranhão presented the worst performance in Mathematics in the Northeast region in the 2021 ENEM. Aiming to analyze the applicability and potential of robotics as a pedagogical tool in Mathematics teaching, this research consists in an exploratory case study with a mixed approach, carried out with 1st year high school students at the Centro de Ensino Professor Joaquim Santos, in Rosário - MA. Robotics teaching strategies in teaching and learning Mathematics were used to make robots in practical classes using the Arduíno platform. To analyze learning and skill development, students participated in performance assessments. They also conducted interviews, as did education professionals. The results demonstrated an improvement in the students' level of proficiency in Mathematics and in the development of socio-emotional and motivational skills. Creativity, interpersonal relationships, autonomy and a sense of investigation were also developed.

Keywords: *Robotics; Mathematics; Practical classes; Learning; Skills.*

Lista de Figuras

Figura 01: Fluxograma do percurso metodológico

Figura 02: Alunos realizando a montagem dos robôs

Figura 03: Alunos realizando a gravação do Sketches do Arduino

Figura 04: Robôs construídos pelos alunos

Figura 05: Alunos realizando o Experimento I

Figura 06: Alunos realizando o Experimento II, procedimento A

Figura 07: Alunos realizando o Experimento II, procedimento B

Figura 08: Alunos realizando o Experimento III

Figura 09: Alunos realizando o Experimento IV

Figura 10: Alunos apresentando os projetos na culminância

Lista de Gráficos

Gráfico I: Proficiência – Avaliação Diagnóstica

Gráfico II: Proficiência – Avaliação Comparativa

Gráfico II: Proficiência – Comparativo

Lista de Quadros

Quadro 01: Quantidade de trabalhos encontrados no Portal de Periódicos da CAPES

Quadro 02: Visão geral metodológica

Quadro 03: Cronograma de execução

Quadro 04: Descrição dos robôs

Quadro 05: Competências e habilidades da BNCC trabalhadas durante a oficina

Quadro 06: Classificação dos níveis de proficiência

Quadro 07: Avaliação Diagnóstica - Desempenho

Quadro 08: Avaliação Comparativa - Desempenho

Lista de Siglas

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEB - Conselho de Educação Básica

CEPJS - Centro de Ensino Professor Joaquim Santos

CNE - Conselho Nacional de Educação

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PBL - *Problem-Based Learning*

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

RE - Robótica Educacional

SAEB - Sistema de Avaliação da Educação Básica

SBC - Sociedade Brasileira de Computação

SUMÁRIO

1 CONSTRUINDO O OBJETO DE PESQUISA	15
1.1 Contextualização.....	15
1.2 Motivação	16
1.2.1 Trabalhos relacionados.....	18
1.3 A questão de pesquisa.....	20
1.4 Objetivos	20
1.4.1Objetivo geral.....	20
1.4.2Objetivos específicos	20
1.5 Visão geral metodológica	20
1.6 Metodologia	24
1.7 Estrutura organizacional da pesquisa.....	24
1.8 Cronograma de Execução	24
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Metodologias ativas	25
2.1.1 Aprendizagem baseada em problemas.....	25
2.1.2 Aprendizagem baseada em projetos.....	26
2.1.3 Estudo de caso	26
2.1.4 Sala de aula invertida	26
2.1.5 Aprendizagem entre pares ou times.....	26
2.2 Pensamento computacional, mundo digital e cultura digital	27
2.3 Robótica Educacional (RE)	28
2.3.1 Conjuntos de Robótica Educacional	28
2.4 Colaboração e aprendizagem colaborativa	29
3 ESTUDO EXPERIMENTAL.....	29
3.1 Oficina de Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica.....	32
3.1.2 Experimento I	35
3.1.3 Experimento II	35
3.1.4 Experimento III.....	37
3.1.5 Experimento IV.....	38
4 RESULTADOS	40
4.1 Entrevista – Primeiro Questionário.....	40
4.2 Avaliações	43
4.2.1 Avaliação Diagnóstica	44
4.2.2 Avaliação Comparativa	46

4.3 Questionário Final - Alunos	47
4.4 Questionário Final – Profissionais da educação	51
5 ANÁLISES E DISCUSSÕES	59
5.1 Comparação entre Avaliação Diagnóstica e Avaliação Comparativa	59
5.2 Entrevista final com alunos.....	59
5.3 Entrevista com profissionais da educação	60
5.4 Percepções do pesquisador	61
6 LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS	62
7 CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A- Plano de Ensino	70
APÊNDICE B- Listagem e Orçamento dos Materiais	74
APÊNDICE C- Primeiro Questionário - alunos	75
APÊNDICE D- Avaliação Diagnóstica	77
APÊNDICE E- Material de Apoio: Robótica & Educação	82
APÊNDICE F- Experimentos.....	113
APÊNDICE G- Questionário Final	120
APÊNDICE H- Avaliação Comparativa	122
APÊNDICE I- Entrevista com Profissionais da Educação.....	125
APÊNDICE J- Termo de Autorização de Pesquisa.....	129

1 CONSTRUINDO O OBJETO DE PESQUISA

1.1 Contextualização

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2011) para acompanhar a evolução acelerada da ciência e da tecnologia e evitar a exclusão digital é necessário que a escola se reinvente, de maneira a efetivar os conhecimentos por meio de metodologias mais ativas com práticas e contextualizações. Além da inclusão digital, prover meios de inclusão social através do acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho deve ser uma preocupação da escola, principalmente no Ensino Médio, uma vez que as desigualdades sociais permitem diferentes perspectivas de futuro (Parecer CNE/ CEB nº 5/2011).

A desigualdade social está presente em todo o Brasil. Segundo o IBGE (2010), o município de Rosário, no Maranhão, possui o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,632, isso significa que o município ocupa a 3448ª posição no ranking dos municípios brasileiros considerando os maiores IDHs, isto é 0,230 a menos que São Caetano do Sul, em São Paulo, que ocupa a primeira posição no ranking. As condições financeiras da comunidade local, dificulta não só o acesso à tecnologia, mas também à educação.

Neste sentido, uma escola que merece destaque pela importância social e pela preocupação com a inclusão social e digital, é o Centro de Ensino Professor Joaquim Santos (CEPJS). A escola da rede estadual de ensino foi fundada em 24 de abril de 1928 e fica localizada em Rosário, no estado do Maranhão, a 70 quilômetros da capital. Embora construída no centro urbano, a escola recebe uma boa porcentagem de alunos de regiões periféricas e povoados próximos, atendendo alunos do primeiro ao terceiro ano do ensino médio, nos turnos matutino, vespertino e noturno. As diferentes condições sociais, financeiras e tecnológicas dos estudantes na fase final da educação básica, exigem que a escola se reinvente, principalmente no que se refere à adoção de diferentes metodologias.

A importância da diversificação de metodologias é reforçada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), como uma das finalidades do Ensino Médio “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996). Na Matemática essa diversificação de metodologias é ainda mais necessária.

A dificuldade na compreensão da matemática é um fato que atinge muitos estudantes brasileiros de escolas públicas. O baixo desempenho dos estudantes em matemática é visto por Oliveira *et al.* (2023) como um elemento preocupante. Eles destacam que há necessidade de fazer uma adequação nas estratégias pedagógicas utilizadas pelo professor, pois os obstáculos

do processo de ensino e aprendizagem estão, muitas vezes, relacionados à motivação e à forma que o conteúdo é passado aos alunos, fazendo necessário um estudo de novas metodologias para melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

A robótica aliada à educação pode surgir com uma alternativa para melhorar o desempenho dos estudantes em matemática. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o uso de tecnologias na educação pode favorecer a aprendizagem proporcionando vivências diversificadas, fortalecendo as habilidades de argumentar, de analisar situações e de raciocinar logicamente (BRASIL, 2018).

Além disso, a Robótica Educacional (RE) quando trabalhada em equipe pode contribuir positivamente na aprendizagem. Silva (2009) defende a aprendizagem colaborativa com o uso da tecnologia, pois para ela a RE proporciona uma experiência social, na qual a interação é capaz de favorecer a cooperação, o protagonismo, a cognição e a afetividade. Para Isotani et al. (2009), a aprendizagem colaborativa, devido ao avanço acelerado das tecnologias que facilitam a colaboração e a comunicação, tem ganhado destaque e se popularizado em diversas áreas, como salas de aula e ambientes de aprendizagem *online*.

Os benefícios que podem ser alcançados por alunos que vivenciam práticas com uso de tecnologias nas escolas são os principais fatores que motivaram a realização deste estudo. Esses elementos positivos despertaram no pesquisador a vontade de explorar práticas educativas em prol de melhorias educacionais e sociais na cidade de Rosário. Neste contexto, este trabalho tem como proposta a realização de um estudo de caso para analisar o uso e os benefícios de trabalhar a RE como recurso pedagógico aplicado ao ensino de Matemática.

1.2 Motivação

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado em 1998 com a finalidade principal de avaliar o desempenho acadêmico dos estudantes ao concluírem a educação básica (CRUZ, 2022). Com base nos resultados do ENEM de 2021, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) constatou que o estado do Maranhão apresentou o pior desempenho em Matemática na região Nordeste, com média de 496,51 pontos (BRASIL, 2022). O estudo aponta ainda que, em relação aos demais estados do país, o Maranhão ficou à frente somente do Amapá, Pará, Amazonas e Acre.

De acordo com Brasil (2020), o baixo desempenho dos alunos em Matemática também se manifesta no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), pois a performance dos estudantes brasileiros no PISA de 2018 foi avaliada como abaixo do esperado, alcançando a pontuação de 384 pontos. Isso significa que o resultado ficou 108 pontos abaixo da média dos

países-membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (BRASIL, 2020).

Silva *et al.* (2015) apontam que a Matemática é considerada pelos alunos uma disciplina com nível de dificuldade elevado, e que o fato de muitos docentes preferirem adotar o modelo tradicional de ensino, gera desestímulo nos estudantes, o que contribui para o baixo rendimento nas avaliações de desempenho. Os autores reforçam a necessidade de se adotar novas metodologias de ensino, priorizando a inovação tecnológica e evitando o uso de métodos antigos, ou tradicionais, que transformam os alunos em meros espectadores do processo de ensino e aprendizagem.

Para Rocha *et al.* (2014), a utilização da tecnologia de forma criteriosa no contexto educacional, por meio de atividades práticas em laboratório, pode ser uma forma de estimular os estudantes do ensino básico e até mesmo incentivar o surgimento de vocações para carreiras relacionadas à tecnologia no ensino superior, ou seja, pode despertar maior interesse dos jovens pelos estudos e até mesmo auxiliá-los na escolha de uma carreira profissional.

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, proporcionar aos alunos atividades que apresentem o conteúdo de forma contextualizada é fundamental para que eles desenvolvam um conhecimento significativo e consigam identificar situações do cotidiano de forma a dar sentido ao conhecimento matemático adquirido na escola. Portanto, a contextualização é um elemento essencial para a construção do conhecimento significativo do aluno, permitindo que ele se identifique com as situações que lhe são apresentadas tanto no ambiente escolar como em sua vida como cidadão. (BRASIL, 2006)

Neste contexto, Silva (2009, p. 31) destaca a importância da RE na contextualização e no protagonismo estudantil “o robô como ferramenta de trabalho possibilita a criação de novas formas de interação com o mundo”. Ela acredita que o estudante pode construir seus conhecimentos através da prática com a robótica, pois a RE proporciona um ambiente de trabalho onde os alunos podem construir e programar seus próprios robôs, controlando-os por meio de softwares especializados (SILVA, 2009).

Silva *et al.* (2015) enfatiza que a robótica educacional quando trabalhada com a disciplina de Matemática pode trazer grandes contribuições no processo de ensino, pois possibilita diversas práticas relacionadas ao estudo dos conteúdos matemáticos, que quando aliados ao interesse do estudante, pode favorecer na obtenção de uma aprendizagem significativa.

Alves (2016) afirma que a utilização da RE no processo de ensino e aprendizagem propicia aos estudantes o desenvolvimento de habilidades que muitas vezes não são adquiridas

facilmente em aulas tradicionais. Tais habilidades incluem a organização, responsabilidade, capacidade de solucionar problemas, raciocínio lógico, discussão e exposição de ideias, além da criatividade. Ademais, é importante destacar que o trabalho em equipe enriquece as atividades, otimiza o tempo de execução e permite a monitorização das tarefas (ALVES, 2016).

Diante dos resultados obtidos pelos estudantes maranhenses em avaliações de desempenho nacionais e internacionais; da contribuição da robótica educacional na formação do protagonismo e do desenvolvimento de habilidades; da importância da utilização de novas metodologias para a melhoria da motivação dos estudantes, além da relevância da contextualização dos conteúdos para uma aprendizagem significativa, este trabalho consiste em um estudo de caso com o propósito de analisar a aplicabilidade e as potencialidades da robótica educacional como ferramenta pedagógica no ensino de Matemática.

1.2.1 Trabalhos relacionados

O estudo realizado por Torres (2022) em uma instituição escolar em Huancavelica, Peru, com alunos da sexta série do ensino fundamental mostrou que a robótica, juntamente com o trabalho em equipe, melhorou significativamente a capacidade de resolução de problemas matemáticos. Foi também identificado o desenvolvimento de outras habilidades como a comunicação e a capacidade de resolver situações-problemas.

Oliveira *et al.* (2022) realizou um estudo com 26 estudantes do 5º ano do ensino fundamental, no município de Santa Rita, no Maranhão, e constatou que é possível desenvolver o pensamento computacional na matemática com o estudo da robótica. A pesquisadora observou que houve uma melhora significativa na aprendizagem de conteúdos matemáticos como divisão, frações e interpretação e resolução de situações-problemas.

Lima (2016) desenvolveu um estudo com alunos do 1º ano do ensino médio, para analisar a aprendizagem colaborativa no estudo de Química por meio da RE. Ele observou que os experimentos realizados com protótipos robóticos despertavam interesse nos estudantes, que se relacionavam colaborativamente na tentativa de entender os fenômenos presenciados, desta forma os conteúdos eram naturalmente abordados. Tal situação permitiu ao pesquisador reconhecer que houve uma melhora no comportamento social dos estudantes, principalmente no que se refere à forma de agir e de se posicionar, atuando como protagonistas no processo de ensino.

Para analisar a literatura existente vinculada a esta área de estudo, foi conduzida uma pesquisa bibliográfica utilizando a base de dados disponível no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Segundo

Nascimento e Feitosa (2020) o Portal Periódicos da CAPES é reconhecido como uma das principais ferramentas *online* para pesquisas acadêmicas, desempenhando um papel essencial ao facilitar o acesso à vasta literatura científica e tecnológica mundial.

Esta pesquisa bibliográfica foi realizada em abril de 2024 com o propósito de identificar a quantidade de pesquisas relacionadas à robótica no município de Rosário - MA nos trabalhos publicados no intervalo de 2014 a 2024. É importante ressaltar que fizeram parte dos resultados todos os estudos apresentados pelo portal, em qualquer idioma, incluindo teses, artigos, dissertações e livros, sem exceções. As palavras pesquisadas não se limitaram a títulos ou assuntos, podendo ser encontradas em quaisquer campos do texto, inclusive no nome dos autores.

Na procura por trabalhos relacionados, foram utilizados os seguintes filtros:

- Busca Avançada
- Tipo de material: Todos os itens (dissertações, livros, periódicos e artigos)
- Idioma: Qualquer idioma
- Data de publicação: Últimos 10 anos

No quadro 01 é possível observar a quantidade de trabalhos encontrados no Portal de Periódicos da CAPES, de acordo com o filtro de busca utilizado.

Quadro 01: Quantidade de trabalhos encontrados no Portal de Periódicos da CAPES

FILTROS DE BUSCA	RESULTADOS ENCONTRADOS
Robótica	3813
Robótica; ensino	234
Robótica; ensino de matemática	79
Robótica; Maranhão	01
Robótica; ensino de matemática; Maranhão	Nenhum registro encontrado
Robótica; Rosário	12
Robótica; ensino de matemática; Rosário	Nenhum registro encontrado

Fonte: Autor (2024)

Observa-se que foram encontrados 01 (um) resultado na pesquisa com os filtros de busca robótica e Maranhão, e 12 (doze) resultados na pesquisa com os filtros robótica e Rosário, porém vale destacar que tanto Maranhão quanto Rosário identificados nas pesquisas constituem nomes de pessoas, instituições e/ou lugares não relacionados ao estudo, portanto os resultados foram desconsiderados. Desta forma, pode-se afirmar que no Portal de Periódicos da CAPES não foram encontrados estudos relacionados ao tema e à localidade em questão, evidenciando

que este estudo é inédito e que pode oferecer informações importantes para futuras investigações.

1.3 A questão de pesquisa

Após a identificação das áreas de pesquisa e do problema envolvendo aprendizagem em matemática com uso da robótica, a referida pesquisa se norteia pela seguinte questão de investigação: *“A robótica educacional pode potencializar a aprendizagem em Matemática?”*

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Analisar a aplicabilidade e as potencialidades da robótica educacional como ferramenta pedagógica no ensino de Matemática.

1.4.2 Objetivos específicos

- Aplicar as estratégias didáticas de robótica no ensino e aprendizagem de Matemática;
- Analisar o aprendizado dos alunos em Matemática com a aplicação das estratégias didáticas de robótica educacional
- Averiguar o estímulo motivacional dos alunos por meio das estratégias didáticas de robótica aplicadas ao estudo de Matemática;
- Analisar a inserção da colaboração em sala de aula na construção do conhecimento.

1.5 Visão geral metodológica

O objetivo deste tópico é apresentar a visão metodológica da pesquisa. Desta forma, no quadro 02 pode ser observado o detalhamento metodológico, os passos da pesquisa e os métodos utilizados.

Quadro 02: Visão geral metodológica.

VISÃO GERAL METODOLÓGICA			
Passos	Descrição	Métodos	Instrumentos
1	Pesquisa bibliográfica	Pesquisa e leitura de trabalhos publicados.	<i>Internet, notebook, sites: periódicos CAPES, Scielo, Google Acadêmico.</i>
2	Planejamento das aulas e elaboração das entrevistas e avaliações.	Realizar o planejamento das aulas e elaborar o plano da disciplina, os questionários de entrevistas e as avaliações.	<i>Internet, notebook, componentes eletrônicos, livros, BNCC, materiais recicláveis, provas de desempenho em Matemática.</i>
3	Listagem e aquisição dos materiais	Listar materiais e calcular as quantidades necessárias para construção dos robôs; fazer pesquisas orçamentárias e efetuar a compra.	Lojas e <i>sites</i> de compras <i>online</i>
4	Solicitação de autorização para realizar o estudo na escola C.E. Professor Joaquim Santos, seleção dos alunos, realização da entrevista e da avaliação diagnóstica	Serão entregues aos gestores os documentos necessários para autorização do estudo com os alunos. A inscrição dos alunos e aplicação do primeiro questionário e da avaliação diagnóstica	Termo de autorização para realização do estudo, ficha de inscrição, questionário e avaliação impressos em folha A4
5	Realização das aulas teóricas e práticas	As aulas serão realizadas no turno de aula, e no contraturno, de acordo com a disponibilidade dos alunos e da instituição.	<i>Notebook, smartphone, datashow, quadro branco, marcador de quadro branco, internet, componentes eletrônicos, robôs, materiais recicláveis, caneta, papel.</i>
6	Aplicação da avaliação comparativa e da entrevista com professores e alunos	A avaliação comparativa e os questionários para professores e alunos serão aplicados no fim do estudo.	Avaliação e questionários em formulário eletrônico (Google Forms) ou impressos em folha A4.
7	Apuração dos resultados obtidos	Correção das avaliações, análise dos questionários e comparações dos resultados.	<i>Internet, notebook, questionários e avaliações.</i>
8	Submissão do artigo em revista	Escolher revista de Qualis B2, ou superior, e submeter artigo para publicação.	<i>Internet e notebook.</i>

9	Desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso	Escrita da dissertação.	Questionários, entrevistas, <i>internet</i> , <i>smartphone</i> , <i>notebook</i> e sites: periódicos CAPES, Scielo, Google Acadêmico.
10	Defesa	Defesa da dissertação.	<i>Internet</i> , <i>notebook</i> , <i>datashow</i> , apresentação em <i>slides</i> , dissertação

Fonte: Autor (2024)

A princípio serão efetuadas as pesquisas bibliográficas sobre o assunto e a análise dos trabalhos existentes. No segundo passo serão feitos o planejamento das aulas e a elaboração das entrevistas e avaliações. O planejamento das aulas será desenvolvido com base na construção de robôs e na BNCC do 1º ano do Ensino Médio, do componente curricular Matemática. Serão elaborados também três entrevistas: Primeiro Questionário e Último Questionário com alunos, e Questionário para Profissionais de educação; e duas avaliações, sendo elas, uma diagnóstica e uma comparativa.

A primeira entrevista terá como propósito conhecer melhor o estudante, e conterá perguntas como: nome, idade, gênero, acesso a tecnologias, conhecimentos sobre tecnologias, e questões relacionadas ao interesse pelo estudo da Matemática e da robótica. A avaliação diagnóstica terá como objetivo verificar o conhecimento prévio do aluno sobre os conteúdos selecionados, e a avaliação comparativa, verificar e comparar a aprendizagem dos estudantes após a conclusão das aulas. Ambas serão elaboradas com base em avaliações de desempenho em Matemática.

No terceiro passo será feita a listagem dos componentes necessários para a construção dos robôs pelos alunos, bem como o cálculo da quantidade de cada componente, e do valor a ser investido, com base em pesquisas orçamentárias em lojas físicas e *sites* de compras *online*.

No quarto passo serão providenciados os procedimentos de autorização do estudo na escola CEPJS, a seleção dos alunos e a realização da entrevista e da avaliação diagnóstica. Serão entregues ao(s) gestor(es) os termos de autorização para desenvolvimento do estudo, bem como os demais documentos que forem solicitados. Autorizado o estudo, iniciam-se a seleção dos estudantes e a aplicação do primeiro questionário e da avaliação diagnóstica.

No quinto passo, as aulas teóricas e práticas serão ministradas. Os alunos terão duas aulas de 50 minutos semanalmente, em um dia da semana, no turno vespertino. Poderão também ocorrer aulas no turno matutino, quando houver disponibilidade dos alunos e da instituição, totalizando 30 horas/aula. Durante as aulas práticas, os alunos, divididos em grupos de até 6 participantes, construirão 04 (quatro) robôs: Carro Autônomo, Garra Robótica; Robô Seguidor

de Linha e o Robô Time. Com eles será possível explorar diversos conceitos matemáticos, como gráficos de funções, plano cartesiano, pares ordenados, média aritmética, formas geométricas, áreas e medidas, além de ângulos e lei dos cossenos.

Concluídas as aulas, o sexto passo consiste na aplicação da avaliação comparativa e do questionário de entrevista com profissionais de educação e alunos. Como forma de verificar o aprendizado, os estudantes responderão a uma avaliação com base nos mesmos conteúdos matemáticos e nível de dificuldade da avaliação diagnóstica, para a partir da comparação das notas, ser analisada a evolução e o aprendizado. Os aprendizes também participarão de uma entrevista escrita, para compartilhar as experiências obtidas. Eles responderão a perguntas sobre expectativas, resultados, influência na escolha de profissões e estudos posteriores; percepções sobre o trabalho colaborativo, interesse pelos estudos e permanência na escola.

Na entrevista com profissionais de educação, eles terão a oportunidade de dar sugestões e de fazer críticas sobre o estudo, bem como partilhar as percepções comportamentais dos alunos participantes, como mudança no interesse, notas e habilidades adquiridas em outras disciplinas.

No sétimo passo será efetuada a apuração dos resultados de forma quali-quantitativa. Tais resultados serão expressos com uso de gráficos e/ou tabelas. Nos demais passos, o pesquisador responsável pelo estudo dará continuidade a escrita do trabalho de conclusão de curso, submissão e publicação de artigo em revista de Qualis B2, ou superior, e defesa da dissertação. Na figura 01 é possível observar o fluxograma do percurso metodológico das atividades desenvolvidas com os participantes.

Figura 01: Fluxograma do percurso metodológico



Fonte: Autor (2024)

1.6 Metodologia

Este trabalho é classificado como estudo de caso, de caráter exploratório e de abordagem mista. Segundo Bahia *et al.* (2023, p. 5965) “o estudo de caso corresponde a um método imersivo de pesquisa que visa à exploração de um objeto bem delimitado, que pode ser uma realidade, uma organização, ou situação-problema”. Desta forma, o estudo de caso possibilita ao pesquisador aprofundar os conhecimentos sobre o que está sendo estudado, sobre o que acontece em determinados contextos e fenômenos (BAHIA, 2023).

Para Gil (2008), os principais objetivos da pesquisa exploratória são esclarecer, desenvolver e alterar ideias e definições, considerando a apresentação de situações e problemas que podem ser alvos de estudos futuros, além de fornecer uma visão geral sobre o fato em estudo. Gil esclarece que as pesquisas exploratórias “habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso” (GIL, 2008, p. 27).

Segundo Creswell (2007), o método misto combina, em um único estudo, dados de natureza qualitativa e quantitativa. A pesquisa quantitativa considera um conjunto de objetos de investigação que podem ser comparados por meio de indicadores numéricos (MUSSI *et al.*, 2019). Para Oliveira *et al.* (2019) a pesquisa qualitativa tem como base a interpretação e o significado dos fatos observados, considerando a especificidade e a realidade dos sujeitos da pesquisa. Diferente da pesquisa quantitativa, “a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.” (OLIVEIRA *et al.*, 2019, p.7)

1.7 Estrutura organizacional da pesquisa

A pesquisa será estruturada em mais 6 capítulos, além do capítulo 1 já descrito. O segundo capítulo abordará a fundamentação teórica, explorando tópicos cruciais para o estudo, como metodologias ativas, pensamento computacional, robótica educacional e aprendizagem colaborativa. Em seguida, o capítulo 3 apresentará o estudo experimental. No capítulo 4, os resultados serão apresentados com base nas análises das avaliações e entrevistas realizadas pelos alunos e profissionais da educação. O capítulo 5 trará as análises e discussões da pesquisa. As limitações do estudo e sugestões para futuras pesquisas serão discutidas no capítulo 6 e por fim, a conclusão no sétimo capítulo.

1.8 Cronograma de execução

O desenvolvimento da pesquisa contará com o seguinte planejamento de atividades apresentado na Quadro 03:

Quadro 03: Cronograma de execução

PASSOS	ATIVIDADES	2023/2024													
		A B R I	M A I	J U N	J U L	A G O	S E T	O U T	N O V	D E Z	J A N	F E V	M A R	A B R	M A I
1	Pesquisas bibliográficas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2	Planejamento das aulas e elaboração das entrevistas e avaliações.	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
3	Listagem e aquisição dos materiais		x	x	x	x									
4	Solicitação de autorização para realizar o estudo na escola C.E. Professor Joaquim Santos, seleção dos alunos, realização da entrevista e da avaliação diagnóstica				x										
5	Realização das aulas teóricas e práticas					x	x	x	x	x					
6	Aplicação da avaliação comparativa e da entrevista com professores e alunos									x	x				
7	Apuração dos resultados obtidos						x	x	x	x	x				
8	Submissão do artigo em revista													x	
9	Desenvolvimento do Trabalho de conclusão de Curso	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
10	Defesa														x

Fonte: Autor (2023).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Metodologias Ativas

As metodologias ativas são descritas por Pereira (2012) como métodos de estruturação do aprendizado, ou estratégias de ensino, em que o foco principal está no aluno. Isso refuta a ideia de que apenas o professor tem o papel intelectual predominante e que os livros didáticos são as únicas fontes de conhecimento na sala de aula.

Segundo Santos (2020) as metodologias ativas são consideradas uma ferramenta motivadora que favorece positivamente a reflexão e a ação diante de desafios interessantes apresentados por essas experiências inovadoras e variadas no processo de aprendizagem. Ao utilizá-las, novas ideias são estimuladas, facilitando assim a reflexão sobre as práticas de ensino.

Considerando o exposto, é relevante destacar alguns métodos:

2.1.1 Aprendizagem baseada em problemas

A Aprendizagem Baseada em Problemas, também chamada de PBL (*Problem Based Learning*), é uma metodologia educacional que se concentra na aprendizagem significativa através da resolução de problemas.

Para Bacich e Moran (2018) a aprendizagem baseada em problemas, em sua amplitude, sugere uma estrutura que não se limita a uma única disciplina, mas sim atravessa diferentes

áreas de conhecimento, organizada em torno de temas, habilidades e problemas diversos, com níveis crescentes de complexidade, desafiando os alunos a compreendê-los e resolvê-los através de atividades individuais e em grupo. Cada tema de estudo é transformado em um problema a ser discutido.

2.1.2 Aprendizagem baseada em projetos.

Segundo Masson (2012) a metodologia da aprendizagem baseada em projetos foi originada em 1900, quando o filósofo John Dewey (1859 - 1952) validou a ideia de “aprender mediante o fazer”, de forma a valorizar, questionar e contextualizar a habilidade de pensar dos estudantes de forma progressiva para adquirir conhecimentos. Essa abordagem envolve resolver situações reais por meio de projetos relacionados aos conteúdos de estudo, visando o desenvolvimento físico, emocional e intelectual dos alunos com uso métodos experimentais.

2.1.3 Estudo de caso

Segundo Santos e Castaman (2022) neste método, o professor cria e apresenta aos aprendizes uma situação-problema baseada em cenários reais ou próximos da realidade, que requer uma tomada de decisão de alguém diretamente envolvido com o problema. Nesta metodologia é importante que os alunos já tenham adquirido conhecimento sobre o conteúdo do estudo de caso, para que não haja necessidade de buscar informações adicionais.

2.1.4 Sala de aula invertida

Para Santos e Castaman (2022) a sala de aula invertida, ou *flipped classroom* é um método que sugere uma mudança na abordagem tradicional de ensino. Nele, o aluno revisa o material teórico em casa antes das aulas presenciais, dedicando o tempo em sala de aula para esclarecer dúvidas e aprofundar o conhecimento. É um método que oportuniza o aprendiz a ser protagonista da sua aprendizagem.

2.1.5 Aprendizagem entre pares ou times

Segundo Santos e Castaman (2022) a *peer instruction* ou aprendizagem por pares é uma metodologia ativa desenvolvida em 1991, nos Estados Unidos, por Eric Mazur durante as aulas de física na Universidade de Harvard. Na metodologia *peer instruction* ou *team based learning*, os alunos são divididos em duplas ou grupos para compartilhar ideias e discutir o conteúdo estudado. Dessa forma, o conhecimento é construído coletivamente, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de argumentação dos estudantes.

Segundo Pischetola e Miranda (2021) a utilização das metodologias ativas pode ser enriquecida com a incorporação das tecnologias da informação e comunicação. Isso fica evidente na forma como as tecnologias digitais não só ampliam, mas também reforçam o aspecto inovador dessas estratégias.

Nesse contexto, pode-se considerar que as metodologias ativas surgem como uma alternativa promissora no ensino da Matemática, principalmente quando associada com a robótica. A RE aliada à Matemática propõe uma mudança no método tradicional de ensino, com o aluno assumindo o papel central em seu próprio processo de aprendizagem. Desta forma, os estudantes podem ganhar mais autonomia na construção do conhecimento.

2.2 Pensamento computacional, mundo digital e cultura digital

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) propôs um conjunto de habilidades computacionais que devem ser desenvolvidas na educação básica, organizada nos seguintes eixos: pensamento computacional, mundo digital e cultura digital.

Segundo Brasil (2021), o pensamento computacional engloba a capacidade de compreender, analisar, delinear, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas resoluções de forma ordenada e consistente. Isto é conseguido através do desenvolvimento da capacidade de criar e ajustar algoritmos, utilizando os princípios da computação para impulsionar e melhorar a aprendizagem, bem como fomentar o pensamento criativo e crítico em diversas esferas do conhecimento. (BRASIL, 2021)

O mundo digital abrange uma variedade de dispositivos e recursos, tanto físicos (como computadores, *smartphones*, *tablets*) quanto virtuais (como *internet*, redes sociais, *softwares*, armazenamento em nuvem). Ter uma compreensão do mundo digital implica compreender o conceito de informação e reconhecer a relevância da sua preservação e segurança. Além disso, envolve ter conhecimento sobre a utilização de códigos para representar diversos dados, bem como métodos para processar, transmitir e distribuir informações de forma segura e confiável. (BRASIL, 2021)

A Cultura Digital engloba um conjunto de aprendizagens focadas na participação consciente e democrática por meio das tecnologias digitais. Isto implica compreender os impactos da revolução digital e dos seus avanços na sociedade atual, bem como desenvolver uma postura crítica, ética e responsável em relação à diversidade de meios de comunicação e conteúdos digitais, e aos variados usos das tecnologias existentes. Além disso, requer a capacidade de usar a tecnologia digital com fluência para propor soluções e expressões culturais contextualizadas e críticas. (BRASIL, 2021)

2.3 Robótica Educacional (RE)

A Robótica Educacional é definida por Chella (2002) como um ambiente formado por computadores, componentes eletrônicos, eletromecânicos e programação onde o aluno, ao integrar esses elementos, cria e programa dispositivos automatizados, visando explorar várias áreas do conhecimento.

Zilli (2004) defende que a RE é um recurso tecnológico bastante interessante e rico no processo de ensino-aprendizagem, que contempla o desenvolvimento integral do aprendiz ao oferecer uma atividade dinâmica que permite a construção do conhecimento de maneira cultural, ajudando-o, enquanto cidadão, a desenvolver habilidades de autonomia, independência e responsabilidade.

Neste contexto a RE traz grandes benefícios ao ensino, pois é vista, segundo Cardozo (2017) como um recurso lúdico com capacidade de aprimorar a dinâmica de ensino-aprendizagem, especialmente em disciplinas que envolvem raciocínio lógico e matemático. Além de envolver os aprendizes em atividades criativas e de interação social, a RE também estimula o interesse por temas relacionados à ciência e tecnologia.

Para Andriola (2021) a utilização da RE pode enriquecer a experiência de ensino e a forma como os alunos aprendem, pois envolve a prática de criar, refletir e aprimorar ideias, além de experimentar diferentes hipóteses. Teixeira *et al.* (2018) destaca que as vantagens da robótica educacional são continuamente corroboradas e disseminadas em diversas publicações, o que permite que os alunos se aproximem da tecnologia e enfrentem novos desafios. Neste contexto, ela se enquadra como um recurso relevante no aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

2.3.1 Conjuntos de robótica educacional

A Robótica Educacional faz uso de um conjunto de elementos tecnológicos, assim destacam-se a plataforma Arduino e a plataforma LEGO *Mindstorms*. Segundo (Ferreira 2016) a plataforma Arduino se destaca como uma opção mais atrativa para o ensino de robótica a estudantes do ensino médio e superior, visto que permite a realização de projetos mais elaborados do que os oferecidos pelo LEGO *Mindstorms*. Além disso, apresenta um custo inicial mais acessível, é facilmente encontrado no mercado e conta com ampla literatura em língua portuguesa (FERREIRA, 2016).

Segundo Guilhon e Fonseca (2023) o Arduino, plataforma desenvolvida para simplificar a prototipagem de projetos interativos, é muito popular entre entusiastas, estudantes e profissionais que trabalham com eletrônica, robótica e automação. Sua facilidade de uso e

capacidade de conectar uma variedade de dispositivos eletrônicos o tornam ideal para a criação de projetos interativos em ambientes educacionais e de automação.

Ferreira (2016) afirma que o Arduino aborda princípios de eletrônica e estimula os alunos a desenvolverem habilidades criativas, promovendo o autodesenvolvimento e a pesquisa sobre novas tecnologias relacionadas à plataforma. Essa característica é fundamental para os educadores, pois lhes permite variar seus experimentos e aplicações de maneira progressiva, acompanhando as tendências tecnológicas e até mesmo expandindo o conteúdo para cursos mais especializados e avançados. (FERREIRA, 2016)

Seguindo esse pensamento, entende-se que o uso de LEGO se torna comum quando o ensino da robótica é voltado para crianças, pois o processo de ensino-aprendizagem é baseado em montagem e programação, sem exigir conhecimento prévio de eletrônica. Por outro lado, quando há a inserção de microcontroladores como o Arduino, o conhecimento pode ser ampliado de forma a considerar as teorias de eletrônica, tornando uma abordagem mais técnica e atrativa.

2.4 Colaboração e aprendizagem colaborativa

Sendo a colaboração descrita como a união de esforços direcionados para alcançar um objetivo comum de um grupo, ela é vista como um elemento contribuidor do aprendizado no contexto escolar (VREEDE *et al.*, 2009).

So e Brush (2008) declaram que a aprendizagem colaborativa é uma forma de interação entre indivíduos em processo de aprendizado. No estudo realizado, eles observaram que a aprendizagem colaborativa contribuiu positivamente para a satisfação dos alunos com curso o qual eles estavam realizando, e que a presença social é um importante fator na aprendizagem colaborativa, destacando que o vínculo emocional entre os estudantes foi fortalecido durante os encontros o que melhorou a aprendizagem e a automotivação dos aprendizes.

Borssoi *et al.* (2021) perceberam que quando os alunos realizaram atividades em grupo houve mais interatividade, isto é, os alunos ouviam uns aos outros, compartilhavam ideias, negociavam e aprendiam juntos, considerando a importância do outro como colaborador. Foi evidenciado por estes autores a importância da colaboração, uma vez que a interação com os membros do grupo e a negociação permitiram que os alunos obtivessem um aprimoramento na compreensão mútua e alcançassem resultados mais coerentes.

3 ESTUDO EXPERIMENTAL

Neste capítulo, será apresentada a metodologia escolhida para desenvolvimento do trabalho. Desta forma, aqui serão descritos todos os passos da pesquisa, detalhando também os quatro experimentos trabalhados com os alunos durante a oficina de Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica.

O estudo inicia pelas pesquisas bibliográficas que consideram artigos publicados em sites como Scielo, CAPES e Google Acadêmico. Após a realização das primeiras pesquisas, foi feito uma análise de quais conteúdos matemáticos são possíveis de serem trabalhados com o uso de robôs.

Os robôs escolhidos foram: robô Carro Autônomo, robô Seguidor de Linha, Robô Time e robô Garra Robótica. Os conteúdos matemáticos foram escolhidos considerando a BNCC do Ensino Médio. Em seguida foi elaborado o plano de ensino da oficina (APÊNDICE A).

No Quadro 04 estão descritos o funcionamento dos robôs e os conteúdos matemáticos abordados.

Quadro 04: Descrição dos robôs

ROBÔS	CONTEÚDO MATEMÁTICO ABORDADO
Seguidor de Linha A operação do robô é centrada na habilidade de seguir linhas escuras. Isso é possível porque ele conta com o circuito LM393 que recebe informações dos fotoresistores e aciona os motores. Assim, o circuito faz a comparação das tensões e regula a direção do robô.	Gráficos de funções, plano cartesiano, pares ordenados, média aritmética, formas geométricas, áreas e medidas.
Garra Robótica A garra robótica possui em suas articulações o micro servo 9g SG90. O acionamento dos servos motores ocorre quando o eixo do potenciômetro é rotacionado, o que permite que ocorra uma variação de posição no eixo dos servos, podendo variar entre 0 a 180 graus.	Medidas, ângulos e lei dos cossenos.
Robô Time O Arduino é o elemento responsável pelo controle do Robô Time, que é programado para percorrer uma trajetória específica por um período definido.	Gráficos de funções, plano cartesiano, pares ordenados, média aritmética, formas geométricas e áreas e medidas.
Carro Autônomo O robô Carro Autônomo possui a habilidade de seguir um trajeto livre. Isso é possível porque o robô possui um sensor ultrassônico capaz de detectar obstáculos físicos, enviando dados lógicos ao microcontrolador que, por sua vez, aciona as rodas do robô para seguir, girar ou parar.	Gráficos de funções, plano cartesiano, pares ordenados, média aritmética, formas geométricas e áreas e medidas.

Fonte: Autor (2024)

No Quadro 05 estão descritas as competências específicas da disciplina de Matemática para o ensino médio, de acordo com a BNCC, trabalhadas durante a oficina. As habilidades das respectivas competências estão detalhadas no plano de ensino (APÊNDICE A).

Quadro 05: Competências e habilidades da BNCC trabalhadas durante a oficina

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES ESPECÍFICAS DE MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO
Competência 1 - <i>Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.</i> Habilidades trabalhadas: EM13MAT101, EM13MAT102 e EM13MAT103
Competência 2 - <i>Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.</i> Habilidades trabalhadas: EM13MAT201
Competência 3 - <i>Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.</i> Habilidades trabalhadas: EM13MAT302, EM13MAT307, EM13MAT308 e EM13MAT3016
Competência 4 - <i>Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático.</i> Habilidades trabalhadas: EM13MAT405 e EM13MAT408.
Competência 5 - <i>Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.</i> Habilidades trabalhadas: EM13MAT501, EM13MAT506 e EM13MAT510.

Fonte: Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018)

A partir da escolha dos robôs deu-se início à listagem, orçamento e aquisição dos materiais necessários (APÊNDICE B). As pesquisas orçamentárias foram realizadas em lojas físicas e sites de compras *online*, tendo como fatores determinantes o menor preço e a agilidade na entrega. Os recursos materiais necessários para o estudo foram disponibilizados pelo pesquisador e pela escola CEPJS. Após a aquisição dos materiais o estudo segue para o início da oficina de Aprendizagem em Matemática com uso da Robótica.

3.1 Oficina de Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica

O estudo busca obter resultados com o menor grau de incerteza possível, para isso a escolha por alunos do primeiro ano do Ensino Médio traz menor probabilidade de eles possuírem experiência prévia em estudos relacionados à RE.

Foram ofertadas 18 vagas para a oficina. Esse quantitativo de vagas foi definido devido à disponibilidade de materiais, por questões estruturais da instituição e maior facilidade de gerenciamento. Os participantes foram selecionados por meio de um processo de autoinscrição, no qual os alunos interessados se voluntariaram para participar do estudo.

Os alunos inscritos, inicialmente responderam ao primeiro questionário (APÊNDICE C), e a avaliação diagnóstica (APÊNDICE D). O questionário teve duração de trinta minutos e avaliação diagnóstica teve duração de uma hora e quarenta minutos.

Durante a oficina os alunos receberam aulas e instruções para montagem dos robôs. As aulas abordaram assuntos direcionados à robótica, explorando os conteúdos da eletrônica básica, lógica de programação e montagem de robôs, seguindo os passos do material de apoio Robótica & Educação (APÊNDICE E).

Para o melhor desenvolvimento das aulas, foram formados três grupos, cada um com 6 alunos. A Equipe A, ficou responsável pelo desenvolvimento do robô Carro Autônomo; a Equipe B, da Garra Robótica; e a Equipe C, do Robô Seguidor de Linha e do Robô Time.

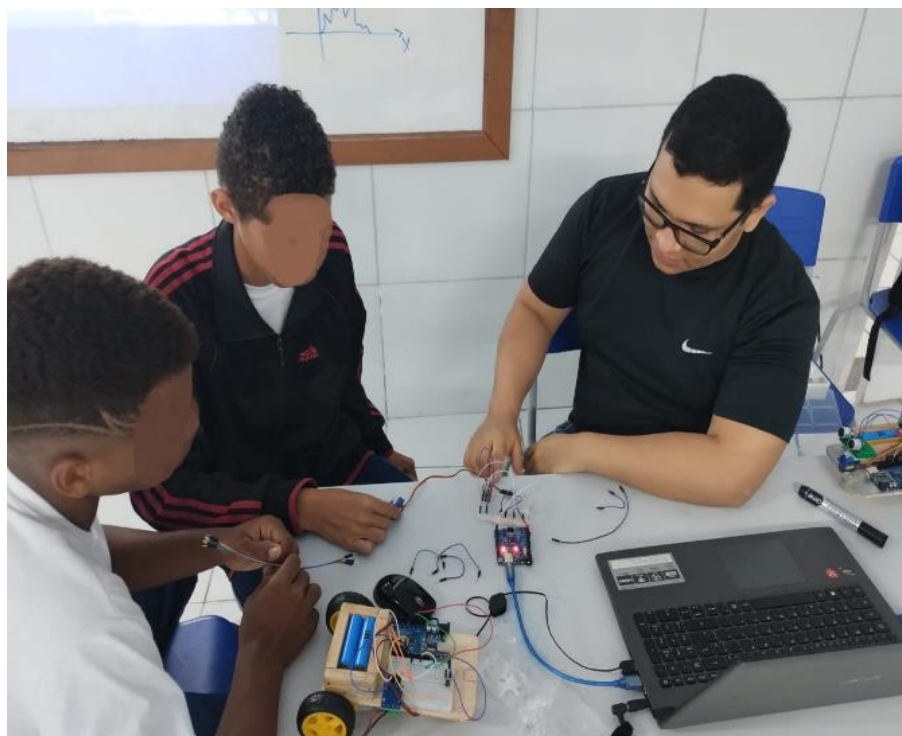
Na formação dos grupos foram selecionados seus respectivos líderes. O pesquisador buscou como critério os alunos com melhores rendimento na disciplina de Matemática, além de considerar características pertinentes para a função, que inclui a habilidade de boa comunicação. Observe os alunos realizando a montagem dos robôs na figura 02 e a gravação do *sketches* do Arduino na figura 03.

Figura 02: Alunos realizando a montagem dos robôs



Fonte: Autor (2023).

Figura 03 Alunos realizando a gravação do *Sketches* do Arduino.

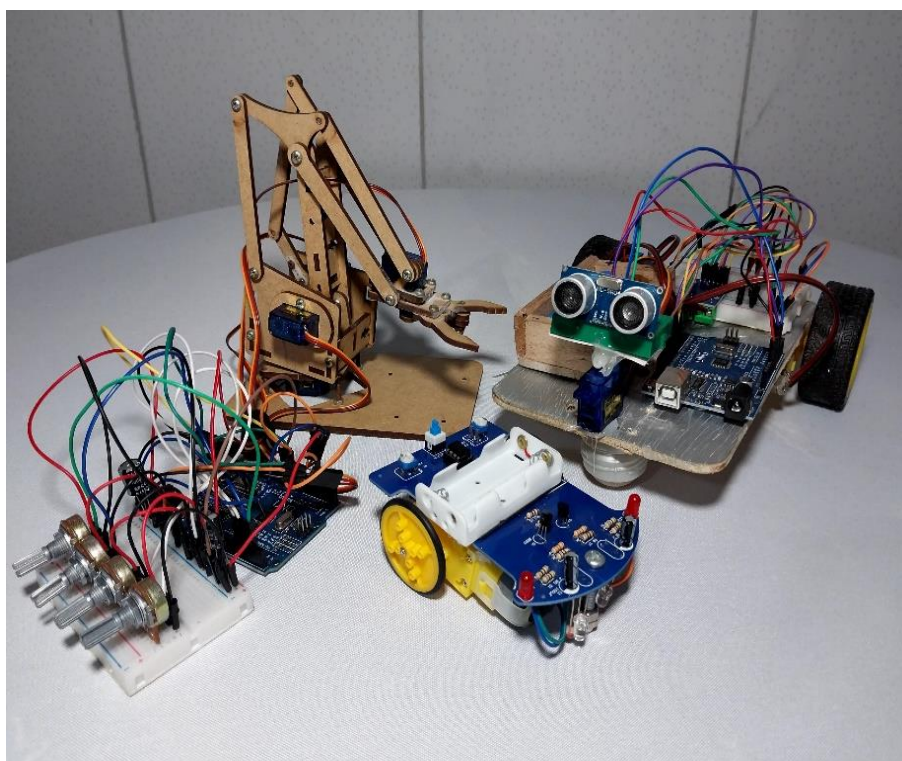


Fonte: Autor

No decorrer da oficina, as aulas foram divididas em teoria e prática, sendo vinte a trinta minutos de explanação teórica e instruções, e cerca de uma hora e dez minutos para práticas.

A fase experimental segue as instruções do material Experimentos (APÊNDICE F) e considera o uso de cada robô para um tipo de atividade específica dentro da abrangência dos conteúdos destacados na pesquisa. Na figura 04 pode ser observado os robôs desenvolvidos durante o estudo.

Figura 04: Robôs construídos pelos alunos.



Fonte: Autor (2023)

O material Experimentos descreve os passos seguidos pelos participantes. O Experimento I é aplicado com o propósito de analisar os eventos que envolvem o estudo da matemática com uso da robótica, aplicando os principais elementos da estatística. O Experimento II objetiva abordar conceitos de função e gráficos de funções. O Experimento III traz conceitos de formas geométricas, áreas e perímetros. E por fim, o Experimento IV envolve conceitos de relações entre ângulos e lei dos cossenos.

Observe o detalhamento dos experimentos abaixo:

3.1.2 Experimento I

Para o Experimento I foi utilizado o Robô Time, que é um robô programado para percorrer um percurso durante um tempo determinado. Seguindo a ordem do pesquisador, os alunos realizaram o preparo do ambiente para ativação do robô.

Após o pressionamento do botão *start*, o robô percorreu um determinado trajeto, sendo o tempo do percurso registrado pelos participantes até a parada do robô. Esse passo foi repetido 5 vezes, e em seguida, os participantes registraram os dados em uma tabela, seguindo com o cálculo da média aritmética das amostras obtidas. Em seguida, os participantes discutiram sobre o experimento para responder ao questionário I. Observe a figura 05.

Figura 05: Alunos realizando o Experimento I



Fonte: Autor (2023)

3.1.3 Experimento II

No Experimento II foram utilizados dois robôs: o Robô Time e robô Carro Autônomo. Esse experimento foi dividido em três procedimentos: A, B e C. O procedimento A teve o propósito de abordar assuntos de gráficos de funções, permitindo que os alunos tenham a possibilidade de aprender conceitos de plano cartesiano, pares ordenados e funções.

Figura 06: Alunos realizando o Experimento II, procedimento A



Fonte: Autor (2023)

O procedimento B, por sua vez, faz uso de ambos os robôs. Nesta etapa, os alunos cronometraram o tempo que cada um dos robôs levou para percorrer um metro. Após os registros e a comparação dos tempos, os alunos calcularam a média aritmética, conforme solicita a segunda questão do questionário II.

Figura 07: Alunos realizando o Experimento II, procedimento B



Fonte: Autor (2023)

No procedimento C os alunos trabalharam conceitos de função da reta, fazendo o comparativo entre o experimento e um problema contextualizado, conforme solicita a quinta questão do questionário II.

3.1.4 Experimento III

Neste experimento os participantes fizeram uso do robô Seguidor de Linha. Aqui os alunos puderam conhecer as formas geométricas e solucionar questões de medidas, áreas e perímetros.

Nos procedimentos, os alunos desenharam as formas geométricas solicitadas e realizaram a resolução do questionário III, medindo e calculando a área das figuras.

Figura 08: Alunos realizando o Experimento III.



Fonte: Autor (2023)

3.1.5 Experimento IV

O robô utilizado no experimento IV foi o robô Garra Robótica. Neste experimento os alunos modificavam a posição do robô por 5 vezes e realizaram medições dos ângulos formados em cada articulação do robô, por meio dos dados obtidos, e seguiram para resolução do questionário IV, que aborda as análises de eventos que envolvem ângulos e lei dos cossenos.

Figura 09: Alunos realizando o Experimento IV



Fonte: Autor (2023)

Na última aula, os alunos responderam ao questionário final (APÊNDICE G) que teve duração de 30 minutos e à Avaliação Comparativa (APÊNDICE H) com duração de uma hora e 40 minutos. É importante destacar que a avaliação comparativa foi realizada individualmente, sem consulta ou ajuda de terceiros. Na entrega do questionário final os alunos receberam as instruções para preenchimento das informações de forma imparcial, de modo a não influenciar ou induzir as respostas dos alunos, passando apenas as informações relacionadas a forma de preencher os dados.

No fechamento da oficina, os alunos apresentaram os projetos trabalhados durante o período, em uma culminância para toda a escola. E em seguida os professores e gestores da instituição puderam contribuir participando da entrevista com profissionais da educação (APÊNDICE I), deixando sugestões e críticas, além de partilharem suas percepções sobre estudo.

Figura 10: Alunos apresentando os projetos na culminância.



Fonte: Autor (2023)

4 RESULTADOS

4.1 Entrevista – Primeiro Questionário

Foram selecionados inicialmente 18 alunos, porém foi considerado apenas o número de alunos que realizaram todas as avaliações e questionários, sendo desconsideradas a participação dos estudantes que tiveram mais de 25% de falta, desistiram ou que não participaram das atividades. Sendo assim, participaram ativamente de todas as etapas do estudo 10 alunos do 1º ano do ensino médio.

O primeiro questionário foi composto por 10 questões com o objetivo de conhecer melhor os estudantes como nome, idade, gênero, cor ou raça, acesso a tecnologias, conhecimentos sobre programação e componentes eletrônicos, e motivos que levaram a participar do estudo Aprendizagem em Matemática com o Uso da Robótica, como mostrado a seguir:

1- Qual o seu nome?

A primeira questão objetiva identificar os participantes. A identidade dos estudantes será

preservada, cumprindo o disposto no Termo de Autorização de Pesquisa (APÊNDICE J). Desta forma, identificaremos os estudantes pelas letras do alfabeto: A, B, C, D, sequencialmente.

2- Qual a sua idade?

30% dos estudantes responderam que possuíam 15 anos; 40% responderam que possuíam 16 anos; e 30% responderam que possuíam 17 anos.

3- Qual o seu gênero? ☐ Masculino ☐ Feminino ☐ Outro ☐ Prefiro não identificar

60% afirmaram ser do sexo masculino e 40% do sexo feminino.

4- Como você classifica sua cor ou raça?

☐ Branca ☐ Preta ☐ Amarela ☐ Parda ☐ Indígena ☐ Outra. Qual? _____

40% afirmaram ser pardos; 30% afirmaram ser amarelos, 20% afirmaram ser brancos e 10% afirmaram ser pretos.

5- Você possui smartphone? ☐ Sim ☐ Não

60% afirmaram possuir smartphones e 40% afirmaram não possuir.

6- Você possui ou tem contato com computador ou notebook?

☐ Sim ☐ Não ☐ Raramente

90% dos estudantes responderam não possuir ou não ter contato com computador ou notebook, e 10% declararam ter raramente acesso ao aparelho.

7- Você tem acesso à internet? ☐ Sim ☐ Não ☐ Raramente

90% dos estudantes responderam ter acesso a internet, e 10% afirmaram não possuir acesso.

As perguntas 5, 6 e 7 possibilitaram mensurar o contato dos estudantes com as principais tecnologias. Podemos afirmar então, que a maioria dos entrevistados não possuem contato com

computadores, mas tem smartphones e acesso à internet.

8- Você tem ou já teve contato com os componentes eletrônicos do quadro abaixo?

Componente	Sim	Não	Nunca ouvi falar
Arduino			
Capacitor			
Resistor			
Ponte H			
Protoboard			

- Arduino: 30% nunca ouviram falar sobre, e 70% não têm ou não tiveram contato com o componente.
- Capacitor: 30% nunca ouviram falar sobre, 10% têm ou já tiveram contato e 60% não tem ou nunca tiveram contato com o componente.
- Resistor e protoboard: 30% nunca ouviram falar sobre, 10% têm ou já tiveram contato e 60% afirmaram que não têm ou nunca tiveram contato com os componentes.
- Ponte H: 30% nunca ouviram falar sobre, 20% têm ou já tiveram contato e 50% não têm ou nunca tiveram contato com o componente

9- Você conhece alguma das linguagens de programação citadas abaixo?

Linguagem de Programação	Sim, sou programador.	Sim, mas nunca programei.	Não conheço.
C#			
C++			
C			
Python			
Java			
JavaScript			
PHP			

Outra: _____

Na nona questão, 10% dos estudantes afirmaram ter contato com a linguagem Java, mas nunca programaram, e 90% afirmaram não conhecer essa linguagem. Sobre as demais linguagens, 100% dos alunos as desconhecem. Nenhum dos entrevistados afirmou conhecer outro tipo de linguagem de programação.

10- Por que você escolheu participar da disciplina Aprendizagem Colaborativa em Matemática com Uso da Robótica?

- ☐ Afinidade
- ☐ Curiosidade
- ☐ Vontade de aprender mais sobre robótica
- ☐ Vontade de aprender matemática
- ☐ Indicação ou sugestão de amigos
- ☐ Para escolha de estudos futuros e/ou da profissão

Outro: _____

Nesta pergunta alguns estudantes marcaram mais de uma opção. 50% responderam participar do estudo por possuir vontade de aprender robótica; 40% para escolha de estudos futuros e/ou profissão; 50% por vontade de aprender matemática; e 20% por curiosidade. Um entrevistado declarou escolher participar do estudo por “falta de opção”, mas não justificou a resposta, não informou as opções de estudo desejadas ou o motivo que o obrigou a fazer tal escolha, uma vez que a participação no estudo não era obrigatória.

Após as análises, pode-se concluir que o público participante possui entre 15 e 17 anos, sendo a maioria dos estudantes do sexo masculino, autodeclarados pardos e amarelos, que embora tenham acesso à internet, possuem pouco acesso a tecnologias como computadores e *smartphones*, com pouco ou nenhum conhecimento sobre componentes eletrônicos básicos e linguagem de programação. As principais motivações para participar do estudo foram o interesse em aprender robótica e matemática e a possibilidade de ampliar conhecimentos para usá-los em estudos futuros ou escolha profissional.

4.2 Avaliações

Os estudantes fizeram duas avaliações: Avaliação Diagnóstica e Avaliação Comparativa.

O desempenho dos participantes nas avaliações foi classificado pelo nível de proficiência de acordo com o Quadro 06:

Quadro 06: Classificação dos níveis de proficiência

CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE PROFICIÊNCIA	
NÍVEIS	PORCENTAGEM DE ACERTOS
NÍVEL 1	0% a 20%
NÍVEL 2	30% a 40%
NÍVEL 3	50% a 60%
NÍVEL 4	70% a 80%
NÍVEL 5	90% a 100%

Fonte: Autor (2023)

Quanto maior for a porcentagem de acertos, maior será o nível de proficiência, e consequentemente, melhor o resultado. Ou seja, os estudantes que acertaram até 20% da prova ficarão no Nível 1; os que acertaram 30% ou 40%, ficarão no Nível 2, e assim sucessivamente.

4.2.1 Avaliação Diagnóstica

A Avaliação Diagnóstica possui 10 questões extraídas de avaliações de desempenho da educação básica, tendo como base as questões do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do ENEM. As questões foram selecionadas de acordo com a BNCC do 1º ano do ensino médio, do componente curricular Matemática. A Avaliação Diagnóstica foi aplicada antes do início das aulas e tem como objetivo principal mensurar o nível de conhecimento prévio dos estudantes em relação aos conteúdos que serão trabalhados no decorrer do estudo. Veja no Quadro 07 as questões aplicadas e o quantitativo de acertos obtidos.

Quadro 07: Avaliação Diagnóstica- Desempenho

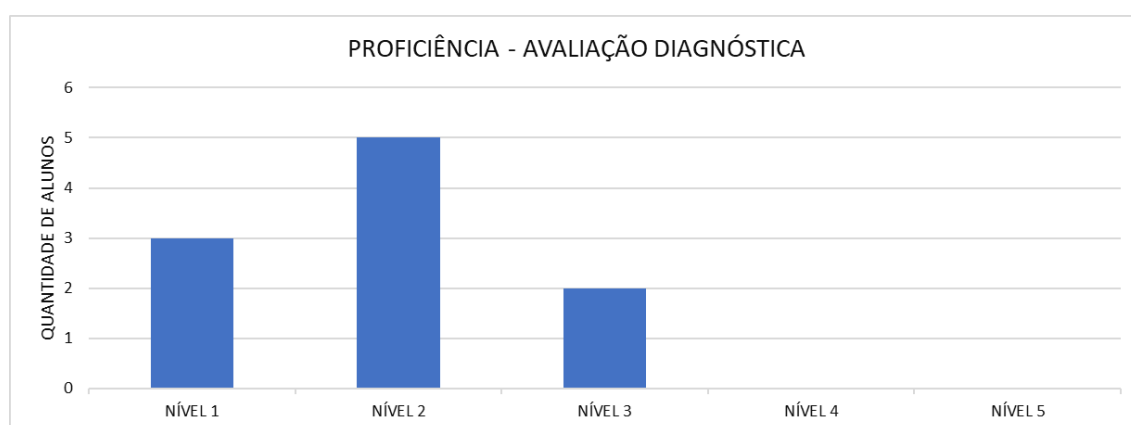
AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA - DESEMPENHO											
QUESTÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Aluno A				X	X	X		X	X	X	6
Aluno B		X		X	X	X				X	5
Aluno C			X	X					X	X	4
Aluno D		X			X		X				3
Aluno E		X		X						X	3
Aluno F				X			X			X	3
Aluno G						X	X				2
Aluno H	X									X	2
Aluno I		X		X							2
Aluno J	X					X				X	3
TOTAL	2	4	1	6	3	4	3	1	2	7	33

Fonte: Autor (2023)

Observando o Quadro 07, pode-se concluir que a questão 10 obteve a maior quantidade de acertos, o que compreende 70% dos participantes, e as questões 3 e 8 tiveram o menor quantitativo de acertos, apenas 10% dos estudantes acertou cada uma das questões. A média aritmética de acertos foi 3,3.

O desempenho dos alunos na Avaliação Diagnóstica, de acordo com os níveis de proficiência, está expresso no Gráfico 1.

Gráfico 1: Proficiência- Avaliação Diagnostica



Fonte: Autor (2023)

O Gráfico 1 mostra que 3 três alunos alcançaram o nível 1; 5 alunos alcançaram o nível 2, e 2 alunos alcançaram o nível 3. Nenhum dos participantes alcançou o nível 4 ou 5.

4.2.2 Avaliação Comparativa

Esta avaliação tem como objetivo avaliar a aprendizagem e habilidades adquiridas nas aulas de robótica educacional. A Avaliação Comparativa foi elaborada seguindo como parâmetro a Avaliação Diagnóstica, possuindo assim 10 questões, todas extraídas de avaliações de desempenho da educação básica, tendo como base as questões do SAEB e ENEM, principalmente, e outras avaliações de desempenho. Algumas questões foram modificadas para adequarem-se melhor às práticas realizadas. O Quadro 08 mostra o desempenho dos alunos na Avaliação Comparativa. Veja abaixo as questões aplicadas e o quantitativo de acertos obtidos.

Quadro 08: Avaliação Comparativa - Desempenho

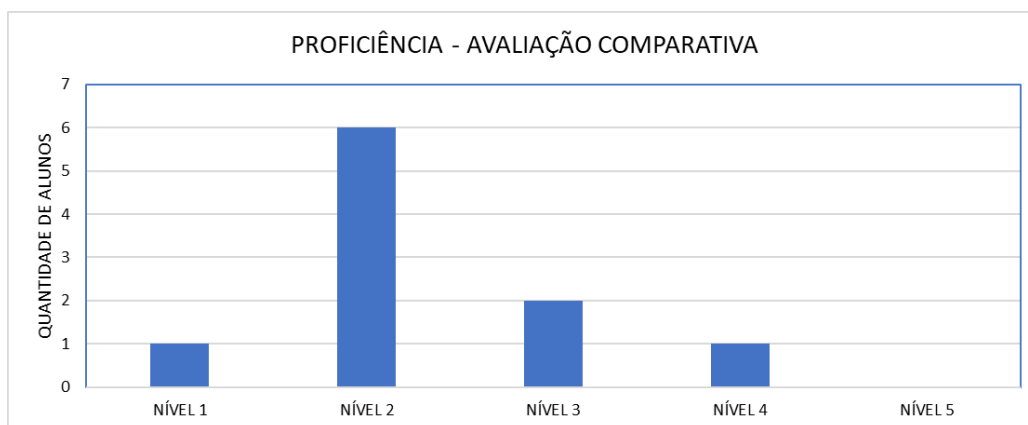
AVALIAÇÃO COMPARATIVA - DESEMPENHO											
QUESTÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Aluno A	X	X		X	X	X		X			6
Aluno B		X		X	X			X			4
Aluno C		X	X	X	X		X	X		X	7
Aluno D	X			X		X				X	4
Aluno E	X				X			X			3
Aluno F	X		X	X	X				X		5
Aluno G	X		X		X						3
Aluno H				X		X		X	X		4
Aluno I			X		X						2
Aluno J	X				X			X			3
TOTAL	6	3	4	6	8	3	1	6	2	2	41

Fonte: Autor (2023)

Nesta avaliação, observa-se que a questão 7 obteve a menor taxa de acertos (10%) e a questão 5, a maior (80%). A média aritmética de acertos foi 4,1.

O desempenho dos alunos na Avaliação Comparativa, conforme os níveis de proficiência, está descrito no Gráfico 2.

Gráfico 2: Proficiência - Avaliação comparativa



Fonte: Autor

O Gráfico 2 mostra que 1 aluno alcançou o nível 1; 6 alcançaram o nível 2; 2 alcançaram o nível 3, e 1 aluno alcançou o nível 4. Nenhum dos alunos participantes alcançou o nível 5.

4.3 Questionário Final – Alunos

O Questionário Final foi o último questionário aplicado com alunos e teve como objetivo dá-los oportunidade para compartilhar as experiências e percepções sobre o estudo realizado. O questionário possui dezessete questões de maioria objetivas. As treze primeiras questões foram apresentadas em um quadro, no qual deveria ser marcada a opção que melhor representa a opinião do aluno. Foram desconsideradas as respostas que tiveram nenhuma ou mais de uma marcação.

Veja a seguir o quantitativo de respostas nas primeiras treze questões:

Nº	Pergunta	Não, discordo totalmente.	Não, discordo parcialmente.	Neutro	Sim, concordo parcialmente.	Sim, concordo totalmente.	Quantidade total de respostas
1	O estudo contribuiu para o seu aprendizado em matemática?	1		1	4	4	10
2	O estudo ajudou você a perceber melhor a aplicação da matemática no dia a dia?			1	4	5	10
3	Você teve dificuldades para resolver os problemas matemáticos propostos pelo professor?	2		1	5	2	10
4	Você realizou todas as atividades propostas pelo professor?		1	1	4	4	10
5	Você frequentou todas as aulas?			3	2	4	9
6	Na sua opinião as aulas práticas de robótica tiveram um grau de dificuldade adequado?	1	1	2	3	2	9
7	Foi possível aprender os conteúdos da robótica / eletrônica?	1	2	1	3	3	10
8	Você teve dificuldade na montagem dos circuitos?			3	3	2	8
9	Foi possível aprender sobre os componentes eletrônicos (arduino, protoboard, capacitor, resistor) utilizados no estudo?		1	3	4	1	9
10	Na sua opinião, seria importante se a robótica fosse utilizada no ensino de outras disciplinas?	1	2	1	3	2	9
11	O trabalho em equipe facilitou o seu aprendizado?			2	4	4	10
12	Você teve dificuldade em trabalhar em equipe?	5	1	1	1		8
13	Na sua opinião, o estudo seria mais proveitoso se as atividades fossem realizadas individualmente?	5	1	1	3		10

A maioria dos alunos declarou que o estudo contribuiu para o aprendizado em Matemática e na sua aplicação no dia a dia. A maioria dos alunos concordou que tiveram dificuldade para resolver problemas matemáticos propostos pelo professor e também declararam que frequentaram todas ou quase todas as aulas e realizaram as atividades propostas. Vale ressaltar que foram eliminados do estudo os estudantes que tiveram mais de 25% de falta ou que não participaram das atividades.

A maior parte dos estudantes consentiu que apesar de ter tido dificuldades para montar os circuitos, as aulas práticas tiveram um nível de dificuldade adequado e que foi possível aprender os conteúdos da robótica e da eletrônica, além de concordar que seria importante se a robótica fosse utilizada no ensino de outras disciplinas. Quanto à aprendizagem colaborativa, as respostas apontaram que o trabalho em equipe facilitou o aprendizado, que não houve dificuldades em lidar com o grupo de estudo e não seria mais proveitoso se as atividades fossem realizadas individualmente.

14 - O que motivou você a permanecer no estudo Aprendizagem em Matemática com o Uso da Robótica?

- ☐ a possibilidade de aprender matemática
- ☐ a possibilidade de aprender robótica
- ☐ os colegas da equipe
- ☐ outro motivo: _____

A questão 14 permitiu que os alunos marcassem mais de uma resposta. A opção “a possibilidade de aprender matemática” foi a mais escolhida, com 5 marcações, seguida da opção “possibilidade de aprender robótica” com 4 marcações. Em “outro motivo” os alunos escreveram as seguintes respostas:

Aluno B: “recuperar pontos na matéria de matemática”.

Aluno C: “e ganhar mais pontos”

Aluno F: “e também pra melhora mais meu desempenho”

A opção “os colegas da equipe” não obteve marcações.

15 – Sobre sua profissão e perspectivas profissionais, responda:

- a) Você trabalha? ☐ Não ☐ Sim, sou _____
- b) Atualmente, qual área de estudo ou profissão você pretende seguir?
 - ☐ Pretendo ser _____
 - ☐ Pretendo fazer curso técnico em _____
 - ☐ Pretendo fazer faculdade de _____
 - ☐ Pretendo fazer cursos rápidos ou profissionalizantes
 - ☐ Não pretendo estudar
 - ☐ Não pretendo trabalhar
 - ☐ Outro. _____
- c) Antes de participar do estudo Aprendizagem em Matemática com o Uso da Robótica você pretendia seguir qual área de estudo ou profissão? _____
- d) O estudo contribuiu de alguma forma na sua escolha? ☐ Não ☐ Sim. Como?

A questão 15 está relacionada à escolha profissional. No item A, 6 alunos responderam que não trabalham, e 4 afirmaram que exercem atividades profissionais, sendo elas, babá,

mecânico, ajudante de pedreiro e peixeiro.

No item B, as profissões atualmente pretendidas foram as de engenheiro, neurocirurgião, veterinário, empresário, policial civil e advogado, sendo este último escolhido por dois alunos. 4 alunos declararam que pretendiam fazer cursos técnicos, destes, 3 escolheram o curso de informática e 1 enfermagem.

Sobre as faculdades, 1 escolheu enfermagem, 1 escolheu fazer a faculdade para ser investidor, e 2 escolheram medicina. 5 alunos declararam pretender fazer cursos rápidos ou profissionalizantes. As opções “não pretendo trabalhar”, “não pretendo estudar” e “outro”, não obtiveram respostas.

Sobre o item C, as respostas foram, empresário, policial civil, policial militar, neurocirurgião, engenheiro, direito, robótica, nenhuma, e dois alunos escreveram que não sabiam qual área de estudo ou profissão pretendiam seguir antes de participar do estudo.

No item D, dois alunos declararam que o estudo não contribuiu na escolha da profissão e 8 alunos declararam que sim. Alguns complementaram como foi essa contribuição:

Aluno A: “Sim, ele fez eu ter dúvidas sobre a minha profissão.”

Aluno C: “Sim, aprendi mais sobre a matemática e entre outras coisas.”

Aluno F: “Sim, eu pude perceber que a matemática está envolvida em quase tudo.”

Aluno H: “Sim, eu aprendi mais, sei mais sobre a matemática.”

Aluno I: “Sim, contribuiu no meu aprendizado na matemática e me ajudou em cálculo.”

Com base nas respostas subjetivas do item D, talvez tenha ocorrido algum equívoco no entendimento do item, o que faz entender que os alunos responderam sobre a contribuição do estudo na aprendizagem de matemática, e não sobre a contribuição do estudo na escolha da profissão.

16 – De 1 a 5, qual nota você daria para o seu nível de satisfação com o estudo realizado?

- (1) – totalmente insatisfeito
- (2) – parcialmente insatisfeito
- (3) – indiferente / neutro
- (4) – parcialmente satisfeito
- (5) – totalmente satisfeito

Na questão 16, 1 aluno respondeu que estava totalmente insatisfeito; 1, parcialmente insatisfeito; 6, parcialmente satisfeito, e 2, totalmente satisfeito.

17 – Comente um pouco sobre a sua experiência com o estudo.

A questão 17 obteve as seguintes respostas:

Aluno A: “Eu aprendi muita coisa de matemática no estudo da robótica e me ajudou bastante no meu aprendizado.”

Aluno B: “Eu no começo tive uma experiência ruim porque eu não sabia basicamente nada sobre robótica, mais depois fui aprendendo mais e mais até chegar na apresentação final para toda a escola”

Aluno C: “Eu estou satisfeita aprendi algumas coisas, me diverti também e conheci novas pessoas novas contas então é isso.”

Aluno D: “Foi muito bom, agradeço muito ao professor.”

Aluno E: “Uma rotina cansativa que dar dor de cabeça para aprender pois a sala tem muito barulho e dificulta o insino durante a aula mais aprende bastante.”

Aluno F: “Eu aprendi várias coisas sobre robô sobre sistema criação de casas blutufe como fazer ele andar medição de tempo e eu aprender percebe que quase tudo envolver matemática”

Aluno G: “Foi bom ter convivido com essa experiência.”

Aluno H: “Foi bom pois aprender mais sobre matemática.”

Aluno I: “Foi bastante interessante, trabalhamos em equipe para facilitar o conteúdo, claro, tivemos algumas falhas erros, mas isso é normal, montamos, fizemos cálculos que nunca tinha visto que me ajudou em meu dia a dia.”

Aluno J: “No início, eu fiquei com medo, mais o professor ele falou muito bem, entendi tudo! E eu gostei de participar da eletiva. Entendi muitas coisas sobre robô.”

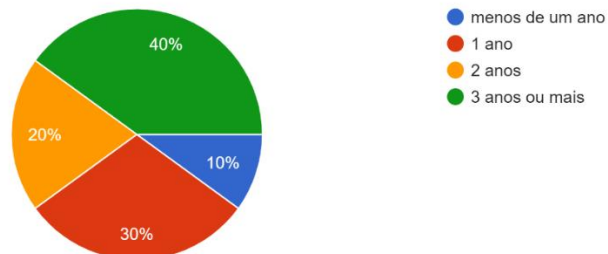
4.4 Questionário – Profissionais de educação

Este questionário tem como objetivo obter informações sobre as percepções dos profissionais de educação da escola Centro de Ensino Professor Joaquim Santos em relação ao estudo Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica. Ele permitiu que os entrevistados expressassem opiniões e sugestões e relatassem se o estudo teve algum impacto no desempenho, comportamento ou interesse dos estudantes em outras disciplinas.

Participaram da pesquisa 10 profissionais de educação, sendo eles: um gestor geral, um gestor auxiliar, um supervisor, um tutor de atendimento educacional especializado e seis professores. Eles responderam às seguintes questões:

1 - Há quanto tempo você trabalha na escola Centro de Ensino Professor Joaquim Santos?

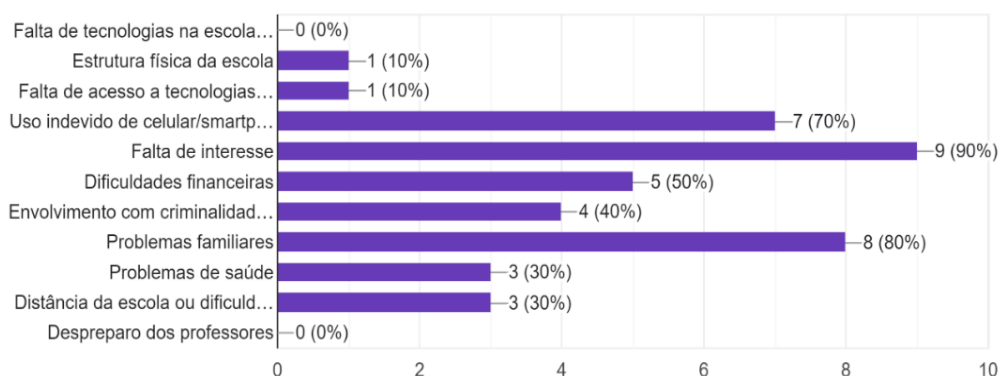
10 respostas



A primeira questão teve o propósito de conhecer melhor os entrevistados e saber o nível de conhecimento que eles têm acerca da realidade vivenciada na escola. Entende-se que quanto mais tempo o entrevistado atua na instituição, mais conhecimento ele terá sobre ela, os eventos ocorridos e mudança de comportamentos da comunidade escolar. Todos os entrevistados acompanharam e conhecem o estudo realizado. 90% responderam que possuem 1 ano ou mais, aumentando a confiabilidade da pesquisa.

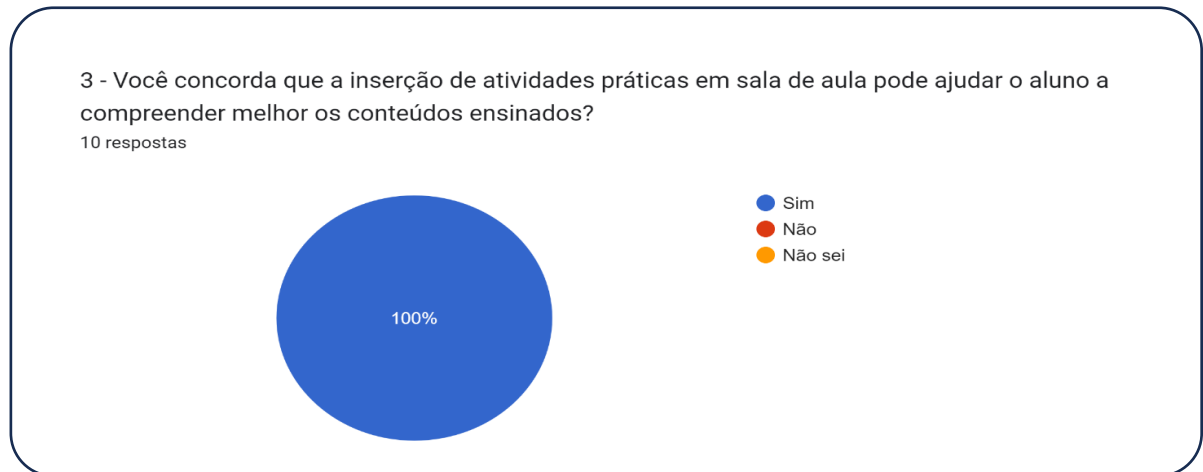
2 - Em sua opinião, qual os principais problemas enfrentados pelos estudantes do C. E. Prof. Joaquim Santos que prejudicam o processo de aprendizagem?

10 respostas



Essa questão possibilitou mais de uma resposta. As opções que obtiveram mais respostas foram: falta de interesse dos estudantes, selecionada por 90% dos entrevistados; problemas familiares, selecionada por 80%; uso indevido de celular ou *smartphone*, selecionada por 70%, seguida por dificuldades financeiras, selecionada por 50%, e envolvimento com a criminalidade

ou uso de drogas, selecionada por 40% dos entrevistados. Essas repostas podem ajudar a entender o grande quantitativo de evasões e faltas observadas, uma vez o estudo foi iniciado com 18 alunos e terminou com apenas 10.



Nesta questão todos os entrevistados responderam que concordam que a inserção de atividades práticas em sala de aula pode ajudar o aluno a compreender melhor os conteúdos ensinados.

Nas demais questões os profissionais expressaram opiniões positivas sobre o estudo e relataram suas percepções. A seguir estão as questões de número 04 a 08, juntamente com as respostas dos entrevistados. Vale destacar que foi respeitada a integridade das respostas, ou seja, sem modificação ou correções, mesmo contendo erros gramaticais ou de digitação evidentes, comuns em formulários *online*.

4 - Você considera importante o estudo da robótica na escola? Por quê?

10 respostas

“Sim. Acredito que a robótica, por ser algo diferente e tecnológico, pode melhorar o interesse dos estudantes”

“Sim. Além de desenvolver habilidades cognitivas, estimula a criatividade e desperta interesse numa área profissional a ser seguida no futuro.”

“Sim. Porque por meio deste estudo os alunos possam se sentir incentivados a pensar de forma criativa, eficiente e prática.

“Sim! Pois proporciona ao aluno uma visão mais ampla da respectiva área que o mesmo deseja seguir, além de tornar as aulas mais dinâmicas e interativas.”

“Sim. Porque leva o estudante a analisar, refletir e propor soluções a problemas observados no cotidiano.”

“Sim, pois propicia aos alunos um aprendizado voltado à prática e o conhecimento em uma área tão importante e atual.”

“Sim, porque o estudo da robótica leva o aluno a desenvolver habilidades que ajudarão a melhorar o desempenho em todos os outros componentes curriculares, como atenção, resolução de problemas, raciocínio lógico, pesquisa, compreensão, investigação, criatividade, bem como habilidades socioemocionais, fundamentais para a vida em sociedade.”

“É importante, o contexto tecnológico da quarta revolução industrial passa por esse tema, que está cada vez mais presente no cotidiano, nada mais coerente para estudar e saber a dimensão de como as coisas funcionam, seja qual for o setor social.”

“Sim, pois facilita a aprendizagem das disciplinas afins de forma dinâmica e torna as aulas mais interessantes, uma vez que envolve a tecnologia.”

“Sim. Além de despertar a curiosidade dos alunos acerca dessa temática, incentiva à pesquisa e possibilita o desenvolvimento de novas habilidades, tendo como resultado um produto tecnológico.”

5 - Em relação ao estudo APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA COM USO DA ROBÓTICA você percebeu alguma mudança no comportamento dos alunos, no que se refere a participação, interesse, frequência e desempenho? Por favor, comente.

10 respostas

“Percebi que alguns alunos ficaram ansiosos para construir robôs.”

“Sim. O interesse pelo projeto foi visível e houve destaque até para criações individuais. E deixou os alunos mais a vontade com a Matemática, dando-lhe um sentido real.”

“Sim. As aulas eram dinâmicas e divertida, proporcionando mais interações entre os alunos e o professor.”

“Sim, os alunos, socializam, interagem, e são assíduos.”

“Sim. Os alunos que participaram do projeto demonstraram maior interesse, e consequentemente maior desempenho no componente de Matemática. Nota-se que esses estudantes são mais observadores e questionadores.”

“É facilmente perceptível o desenvolvimento dos alunos ao longo das atividades propostas.”

“Sim, os alunos demonstram mais autonomia, falam com mais propriedade sobre os assuntos abordados, se aproximam mais do professor e consequentemente aprendem mais.”

“em relação a participação, frequência e desempenho, ainda está muito modesto as mudanças, o que é normal no atual contexto inicial, para a questão de interesse, foi maior na forma e na utilização nos trabalhos escolares, o que tem potencial de melhora constante.”

“Sim, ouve uma mudança positiva em relação a esses aspectos apontados em todos os alunos que de fato participaram do estudo.”

“Sim. Os estudantes ficavam mais concentrados e entretidos nas produções. Observamos ainda, que houve um melhor rendimento dos alunos envolvidos nesse projeto a cada atividade estabelecida.”

6 - Em algum momento você ouviu os alunos comentarem sobre o estudo? Se sim, o quê?

10 respostas

“Sim, ouvi algumas vezes os alunos conversarem sobre a construção dos robôs, sobre a dificuldade de aprender o nome e as funções dos materiais”

“Vários. Após a apresentação dos resultados, vários alunos disseram que querem participar do projeto.”

“Sim que estavam gostando.”

“Sim, que é uma forma diferente de aprender matemática”

“Sim. Os objetivos que deveriam atingir no desenvolvimento do projeto.”

“Sim. Comentaram que querem se aprimorar mais na área”

“Comentam como é intensamente a produção final do estudo, que não imaginavam que seriam capazes de construir os robôs e o quanto aprenderam com a construção.”

“sim, alguns grupos fizeram um projeto parecido, o que tem total relação com os elementos robóticos com arduino e programação.”

“Sim, principalmente em relação aos momentos de estudos no contraturno, sobre a preparação para as aulas.”

“Sim. Geralmente, comentários positivos e de muito entusiasmo.”

7 - A Matemática é uma disciplina considerada complexa para muitos estudantes. Você tem alguma sugestão para melhorar o aprendizado dos estudantes em Matemática? Qual(is)?

10 respostas

“Acredito que todos os professores, principalmente os de matemática, devem ensinar os alunos de forma que eles percebam a aplicabilidade dos conteúdos no dia a dia. Explicar o porquê de estudar tais conteúdos, onde, quando e como eles podem ser aplicados no cotidiano.”

“Atividades mais dinâmicas e concretas, onde o aluno possa fazer uso do que aprende em sala de aula no seu cotidiano, na vida.”

“Acredito que o primeiro passo seja os alunos se interessarem pela disciplina.”

“Não”

“Sim. Fazer os alunos refletirem sobre os problemas reais que vivenciarem no dia a dia.”

“Fazer a conexão entre a teoria e a prática. Dizer aos alunos onde eles irão utilizar aquele conhecimento, para que eles entendam que os assuntos abordados em sala de aula têm utilidade, ou na vida prática ou na profissão que eles irão escolher.”

“Desde as séries iniciais os estudantes deveriam ter professores de matemática formados na área; Relacionar os conteúdos abordados com as vivências dos alunos; Formação de grupos de estudos para o reforço de habilidades não desenvolvidas”

“a matemática faz muito sentido se aplicada em contexto com outros componentes curriculares, lembro bem que todos os exemplos de cálculos avançados tinha aplicações físicas e químicas, o que auxilia no reforço da conscientização e importância desses estudos.”

“Continuar a implementação de aulas práticas, trazer os conceitos matemáticos para a aplicação no cotidiano.”

“Sim. O ensino precisa ser mais dinâmico e significativo, levando em consideração os estilos de aprendizagem dos estudantes.”

8 - Você tem alguma sugestão, crítica ou elogio para o estudo citado? Comente.

10 respostas

“Sim, ele foi ofertado só para os estudantes, deveria ser ofertados para os professores também”

“O professor Rodolfo Rivelino está de parabéns pela iniciativa. A escola só tem a agradecer pelo seu empenho e dedicação. O estudo desenvolvido virou um tema permanente e cada ano supera as metas.”

“Só elogios, pois gostei muito da forma como o professor ministrava as aulas.”

“Muito bom para a aprendizagem dos alunos!”

“A proposta de trabalho/projeto com a robótica é excelente e deve continuar a ser desenvolvida no centro de ensino.”

“Minha sugestão é que você continue com o projeto, pois ele é muito bom e propicia aos alunos aprendizagens significativas. Parabéns e obrigada professor Rodolfo por desenvolver tal projeto na nossa escola!”

“O estudo da robótica na CE Prof Joaquim Santos, modernizou e dinamizou as aulas, trouxe para a escola a cultura maker, o fazer, muito bem conduzido pelo professor Rodolfo, que faz com que os estudantes se sintam capazes e produtivos.”

“excelente proposta, fico na torcida para que os projetos avancem,”

“Ao meu ver, o estudo da robótica no âmbito da escola deve continuar, pois só tem trazido benefícios na aprendizagem do nosso alunado.”

“Tem sido uma experiência extremamente relevante para toda comunidade escolar, uma vez que oportuniza os estudantes, professores, pais de alunos e equipe gestora a conhecimentos inéditos.”

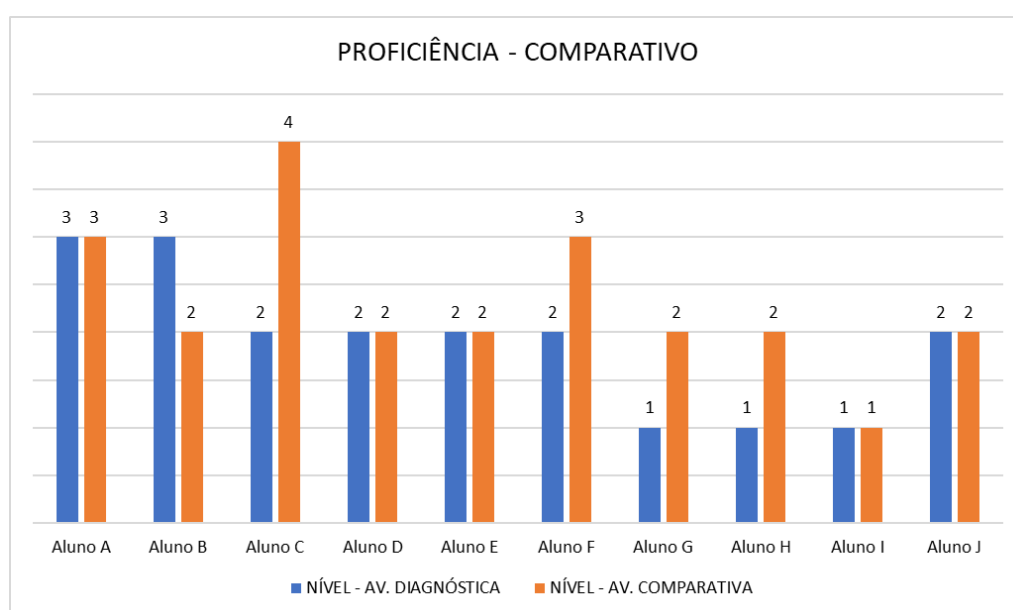
A partir das respostas dos entrevistados pode-se dizer que os profissionais da escola ficaram satisfeitos com o estudo, que reconhecem a importância da robótica na aprendizagem e no desenvolvimento das habilidades dos estudantes.

5 ANÁLISES E DISCUSSÕES

5.1 Comparação entre Avaliação Diagnóstica e Avaliação Comparativa

Comparando os resultados das avaliações Diagnóstica e Comparativa, é possível declarar que houve melhora no nível de aprendizagem de alguns alunos. Observe no gráfico 03 que na Avaliação Comparativa houve um maior quantitativo de acertos quando comparada com a Avaliação Diagnóstica.

Gráfico 03: Proficiência – comparativo



Fonte: Autor (2024)

Os alunos A, D, E, I e J, mantiveram o nível e que o aluno B reduziu o desempenho na avaliação comparativa, descendo do nível 3 para o nível 2. Porém, é importante destacar que o Aluno C teve uma melhora significativa, saindo do nível 2 para o nível 4. Os alunos F, G e H também tiveram melhora no desempenho, elevando um nível na proficiência. Vale destacar que a média de acertos elevou, saindo de 3,3 para 4,1 na avaliação comparativa, o que corrobora com o gráfico das comparações das avaliações, significando que houve uma melhora no desempenho de alguns estudantes e que tal evolução deve ser avaliada.

5.2 Entrevista final com alunos

Na entrevista final os alunos tiveram a oportunidade de compartilhar as percepções sobre o estudo realizado. De acordo com as análises é possível perceber que a maioria dos

alunos declarou que o estudo foi útil para o aprendizado em matemática e no seu uso no cotidiano.

Os estudantes relataram que tiveram dificuldades na montagem dos circuitos e na resolução de problemas matemáticos propostos pelo pesquisador, o que é compreensível, uma vez que eles nunca tiveram contato com a robótica ou programação, que desconheciam os componentes eletrônicos, e que alguns estudantes possuíam dificuldades em conhecimentos básicos de Matemática, como a resolução de operações envolvendo adição, divisão, subtração e multiplicação, por exemplo. A dificuldade de leitura e interpretação de textos também foi evidenciada.

Em relação à escolha de profissão e de estudos posteriores, a entrevista mostrou que o estudo não teve influência significativa na decisão dos participantes, apesar de ter muitas declarações positivas sobre a aprendizagem da matemática.

Porém, a resposta do Aluno A deve ser destacada: “Sim, ele fez eu ter dúvidas sobre a minha profissão.” É importante ressaltar que o Aluno A informou na entrevista que, antes de participar do estudo, pretendia ser engenheiro, mas que atualmente pretende fazer curso técnico em informática. Com a declaração feita por ele, é possível tirar algumas conclusões, uma delas é que o estudo pode ter fortalecido a vocação para seguir a área de tecnologia da informação, tornando a profissão de engenheiro menos atraente. No entanto, se a engenharia pretendida for a engenharia da computação, o estudo pode ter tornado a profissão mais atraente e despertado o interesse de aprender mais e se aprofundar na área, uma vez que não há possibilidades de fazer uma faculdade estando no 1º ano do ensino médio.

Em relação à satisfação, a resposta predominante foi “parcialmente satisfeito”. Apesar de dois estudantes declararem insatisfação, todos mencionaram algum ponto positivo, relatando principalmente que o estudo foi útil no aprendizado da matemática e da robótica, além de proporcionar diversão e oportunidade de construir novas amizades.

5.3 Entrevista com profissionais de educação

Na entrevista com os profissionais de educação o estudo teve boa aceitabilidade. Todos consideraram este estudo importante para a escola e declararam que a robótica pode melhorar o desenvolvimento das aulas tornando-as mais dinâmicas e interativas, de forma a estimular a reflexão e a resolução de problemas cotidianos, além de incentivar na escolha de profissões. Declararam ainda, que estudo pode elevar o desempenho em outras disciplinas desenvolvendo qualidades e habilidades socioemocionais, cognitivas, de raciocinar logicamente, atenção, criatividade, de compreensão e de investigação.

As habilidades citadas estão de acordo com as características dos alunos observadas pelos profissionais após a conclusão da oficina. Eles observaram que o interesse dos estudantes foi notório, que melhorou a interação, socialização, assiduidade, capacidade de observação e autonomia. Foi observado também que os alunos ficaram ansiosos para construir robôs, que se tornaram mais questionadores e falavam com propriedade sobre os assuntos abordados no estudo.

Segundo os profissionais de educação, os estudantes relataram entusiasmo em participar das aulas práticas; dificuldade em aprender as funções e os nomes dos materiais utilizados, e desejo de aprimorar suas habilidades na área tecnológica. Relataram também que alguns alunos mencionaram que não imaginavam ser capazes de construir robôs, e que outros estudantes estavam interessados em participar da oficina de robótica.

Na entrevista, os profissionais ressaltaram a importância da contextualização dos conteúdos ensinados, de forma a mostrar a aplicabilidade da matemática no cotidiano, como sugestão para melhorar o aprendizado em Matemática. Em relação à pergunta sobre sugestões, críticas e elogios, os entrevistados mostraram-se felizes com os resultados. Foi relatado que o estudo modernizou e dinamizou as aulas; implantou a cultura *maker* na escola e oportunizou toda a comunidade escolar a ter conhecimentos inéditos, uma vez que a robótica educacional surgiu com uma inovação na escola. Alguns agradeceram e até parabenizaram o pesquisador.

Sobre críticas e sugestões, os entrevistados sugeriram a continuação do estudo na escola e a oferta da oficina também para os professores. Portanto, diante do resultado da entrevista, pode-se considerar que o estudo foi bem aceito e que trouxe contribuições positivas para a escola e para a comunidade escolar.

5.4 Percepções do pesquisador

Durante as avaliações, foi observado que a maior parte dos alunos demonstrou empenho ao realizar a Avaliação Diagnóstica. Alguns manifestaram ansiedade e comentaram que se sentiam despreparados. Na avaliação comparativa o engajamento foi mais evidente, sendo perceptível a inquietação em busca de melhores resultados.

Nas aulas práticas notou-se que o material de apoio Robótica & Educação, desenvolvido pelo pesquisador, diminuiu bastante as dificuldades dos alunos na montagem dos circuitos e robôs. Observou-se ainda que a perda dos membros das equipes repercutiu negativamente no andamento das atividades propostas. Esta pesquisa considerou apenas os alunos que realizaram todas as avaliações e questionários, excluindo aqueles com mais de 25% de faltas, que

desistiram ou não participaram das atividades práticas. Isso resultou na exclusão de 44% dos alunos do estudo.

Vale lembrar que a evasão dos estudantes é uma das principais preocupações descritas no Plano de Ação Escolar, do CEPJS. Segundo os gestores, a evasão corresponde a uma média anual de 13% dos discentes matriculados e resulta de diversos motivos, sendo o principal deles o financeiro, que leva o aluno e suas famílias a procurarem emprego em outras cidades. Muitos dos alunos enfrentam desafios relacionados à instabilidade financeira e residem em áreas com problemas sociais. Esses desafios acabam dificultando a presença dos alunos na escola e impactam negativamente na amostragem desta pesquisa.

Na apresentação dos projetos foi observado que os alunos tiveram bastante desenvoltura, portanto, receberam muitos elogios dos professores presentes. Alunos que no início do estudo demonstravam desestímulo, timidez e isolamento social, surpreendentemente manifestaram grande autoconfiança durante a apresentação.

Desta forma, considerando as percepções do pesquisador, foi notado em alguns alunos a mudanças de comportamento que incluiu a diminuição da timidez, maior envolvimento nos grupos e melhora da habilidade comunicativa. Essas mudanças foram evidenciadas pela maneira como esses alunos passaram a interagir com os colegas e até mesmo com o pesquisador.

6 LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Para obter melhores resultados em estudos futuros, é importante destacar algumas situações e acontecimentos que podem ter influenciado no desenvolvimento e resultados deste estudo. Vale lembrar que cada local, escola ou amostragem possui suas particularidades, e os problemas evidenciados podem não ocorrer, porém é crucial que eles sejam analisados.

Foi observado que alguns alunos possuíam dificuldade de leitura, escrita e de interpretação de textos, o que demandou uma habilidade maior de gerenciamento de tempo, uma vez que havia necessidade de auxiliar na leitura para o entendimento dos textos das atividades propostas. Essa dificuldade pode ter influenciado negativamente no desempenho das questões das avaliações, principalmente das que possuíam enunciados mais extensos e elaborados.

Os estudantes também possuíam poucos conhecimentos relacionados às tecnologias e pensamento computacional, sendo este estudo o primeiro contato com robótica, componentes eletrônicos e programação. A falta do hábito de usar computadores e *smartphones*, por exemplo,

pode ter tornado mais desafiador o entendimento de linguagem de programação, pesquisas na internet e outras atividades com uso de tecnologias.

Alguns alunos, apesar de estarem no primeiro ano do Ensino Médio, apresentaram pouco domínio em conhecimentos básicos matemáticos o que exigiu mais tempo para trabalhar esses conhecimentos a fim de obter melhores resultados nos conteúdos mais complexos. Ademais, o desconhecimento de assuntos básicos relacionados à Física, como eletricidade, velocidade média, aceleração e mecânica, também pode ter influenciado.

Quando os estudantes foram desafiados a imaginar como aplicar os conteúdos matemáticos nos testes e experimentos, foi observado que muitos mostraram-se inseguros e indecisos sobre a possibilidade da utilização da matemática nas situações presenciadas, o que demonstra que a ausência do hábito de contextualização dos conteúdos pode ter interferido no rendimento das atividades propostas.

A rotatividade e a perda da amostragem da pesquisa são fatores que devem ser previstos e lembrados em estudos futuros. A oficina foi iniciada com 18 alunos, quantitativo baixo devido à disponibilidade de recursos, estrutura da instituição e capacidade de gerenciamento do pesquisador. Porém, alguns estudantes faltavam com frequência, o que resultou na exclusão da participação no estudo. Desta forma, os grupos foram desmembrados, o que exigiu a reorganização das responsabilidades e adaptação em relação à socioafetividade e relacionamento interpessoal.

Os resultados das avaliações apontaram que a robótica trouxe resultados positivos na aprendizagem de matemática. No entanto, para uma análise mais aprofundada da contribuição da robótica educacional, propõe-se que em pesquisas futuras este estudo seja realizado com duas amostras, de forma que em apenas uma, a robótica seja trabalhada.

Vale ressaltar também que a escola não possui laboratórios, nem estruturas apropriadas para aulas de robótica. Ou seja, as práticas eram realizadas nas salas de aulas ou em outras salas quando desocupadas. Os recursos materiais de maior valor financeiro, como *notebook*, projetor multimídia, caixas de som e *smartphones* foram disponibilizados pelo pesquisador, uma vez que a escola carecia destes recursos, principalmente quando as aulas eram realizadas no contraturno.

A disponibilidade de componentes eletrônicos e a fragilidade dos circuitos devem ser levadas em consideração em investigações futuras. Embora as falhas no funcionamento possam proporcionar uma oportunidade para desafiar e estimular a criatividade dos alunos, elas foram percebidas como um obstáculo devido à falta de tempo e de recursos para substituir imediatamente os componentes avariados.

Outro fator que certamente teve grande influência foi o intervalo de tempo entre as aulas, devido a feriados, datas comemorativas e eventos escolares. Em relação à duração da oficina, aumentar a carga horária poderia melhorar o aprendizado e a fixação do conteúdo, gerando resultados mais positivos.

Apesar das limitações, acredita-se que este estudo trazer contribuições para estudos futuros uma vez que nele são apresentados resultados que podem ser melhorados em novas pesquisas.

Os robôs utilizados são ideias de tecnologias que podem favorecer o ensino de tecnologias, matemática, física e de outras disciplinas e auxiliar na aprendizagem significativa dos estudantes, bem como incitar neles o pensamento técnico e computacional, ampliando a visão de mundo para carreiras tecnológicas e estudos posteriores. São protótipos que possuem baixo custo financeiro e que podem ser trabalhados por qualquer profissional de educação, inclusive para os que ainda estão em fase de conclusão do curso superior. Isso significa que as sugestões de robôs, bem como o material de apoio para construção dos protótipos robóticos podem beneficiar não apenas estudantes do ensino básico, mas de discentes do ensino superior das áreas de licenciatura e até de engenharia.

Espera-se que este estudo abra portas para investigações e pesquisas científicas, e que motive a sensibilização de órgãos públicos e privados para melhoria de estruturas institucionais para a utilização da robótica educacional como proposta tecnológica no ensino.

7 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos é possível concluir que o estudo cumpriu com o objetivo de analisar a aplicabilidade e as potencialidades da robótica educacional como ferramenta pedagógica no ensino de Matemática. As estratégias didáticas de Robótica no ensino e aprendizagem de Matemática foram aplicadas durante as aulas práticas e teóricas, e a análise do aprendizado e da colaboração dos alunos foi realizada por meio de avaliações e entrevistas. Os resultados do estudo mostraram que a robótica educacional teve influência positiva no estímulo motivacional dos estudantes.

Apesar de ter enfrentado diversos empecilhos que podem ter interferido no resultado, a pesquisa mostrou que a robótica educacional apresenta boa aplicabilidade no ensino da matemática, tendo a sua importância no desenvolvimento de habilidades e qualidades reconhecida pelos estudantes e por todos os profissionais de educação entrevistados do Centro de Ensino Professor Joaquim Santos.

Logo, é possível responder à pergunta: A robótica educacional pode potencializar a aprendizagem em Matemática? As avaliações diagnóstica e comparativa aplicadas para verificar o nível de aprendizagem em matemática antes e após as aulas mostraram que houve uma melhora no nível de proficiência de 40% dos estudantes. Esse resultado pode ser visto como positivo, considerando as limitações do estudo, que inclui a carga horária reduzida, a perda de 44% da amostra inicial e suas particularidades.

Ademais, não devemos considerar que a aprendizagem deve ser mensurada apenas pelas avaliações, pois foi observado o desenvolvimento de algumas habilidades que podem contribuir indiretamente na aprendizagem da matemática e até mesmo de outras disciplinas.

Algumas das qualidades e habilidades desenvolvidas, segundo os profissionais de educação entrevistados, foram as de aspectos socioemocionais, motivacionais e cognitivas. A criatividade, autonomia e o senso de investigação também foram desenvolvidos.

Segundo os estudantes, as principais contribuições do estudo são: a melhora no aprendizado da matemática e da robótica; a diversão e a construção de novas amizades. Sobre a aprendizagem colaborativa, os resultados das entrevistas mostraram que os alunos reconheceram a importância da colaboração, relatando que o trabalho em equipe facilitou o aprendizado, que não houve dificuldades em lidar com o grupo e que as atividades coletivas foram as mais proveitosas.

Portanto os resultados indicaram que a robótica teve impacto positivo no estudo da Matemática. Propõe-se, para pesquisas futuras a realização de estudos com duas amostras, possibilitando comparar e analisar mais detalhadamente a influência da robótica no desenvolvimento de habilidades. Desta forma, apesar de ter apresentado resultados passíveis de aprimoramento, espera-se que esta pesquisa contribua para investigações futuras, fomentando novos estudos científicos.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLA, W. B. Impactos da robótica no ensino básico: estudo comparativo entre escolas públicas e privadas. **Ciência & Educação**, Bauru, v.27, e21050, p. 1-14, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210050>.
- ALVES, J. V. S. **Robótica Pedagógica, qual sua contribuição no ensino da Matemática?** 2016. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2016.
- BACICH, L; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BAHIA, P. Q. *et al.* A Técnica do Estudo de Caso como Estratégia Metodológica Aplicado na Pesquisa Científica. **Revista Contemporânea**, [S. l.] , v. 6, pág. 5955–5984, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N6-066. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/972>. Acesso em: 24 set. 2023.
- BORSOI, A. H. *et al.* Aprendizagem Colaborativa no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática. **Bolema: Boletim De Educação Matemática**, V. 35, n .70, p. 937–958, 2021. DOI: 10.1590/1980-4415v35n70a17. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/Ch9T8t3G4CdKBhLKRY3PHbF/?lang=pt#>. Acesso em: 15 mai.2023.
- BRASIL, CNE/CEB. Res. Nº 5/2011. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=8016-pceb005-11&category_slug=maio-2011-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 07 fev. 2024.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Relatório Brasil no Pisa 2018**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/acervo-linha-editorial/publicacoes-institucionais/avaliacoes-e-exames-da-educacao-basica/relatorio-brasil-no-pisa-2018>. Acesso em: 10 mai. 2023.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Sinopse Estatística do Exame Nacional do Ensino Médio 2021**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/enem>. Acesso em 03 mai. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC**. Processo Nº 23001.001050/2019-18. 2021. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2021-pdf/182481-texto-referencia-normas-sobre-computacao-na-educacao-basica/file>. Acesso em 31 mar. 2024.
- BRASIL. Ministério de Educação. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o Ensino Médio** – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em 20 jun. 2023

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. CAPES. **Portal de Periódicos**. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscaador-primo.html>. Acesso em: 29 abr. 2024.

CARDOZO, G. D. **A robótica como ferramenta aplicada a educação**. 2017. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Computação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Valença, 2017. Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/valenca/cursos/superior/comput/tcc/2017GEORGE/CARDOZO.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2024.

CHELLA, M. T. **Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo**. 2002. 186f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2002. DOI: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2002.269877>.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CRUZ, R. C. **Uma avaliação empírica do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM: impacto da pandemia do Covid-19 no desempenho dos participantes do ENEM 2020**. 2022. 36 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2022. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/tede/3002>. Acesso em: 28 jun.2023.

FERREIRA, M. F. **Elaboração de experimentos de robótica voltados para alunos do Ensino Médio**. 2016. 89f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/6193ad09-f440-446b-8de6-5bcc753f253b/content>. Acesso em: 2 mar. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 6ª ed., 2008.

GUILHON, N. A.; FONSECA, L. C. C. Experiência com arduino e BBC Micro:Bit na capacitação de professores no Colégio Universitário da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). In: BRAGA, L. P. G.; PORTELA, C. S.; GUILHON, N. A. (org.). **Práticas docentes em linguagens: ensino de arte, educação física e tecnologia**. 1.ed. Piauí: Teresina, 2023, Editora Elã, 2023, v. 1, p. 41-64.

IBGE. **Índice de Desenvolvimento Humano: Brasil/Maranhão/Rosário**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/rosario/pesquisa/37/30255?tipo=ranking&indicador=30255&ano=2010>. Acesso em: 07 fev. 2024.

ISOTANI, S. *et al.* An Ontology Engineering Approach to the Realization of Theory-Driven Group Formation. **International Journal on Computer Supported Collaborative Learning**. Springer. pp. 445–478, dez. 2009. DOI: 10.1007/s11412-009-9072-x. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/220309203>. Acesso em: 09 jun. 2023.

LIMA, W. F. **Aprendizagem colaborativa para o ensino de química por meio da robótica educacional**. 2016. 81 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/6165>. Acesso em: 21 ago. 2023.

MASSON, Terezinha Jocelen. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. **Anais[...]**. Belém: [s.n.], 2012. p. 1-10. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4514563/mod_folder/content/0/METODOLOGIA%20DE%20EN-SINO%20PBL.pdf. Acesso em: 3 mar. 2024.

MUSSI, R. F. F. *et al.* Pesquisa Quantitativa e/ou qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. **Revista Sustinere**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 7, p. 414-430, jul./dez., 2019.

NASCIMENTO, J. L.; FEITOSA, R. A. Active methodologies, focusing on teaching and learning processes. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 9, p. e622997551, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7551. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7551>. Acesso em: 28 abr. 2024.

OLIVEIRA, E. C. *et al.* Abordagens mistas na pesquisa em dissertações de mestrado de um programa de pós-graduação de educação. **Revista Transmutare**, v. 4, 2019. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rtr/article/view/11322>. Acesso em: 24 set. 2023.

OLIVEIRA, I. R. *et al.* Obstáculos da aprendizagem matemática no ensino fundamental II – um olhar sobre os resultados da avaliação do SAEPE 2021 no município de Goiana-PE. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 9, n. 1, pp. 5749–5762, jan. 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n1-391. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/56848>. Acesso em: 19 jun. 2023.

OLIVEIRA, J. F. *et al.* Developing Computational Thought in Mathematics through Educational Robotics in Basic Education: A practical research analysis. 2022. **International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT**. IEEE, 2022. DOI: 10.1109/ICALT55010.2022.00014.

PEREIRA, R. Método Ativo: Técnicas de Problemática da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. **VI Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade**. São Cristóvão, SE. 20 a 22 setembro de 2012. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10116/47/46.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2024.

PISCHETOLA, M.; MIRANDA, L. T. **A sala de aula como ecossistema: tecnologias, complexidade e novos olhares para a educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 2021.

ROCHA, F. *et al.* Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para o ensino de Física em tempo real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 98-123, abr. 2014. DOI: 10.5007/2175-7941.2014v31n1p98. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n1p98>. Acesso em 30.06.2023.

SANTOS, C. H. F. **Metodologias Ativas no Ensino da Matemática: O Uso do Kahoot no Estudo dos Princípios de Geometria Plana para Alunos da 6ª Série**. 2020. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Beberibe, 2020.

SANTOS, D. F. A.; CASTAMAN, A. S. Metodologias ativas: uma breve apresentação conceitual e de seus métodos. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 23, n. 51, p. 334-357, jan./abr. 2022. DOI: 10.5965/1984723823512022334

SILVA, A. F. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com a robótica educacional**. 2009. 127f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/15128/1/AlziraFS.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2024.

SILVA, H. R. *et al.* Robótica e matemática na formação da cidadania: associando números negativos e educação no trânsito. In: VI WORKSHOP DE ROBÓTICA EDUCACIONAL, 2015, Uberlândia. **Anais** [...]. Uberlândia: SBC, 2015, p. 10-15. Disponível em: <https://www.natalnet.br/wre2015/wre2015.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2024.

SO, H. J.; BRUSH, T. A. Student perceptions of collaborative learning, social presence and satisfaction in a blended learning environment: Relationships and critical factors. **Computers & Education**. v.51, pp. 318-336, ago. 2008. DOI: 10.1016/j.compedu.2007.05.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131507000565>. Acesso em: 10 jun. 2023.

TEIXEIRA, E. S. *et al.* Robótica educacional como ferramenta para o ensino de cinemática. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, Vitória, v. 8, n. 01, p. 170-197, 2018. DOI: <https://doi.org/10.36524/dect.v8i01.1056>.

TORRES, V. A. M. **Robótica Educativa en el Aprendizaje Cooperativo del Área de Matemática en Niños y Niñas del Sexto Grado de Educación Primaria**. 2022. 159f. Tese (Mestrado em Ciências da Educação). Universidade Federal de Huancavelica, Huancavelica, 2022. Disponível em: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f01ac425-4992-44f1-90b4-1f46850cce9b/content>. Acesso em: 21 ago. 2023.

VREEDE, G.J. *et al.* Collaboration engineering: foundations and opportunities. **Journal of the Association for Information Systems**. v.10, pp. 121-137, Special Issue, mar. 2009. DOI: 10.17705/1jais.00191. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260284245_Collaboration_Engineering_Foundation_s_and_Opportunities_Editorial_to_the_Special_Issue_on_the_Journal_of_the_Association_of_Information_Systems. Acesso em: 10 ago. 2023.

ZILLI, S. R. **A robótica educacional no Ensino Fundamental: perspectivas e prática**. 2004. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86930>. Acesso em: 2 abr. 2024.

APÊNDICE A - Plano de Ensino



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão
Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas
Pesquisador: Rodolfo Rivelino Franco Cruz

Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica

Plano de Ensino

CENTRO DE ENSINO PROFESSOR JOAQUIM SANTOS			
Oficina	Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica	Professor	Rodolfo Rivelino Franco Cruz
Série	1º ano – Ensino Médio	Carga horária	30h/aula
Justificativa	Esta oficina tem como propósito estimular os alunos a explorar os conteúdos da matemática por meio de práticas educacionais; despertar interesse dos alunos pela matemática utilizando a tecnologia; incitar nos estudantes vocações para a carreira tecnológica em estudos posteriores, contextualizar os conteúdos matemáticos trabalhados no ensino médio com os acontecimentos do cotidiano e fazer uso da colaboração em sala de aula na construção do conhecimento.		
Habilidades	(EM13MAT101) Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação, com ou sem apoio de tecnologias digitais. (EM13MAT102) Analisar tabelas, gráficos e amostras de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação, identificando, quando for o caso, inadequações que possam induzir a erros de interpretação, como escalas e amostras não apropriadas.		

	(EM13MAT103) Interpretar e compreender textos científicos ou divulgados pelas mídias, que empregam unidades de medida de diferentes grandezas e as conversões possíveis entre elas, adotadas ou não pelo Sistema Internacional (SI), como as de armazenamento e velocidade de transferência de dados, ligadas aos avanços tecnológicos. (EM13MAT201) Propor ações comunitárias, como as voltadas aos locais de moradia dos estudantes dentre outras, envolvendo cálculos das medidas de área, de volume, de capacidade ou de massa, adequados às demandas da região. (EM13MAT302) Resolver e elaborar problemas cujos modelos são as funções polinomiais de 1º e 2º graus, em contextos diversos, incluindo ou não tecnologias digitais. (EM13MAT307) Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (reconfigurações, aproximação por cortes etc.) e deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações reais, como o remanejamento e a distribuição de plantações, com ou sem apoio de tecnologias digitais. (EM13MAT308) Resolver e elaborar problemas em variados contextos, envolvendo triângulos nos quais se aplicam as relações métricas ou as noções de congruência e semelhança. (EM13MAT316) Resolver e elaborar problemas, em diferentes contextos, que envolvem cálculo e interpretação das medidas de tendência central (média, moda, mediana) e das medidas de dispersão (amplitude, variância e desvio padrão). (EM13MAT405) Reconhecer funções definidas por uma ou mais sentenças em suas representações algébrica e gráfica, convertendo essas representações de uma para outra e identificando domínios de validade, imagem, crescimento e decrescimento. (EM13MAT408) Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências, com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra. (EM13MAT501) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 1º grau. (EM13MAT506) Representar graficamente a variação da área e do perímetro de um polígono regular quando os comprimentos de seus lados variam, analisando e classificando as funções envolvidas.
--	--

	(EM13MAT510) Investigar conjuntos de dados relativos ao comportamento de duas variáveis numéricas, usando tecnologias da informação, e, se apropriado, levar em conta a variação e utilizar uma reta para descrever a relação observada.
Conteúdos Programáticos	• Função afim e quadrática; • Gráficos, gráficos de função polinomial; • Conjuntos numéricos, polinômios, equações, sistemas c/02 variáveis; • Proporção e regra de três, percentagem relações métricas no triângulo retângulo.; • Noções de estatística; • Medições e cálculos de perímetro, de área, de volume, de capacidade ou de massa; • Grandezas de medidas e sistema internacional de unidades; • Lei dos cossenos; • Conceitos básicos da eletricidade; • Tensão contínua vs tensão alternada; • Segurança; • Componentes eletrônicos; • Circuitos eletrônicos;; • Sensores; • Arduino; • Tipos de robôs; • Arquitetura de computadores; • Comunicação serial; • Exemplos práticos com montagem de robôs;
Metodologia	Aulas expositivas e explicativas; Estudos dirigidos; Estudo de campo; Aulas práticas e oficinas; Grupos produtivos.
Recursos Didáticos	Datashow; Notebook; Caixa de som; Pincel; Quadro-branco; Papel A4 Canetas; Materiais práticos de laboratório;

	Luvas; Régua; Espaços internos da escola; Visitas externas; Textos impressos; Arduíno; Placa Protoboard; Componentes eletrônicos (resistores, cabo jumpers, capacitores, relés, transistores etc.); Materiais reutilizáveis: embalagens de produtos, papelão CD-Rom;. Sucatas de eletrônicos; Smartphone;
Proposta para a Culminância	Exposição de produtos aprovados pelo senso comum, mas não comprovados cientificamente; Exposição e explicação dos projetos e experiências desenvolvidas durante toda a eletiva; Fotos e relatórios de trabalhos desenvolvidos dentro e fora da escola.
Referências	[1] ASCII Table and Description. Disponível em: www.asciitable.com. Acesso em: 14/10/17. [2] Bonjorno, José Roberto Prisma matemática: sistemas, matemática financeira e grandezas: ensino médio: área do conhecimento: matemática e suas tecnologias / José Roberto Bonjorno, José Ruy Giovanni Júnior, Paulo Roberto Câmara de Sousa. – 1. ed. – São Paulo : Editora FTD, 2020. [3] Bluetooth Electronics. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.keuwl.arduinoarduino&hl=pt-br [4] Conceitos Gerais de Comunicação Serial. Disponível em: http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/32679C566F4B9700862576A20051FE8F Acesso em: 14/10/17. [5] PWM. Disponível em: https://www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM Acesso em: 14/10/17. [6] Divisor de tensão. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Divisor_de_tens%C3%A3o Acesso em: 14/10/17. [7] GODOY, Leandro; AGNOLO, Rosana M.D; MELO, Wolney C. Movimentos e Equilíbrios na Natureza. Editora FTD. 1º Ed. São Paulo, 2020. [8] Matemática Conjuntos e Funções / Bonjorno, Giovanni Jr, Paulo Câmara. . [et. al.] . – 9. ed. – São Paulo : Saraiva, 2016. [9] GODOY, Leandro; AGNOLO, Rosana M.D; MELO, Wolney C. Matéria, Energia e a Vida. Editora FTD. 1º Ed. São Paulo, 2020. [10] Os efeitos da corrente elétrica no corpo humano. Disponível em: http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/os-efeitos-corrente-eletrica-no-corpo-humano.htm. Acesso em: 14/10/17.

APÊNDICE B - Listagem e Orçamento dos Materiais

ORD	PRODUTO	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
1	Suporte de bateria pilha recarregável 14500 3000 Mah 3.7v Íons de lítio	10	R\$ 10,00	R\$ 100,00
2	Arduino Uno	5	R\$ 100,00	R\$ 500,00
3	Módulo sensor ultrassônico	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
4	Módulo bluetooth	5	R\$ 20,00	R\$ 100,00
5	kit garra robótica	1	R\$ 178,00	R\$ 178,00
6	Madeira mdf	10	R\$ 5,00	R\$ 50,00
7	Roda de pneu de plástico com motor de engrenagem dc 3v	6	R\$ 25,00	R\$ 150,00
8	Robô seguidor de linha	2	R\$ 50,00	R\$ 100,00
9	Modulo regulador de tensão lm2596	5	R\$ 12,00	R\$ 60,00
10	Protoboard 400 ou 830 furos	10	R\$ 10,00	R\$ 100,00
11	Resistor 330 1/4w	40	R\$ 1,00	R\$ 40,00
12	Resistor 10k 1/4w	30	R\$ 1,00	R\$ 30,00
13	Cola quente	20	R\$ 2,00	R\$ 40,00
14	Cabo wire jumper 20cm 40 fios macho- macho	2	R\$ 14,00	R\$ 28,00
15	Resistor 1k 1/4W	20	R\$ 1,00	R\$ 20,00
16	Transistores bc548 npn	20	R\$ 1,00	R\$ 20,00
TOTAL				R\$ 1.566,00

APÊNDICE C- Primeiro Questionário - Alunos



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão
Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas
Pesquisador: Rodolfo Rivelino Franco Cruz

Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica

PRIMEIRO QUESTIONÁRIO - ALUNOS

1- Qual o seu nome? _____

2- Qual a sua idade? _____

3- Qual o seu gênero? () Masculino () Feminino () Outro () Prefiro não identificar

4- Como você classifica sua cor ou raça?

() Branca () Preta () Amarela () Parda () Indígena () Outra. Qual? _____

5- Você possui smartphone? () Sim () Não

6- Você possui ou tem contato com computador ou notebook? () Sim () Não () Raramente

7- Você tem acesso à internet? () Sim () Não () Raramente

8- Você tem ou já teve contato com os componentes eletrônicos do quadro abaixo?

Componente	Sim	Não	Nunca ouvi falar
Arduino			
Capacitor			
Resistor			
Ponte H			
Protoboard			

9- Você conhece alguma das linguagens de programação citadas abaixo?

Linguagem de Programação	Sim, sou programador.	Sim, mas nunca programei.	Não conheço.
C#			
C++			
C			
Python			

Java			
JavaScript			
PHP			

Outra: _____

10- Por que você escolheu participar da disciplina Aprendizagem Colaborativa em Matemática com Uso da Robótica?

- ☐ Afinidade
- ☐ Curiosidade
- ☐ Vontade de aprender mais sobre robótica
- ☐ Vontade de aprender matemática
- ☐ Indicação ou sugestão de amigos
- ☐ Para escolha de estudos futuros e/ou da profissão

Outro: _____

APÊNDICE D- Avaliação Diagnóstica



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão
Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas
Pesquisador: Rodolfo Rivelino Franco Cruz

Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica

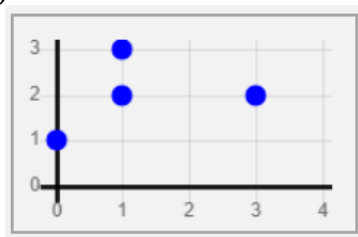
AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

01 - (SAEB) Um padeiro fabrica 250 pães por hora. A função que representa a quantidade de pães fabricados p em função do tempo t em horas é:

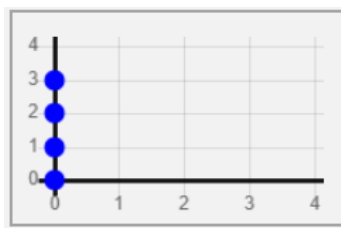
- A) $P(t) = 250 + t$
- B) $P(t) = 250/t$
- C) $P(t) = 250 - t$
- D) $P(t) = 250t$
- E) $P(t) = 250^t$

02 - (SAEB) Uma cidade tem quatro pontos turísticos. Considerando que os pontos são identificados pelas coordenadas $A(1,0)$, $B(2,1)$, $C(2,3)$ e $D(3,1)$ no plano cartesiano, o gráfico que melhor representa as localizações dos pontos de turismo é:

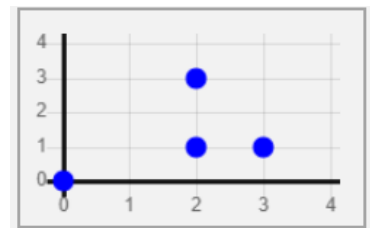
A)



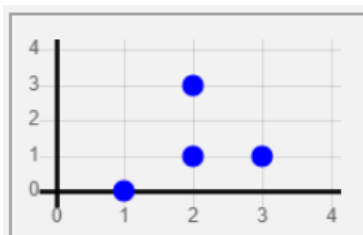
B)



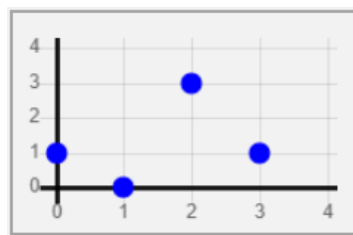
C)



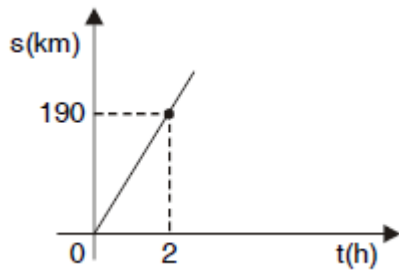
D)



E)



03 - (SARESP 2007) O gráfico seguinte representa a distância s , em quilômetros, percorrida por um veículo em t horas, rodando a uma velocidade constante.



Esse gráfico permite que se conclua corretamente que as grandezas s e t são tais que

- A) $s = 95t$
- B) $s = 190t$
- C) $t = 95s$
- D) $t = 190s$
- E) $t = 200s$

04 - (SAEB) Cíntia conduzia um carrinho de brinquedo por controle remoto em linha reta. Ela anotou em uma tabela os metros que o carrinho andava cada vez que ela acionava o controle. Escreveu valores positivos para as idas e negativos para as vindas. Após Cíntia acionar o controle pela sexta vez, a distância entre ela e o carrinho era de:

Vez	Metros
Primeira	+ 17
Segunda	- 8
Terceira	+ 13
Quarta	+ 4
Quinta	- 22
Sexta	+ 7

- A) -11 m
- B) 11 m
- C) -27 m
- D) 27m
- E) 30 m

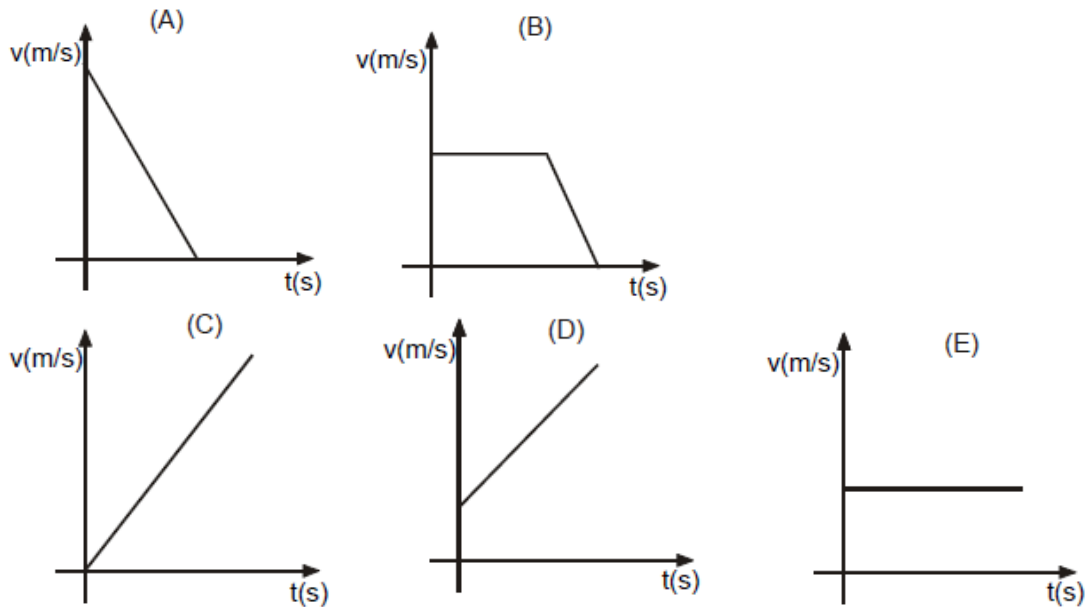
05 - (SAEB) Os 2 ângulos formados pelos ponteiros de um relógio às 8 horas medem



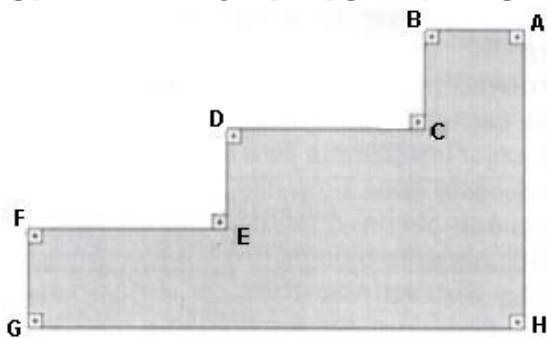
- A) 60° e 120°
- B) 120° e 160° .
- C) 120° e 240° .
- D) 140° e 220°
- E) 300° e 60°

06 - (SAEB) Uma pedra é largada de uma certa altura e cai em queda livre. A velocidade da pedra durante a queda pode ser expressa por $v = g \cdot t$, em que $g = 10 \text{ m/s}^2$ é a aceleração da gravidade e t o tempo transcorrido.

Qual é o gráfico que melhor ilustra a velocidade da pedra em função do tempo, até o momento em que ela chega no solo?



07 - (SAERJ) O pátio de uma escola tem o formato da figura ABCDEFGH e possui dimensões $\overline{CD} = \overline{EF} = 4\text{m}$ e $\overline{AB} = \overline{BC} = \overline{ED} = \overline{FG} = 2\text{m}$.



O perímetro desse pátio, em metros, é

- A) 16
- B) 30
- C) 32
- D) 36
- E) 44

08 - (Enem 2011). A participação dos estudantes na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) aumenta a cada ano. O quadro indica o percentual de medalhistas de ouro, por região, nas edições da OBMEP de 2005 a 2009.

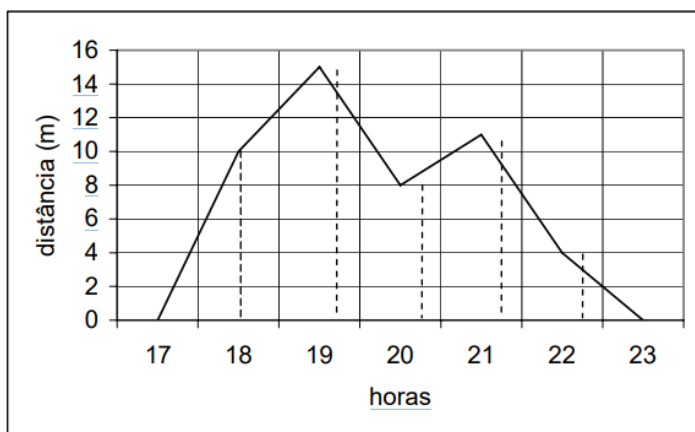
Região	2005	2006	2007	2008	2009
Norte	2%	2%	1%	2%	1%
Nordeste	18%	19%	21%	15%	19%
Centro-Oeste	5%	6%	7%	8%	9%
Sudeste	55%	61%	58%	66%	60%
Sul	21%	12%	13%	9%	11%

Disponível em: <http://www.obmep.org.br>. Acesso em: abr. 2010 (adaptado).

Em relação às edições de 2005 a 2009 da OBMEP, qual o percentual médio de medalhistas de ouro da região Nordeste?

- A) 14,6%
- B) 18,2%
- C) 18,4%
- D) 19,0%
- E) 21,0%

09 - (SAEB) O gráfico abaixo mostra a distância, em metros, que um pequeno roedor está de sua toca, no período de 17h até às 23h.



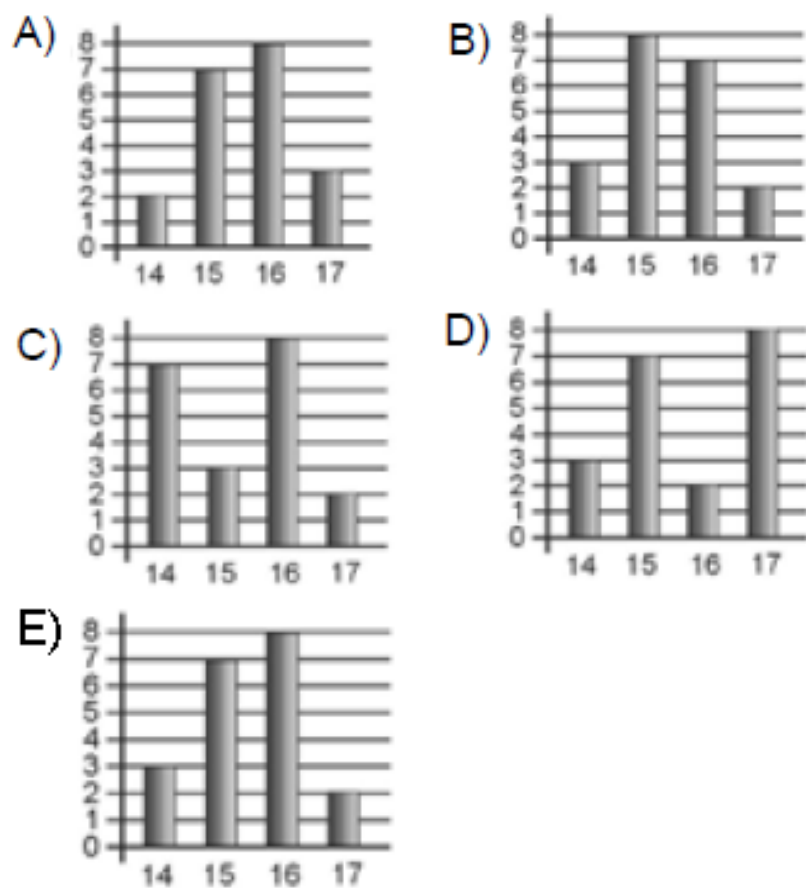
Os dados indicam que o animal

- A) está mais longe da toca às 23 horas.
- B) está 8 metros longe da toca às 20 horas.
- C) está sempre afastando-se da toca entre 18 e 20 horas.
- D) estava na toca uma única vez entre 17 e 23 horas.
- E) estava sempre a menos de 12 m da toca nesse, nesse período.

10 - No quadro abaixo encontram-se as idades de 20 estudantes que praticam vôlei.

15	15	14	16	16	17	16	14	15	16
15	17	16	16	15	16	14	15	15	16

Reunindo estas informações num gráfico obtemos:



ROBÓTICA & EDUCAÇÃO
APLICAÇÕES
COM ARDUINO

ROBÓTICA & EDUCAÇÃO
APLICAÇÕES
COM ARDUINO

RODOLFO RIVELINO FRANCO CRUZ

2023

Apresentação

Esta apostila é destinada aos alunos participantes da oficina Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica, realizada na escola Centro de Ensino Professor Joaquim Santos, tendo como propósito o apoio didático para desenvolvimento de robôs.

Autor

Rodolfo Rivelino Franco Cruz é professor (SEDUC-MA), mestrando em Engenharia de Computação e Sistemas (UEMA), especialista em Ensino da Matemática e da Física (UNIBF), licenciado em Matemática (UNISA), bacharel em Ciência e Tecnologia (UFMA) e técnico em Mecatrônica e Eletrônica (NETCOM).

Contato

E-mail: cruz.rodolfo.cz@gmail.com

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	06
2. CONCEITOS ELEMENTARES	07
2.1 Grandezas elétricas fundamentais	07
2.2 Corrente e tensão elétrica	07
2.3 Resistência elétrica	07
2.3.1 Potência elétrica	07
2.4 Lei de Ohm	08
2.5 Componentes eletrônicos	08
2.5.1 Protoboard	08
2.5.2 Resistores	09
2.5.2.1 Associação de resistores	09
2.5.3 Potenciômetro	11
2.5.4 Diodo	11
2.5.5 LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	12
2.5.6 Arduino	12
2.5.6.1 Por que usar o Arduino	12
2.5.6.2 Hardware	13
2.5.6.3 Alimentação do Arduino	13
2.5.6.4 O cérebro do Arduino	14
2.5.6.5 Entrada e saídas do Arduino UNO	15
3. PARTE PRÁTICA	16
3.1 Download do software do Arduino	16
3.1.2 Exemplo Pisca LED	17
3.1.2.1 Selecionando a placa	17
3.1.2.2 Carregando o programa	17
3.1.3 Circuitos de aplicação com Arduino	18
3.1.3.1 Circuito de aplicação: pisca LED	18
3.1.3.2 Exercícios	19
3.2 Instruções para montagem dos robôs	20
3.2.1 Garra robótica	20
3.2.1.1 Objetivo	20
3.2.1.2 Lista de Matérias	20
3.2.1.3 Esquema de Ligação	20
3.2.2 Robô Carro Autônomo	21
3.2.2.1 Objetivo	21

3.2.2.2 Lista de materiais	22
3.2.2.3 Esquema de Ligação	23
3.2.3 Robô Seguidor De Linha	27
3.2.3.1 Objetivo	27
3.2.4 Robô Time.....	28
3.2.4.1 Objetivo	28
3.2.4.2 Materiais utilizados	28
3.2.4.3 Procedimentos para construção e montagem	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

Na era da tecnologia, a robótica tem se destacado no cenário educacional, promovendo a dinamicidade e a atualização das aulas nas escolas. Isso propicia uma maior interação entre alunos e professores, permitindo uma participação mais ativa do estudante, tanto com o educador, quanto com os colegas. Desta forma, a utilização da robótica contribui para a contextualização das aulas, facilitando a resolução de situações-problema, o que possibilita o aprendizado mais envolvente e prático do aluno.

A inserção da robótica nas escolas pode acontecer de diversas formas diante dos variados tipos de ambientes de desenvolvimento existente no mercado, como por exemplo o Arduino, que consiste em uma plataforma para desenvolvimento de projetos voltados para eletrônica, robótica e demais ideias. Conforme destacado por Cury e Hisch (2014), o Arduino é uma placa eletrônica de prototipagem, caracterizada por ser um hardware e software livres, permitindo sua reprodução e modificação.

Neste sentido este material tem o propósito de auxiliar o aprendizado do aluno no desenvolvimento de robôs, especialmente nas aulas da oficina de Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica. Assim, os participantes terão a oportunidade de conhecer componentes eletrônicos, compreender teorias e conceitos fundamentais. Além disso, os alunos poderão adquirir conhecimento em lógica de programação, familiarizar-se com o uso do Arduino e desenvolver habilidades na criação de robôs aplicados ao estudo da matemática.

2. CONCEITOS ELEMENTARES

2.1 Grandezas elétricas fundamentais

Antes de começarmos a explorar o curso, é crucial adquirirmos uma compreensão prévia de alguns princípios fundamentais da eletrônica. Isso possibilitará a aquisição de uma base sólida para o estudo, além de facilitar a aplicação de projetos com uso da plataforma Arduino.

2.2 Corrente e tensão elétrica

A corrente elétrica e a tensão elétrica são elementos que se completam, entretanto possuem conceitos diferentes. A corrente elétrica surge quando elétrons, presentes nos átomos, são liberados de forma organizada, seguindo uma direção definida. Esse movimento ordenado de elétrons é induzido por uma diferença de potencial elétrico (DDP), isto é, uma tensão elétrica. A tensão elétrica ou força eletromotriz total é a quantidade de energia armazenada em coulomb de carga elétrica, ela impõe o movimento ordenado sobre os elétrons formando a corrente elétrica.

Essa energia é geralmente produzida por pilhas e baterias e é conhecida por geradores elétricos. Dispositivos geradores possuem uma resistência interna de forma que uma parte da energia que produzem é consumida em seu interior, resultando na dissipação de parte da energia, que é denominada como calor.

A unidade de medida da corrente elétrica é o Ampère (A) ou coulomb por segundo (C/s), enquanto a unidade de medida da tensão é o Volts (V).

2.3 Resistência elétrica

Como mencionado anteriormente, a corrente elétrica representa o movimento organizado dos elétrons. Contudo, é importante notar que esses elétrons não se deslocam livremente, pois atravessam materiais sólidos nos quais os elétrons estão sujeitos a uma força intrínseca que os transforma em obstáculos para o fluxo. A quantidade de obstáculo que a corrente enfrenta afeta diretamente o seu fluxo, isto é, quanto mais obstáculo, menor será a corrente. Desta forma, podemos dizer que a resistividade elétrica é a propriedade dos materiais de se oporem à passagem de corrente elétrica. A resistência elétrica é proporcional à resistividade elétrica e à razão entre o comprimento e a área de seção transversal do material.

A unidade da resistência elétrica é o Ohm (Ω).

2.3.1 Potência elétrica

A potência elétrica é comumente descrita como a quantidade de energia elétrica que é fornecida ou consumida em um determinado período de tempo. Sua unidade é Watt(W), que

equivale a um Joule por segundo (J/s). Essa grandeza está intimamente ligada à tensão e à corrente elétrica por meio da seguinte relação matemática:

$$P = V \times I$$

Nessa fórmula, P representa a potência elétrica, V é a tensão elétrica aplicada e I é a corrente elétrica que flui pelo circuito.

2.4 Lei de Ohm

A lei de Ohm é o princípio que governa a relação entre corrente, resistência e tensão em um circuito elétrico. Matematicamente expressa por:

$$R = V/I$$

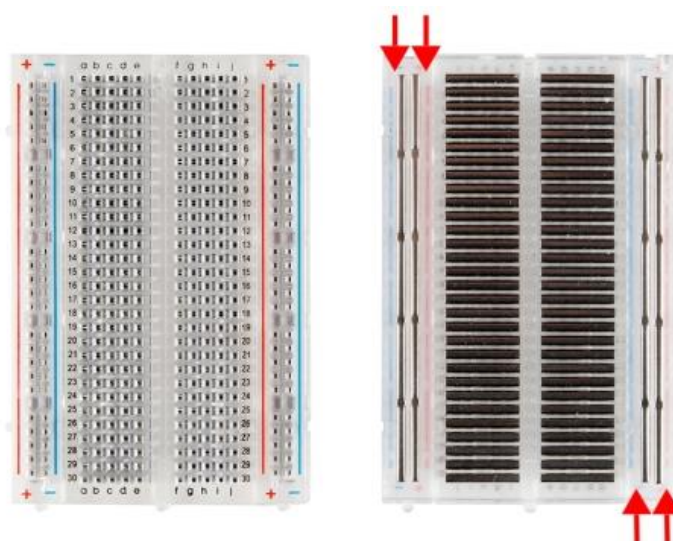
Onde, V é a tensão, R é a resistência e I é a corrente elétrica. Essa expressão matemática revela que ao manter a tensão constante, quanto menor a resistência, maior a corrente elétrica.

2.5 Componentes eletrônicos

2.5.1 Protoboard

A protoboard é uma placa de testes constituída por uma matriz de pontos que são conectados eletricamente de forma interna utilizada para desenvolvimento de circuitos eletrônicos. Ela dispensa o uso de solda e permite correções, análises de reutilização da mesma placa para diferentes circuitos, facilitando assim a experimentação e o aprendizado prático da eletrônica. Observe a figura a seguir.

Figura 01 Protoboard



Fonte: ardudino.wordpress.com/2016/01/16/protoboard/

2.5.2 Resistores

Os resistores são dispositivos que possuem resistência elétricas e são constituídos geralmente de cerâmica, seu uso é destinado a circuitos eletrônicos com o propósito de limitar a passagem de corrente elétrica, impedindo que o fluxo de corrente ultrapasse níveis desejados.

Os resistores são dimensionados segundo a necessidade de corrente elétrica e dissipação de potência por meio da lei de Ohm da relação de potência. O valor do resistor é informado pelo fabricante por meio de números, ou mesmo por código de cores códigos, escritos no corpo do componente.

Figura 02: tabela de cores de resistores

Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	Nº de zeros/multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	
Marrom	1	1	1	
Vermelho	2	2	2	
Laranja	3	3	3	
Amarelo	4	4	4	
Verde	5	5	5	
Azul	6	6	6	
Violeta	7	7	7	
Cinza	8	8	8	
Branco	9	9	9	
Dourado			x0,1	
Prata			x0,01	
Sem cor				± 20%



Fonte: www.mundodaeletrica.com.br/codigo-de-cores-de-resistores/

No exemplo da Figura 1.2.2, temos que o código resultante será

$$10 \times 100 = 1000 = 1k\Omega.$$

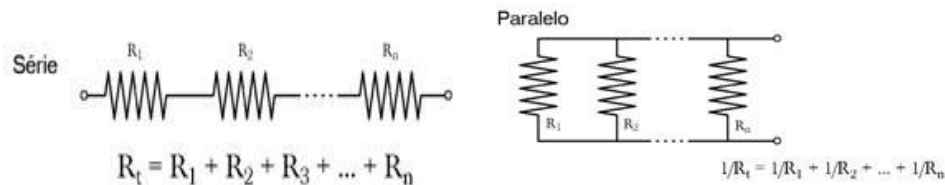
Os resistores normalmente apresentam uma quarta faixa que indica a tolerância do valor do componente, ou seja, a margem de variação do valor nominal, que é fornecida pelo fabricante.

2.5.2.1 Associação de resistores

Os resistores podem ser combinados para obter uma “resistência equivalente” que pode ser maior ou menor que o valor de cada resistor individual. Essa combinação pode ocorrer de três maneiras principais: em série, paralelo e de forma mista.

Quando a associação ocorre em série, as resistências são somadas de forma linear. Já na associação em paralelo o inverso da resistência equivalente é a soma dos inversos individuais. Na configuração mista, considera-se uma combinação de resistores em série e em paralelo para atingir o valor desejado de resistência equivalente. Na figura 03 podem ser observadas circuito com associação em serie e circuito com associação em paralelo.

Figura 03: Associação de resistores



Fonte: Desconhecida

A associação de resistores em paralelo ocorre quando os resistores estão conectados um ao lado do outro, aos mesmos pontos. Nesse caso, a corrente total se divide entre eles e a tensão em cada resistor é a mesma. A resistência equivalente é o inverso da soma dos inversos das resistências individuais, ou seja:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

Note que a resistência em paralelo equivalente será sempre menor que a menor das resistências individuais.

Como mencionado anteriormente, na associação mista ocorre quando a associação em série e em paralelo estão em um mesmo circuito, de forma simultânea.

2.5.3 Potenciômetro

O potenciômetro é um tipo de resistor variável, isso significa dizer que a sua resistência pode variar mecanicamente através de um controle rotativo ou deslizante. Sua resistência pode variar linearmente ou exponencialmente, dependendo da necessidade e/ou fabricante. O dispositivo é geralmente aplicado em circuitos eletrônicos como divisor de tensão.

Figura 04: Potenciômetro



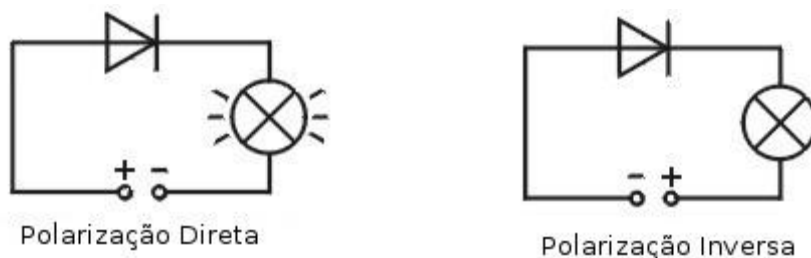
Fonte: www.institutodigital.com.br/produto

2.5.4 Diodo

O diodo semicondutor é um componente eletrônico formado por cristal semicondutor de silício ou germânio. Sua característica fundamental é permitir o fluxo de corrente em apenas uma direção, por esse motivo é ideal para retificar corrente elétrica.

Caso aplicado a um circuito simples, com uma combinação de bateria, lâmpada e diodo é capaz de bloquear a corrente que percorre o circuito em um determinado circuito. Quando o diodo permite a passagem de corrente elétrica dizemos que ocorreu a polarização direta, caso contrário dizemos que ocorreu a polarização inversa. Observe a figura 05.

Figura 05: Polarização do diodo



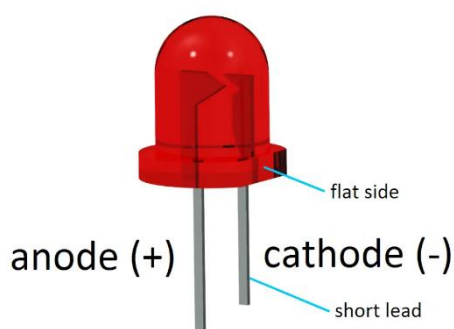
Fonte: [pt.wikipedia.org/wiki/Diodo semicondutor](http://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_semicondutor)

Na imagem da esquerda o diodo está diretamente polarizado, há corrente e a lâmpada fica acesa. Na imagem da direita o diodo está inversamente polarizado, não há corrente, logo a lâmpada fica apagada.

2.5.5 LED (*Light Emitting Diode*)

O diodo emissor de luz é um componente eletrônico conhecido pela sigla em inglês LED (*Light Emitting Diode*), sua função principal é a emissão de luz visível.

Figura 06: LED (*Light Emitting Diode*)



Fonte: instrumentationtools.com/light-emitting-diode-operation/

Ele geralmente pode ser encontrado em produtos microeletrônicos, lâmpadas de LED, semáforos e etc. Para calcular o valor do resistor do LED usa-se a seguinte fórmula:

$$R = (V_{\text{fonte}} - V_{\text{LED}}) / I_{\text{LED}}$$

Onde V_{fonte} é a tensão de alimentação, V_{LED} é a tensão nominal do LED em questão e I_{LED} é a corrente que ele pode suportar com segurança.

2.5.6 Arduino

2.5.6.1 Por que usar o Arduino

O propósito principal do Arduino é tornar mais acessível o aprendizado e o desenvolvimento de projetos, isso é possível também porque a plataforma Arduino não demanda um conhecimento avançado da eletrônica, permitindo assim, que tanto desenvolvedores experientes quanto iniciantes desfrutem desta tecnologia.

Outro fato interessante é que diversas pessoas podem contribuir com a plataforma, seja com a construção de novos hardwares ou com novas bibliotecas, materiais de apoio e tutoriais.

2.5.6.2 Hardware

O Arduino é um computador como qualquer outro, possuindo:

- Microprocessador (responsável pelos cálculos e tomada de decisão)
- Memória RAM (utilizada para guardar dados e instruções, volátil)
- Memória *Flash* (utilizada para guardar o *sotware*, não volátil)
- Temporizadores (*timers*)
- Contadores
- *Clock*, e etc.

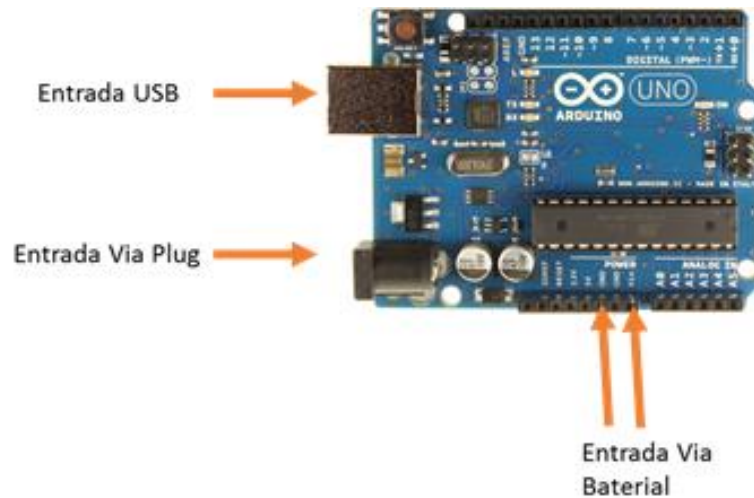
Ou seja, é um computador, porém em menor escala. Possui inclusive menos memória e menor poder de processamento. O Arduino Uno, por exemplo, possui as seguintes especificações:

- Microcontrolador: ATmega328
- Portas Digitais: 14
- Portas Analógicas: 6
- Memória Flash: 32KB (0,5KB usado no bootloader²)
- SRAM: 2KB
- EEPROM: 1KB
- Velocidade do *Clock*: 16MHz

2.5.6.3 Alimentação do Arduino

O Arduino trabalha com tensão contínua de 5 V, mas pode operar com tensões que variam entre 7.5 V a 12V. Quando é conectado a uma porta USB do computador a alimentação fornecida ao Arduino é de 5 v, quando é conectado ao conector de alimentação o contínua (plug P4), pode receber tensão entre 7.5V e 12V.

Figura 07: Alimentações do Arduino Uno



Fonte: www.tiespecialistas.com.br/arduino-pra-que-te-queiro/

2.5.6.4 O cérebro do Arduino

O componente principal da placa Arduino UNO é o microcontrolador ATMEL ATMEGA328. Este microcontrolador é o responsável pelo funcionamento da placa Arduino UNO, permitindo o upload do código binário gerado após a compilação do programa desenvolvido pelo usuário.

O dispositivo conta com 32 KB de Flash (mas 512 Bytes são utilizados para o bootloader), 2 KB de RAM e 1 KB de EEPROM. Pode operar a até 20 MHz, porém na placa Arduino UNO opera em 16 MHz. Possui 28 pinos, sendo que 23 desses podem ser utilizados como E/S. A imagem abaixo exibe a sua pinagem:

Figura 08 Pinagem ATmega328 usado no Arduino UNO

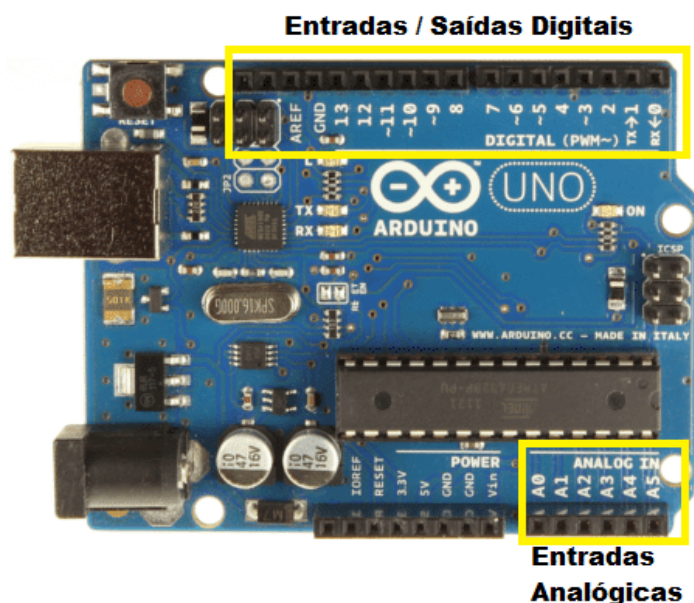
(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 ($\overline{SS}$ /OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/CP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Fonte: Desconhecida

2.5.6.5 Entrada e saídas do Arduino UNO

A placa Arduino UNO possui pinos de entrada e saída digitais, assim como pinos de entrada analógica. Abaixo é exibida a pinagem conhecida como o padrão Arduino:

Figura 09: Entradas e Saídas do Arduino



Fonte: Desconhecida

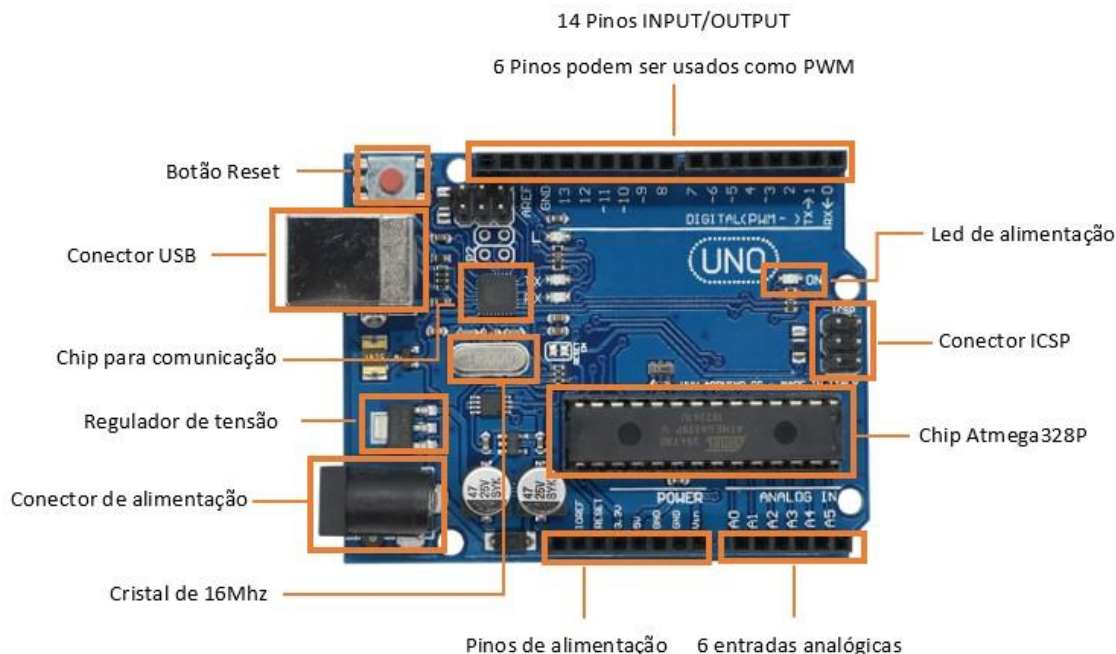
Conforme exibido na figura, a placa Arduino UNO possui 14 pinos que podem ser usados como entrada ou saída digitais. Estes Pinos operam em 5 V, onde cada pino pode fornecer ou receber uma corrente máxima de 40 mA. Cada pino possui resistor de pull-up interno que pode ser habilitado por software. Alguns desse pinos possuem funções especiais:

- **PWM** : 3, 5, 6, 9, 10 e 11 podem ser usados como saídas PWM de 8 bits através da função `analogWrite()`;
- **Comunicação serial**: 0 e 1 podem ser utilizados para comunicação serial. Deve-se observar que estes pinos são ligados ao microcontrolador responsável pela comunicação USB com o PC;
- **Interrupção externa**: 2 e 3 . Estes pinos podem ser configurados para gera uma interrupção externa, através da função `attachInterrupt()`.

Para interface com o mundo analógico, a placa Arduino UNO possui 6 entradas, onde cada uma tem a resolução de 10 bits. Por padrão a referência do conversor AD está ligada internamente a 5V, ou seja, quando a entrada estiver com 5V o valor da conversão analógica digital será 1023. O valor da referência pode ser mudado através do pino AREF. A figura a seguir exhibe a relação entre os pinos do microcontrolador ATMEL ATMEGA328 e a pinagem

do Arduino UNO:

Figura: 10 ATMEGA328, pinagem do Arduino.



Fonte: www.sta-eletronica.com.br/artigos/arduinos/caracteristicas-principais-do-arduino-uno

Para trabalhar com o Arduino, necessitamos do IDE (*Integrated Development Environment*) ou ambiente de desenvolvimento do Arduino, software usado para escrever o código do programa, salvá-lo, compilá-lo, e realizar a gravação do código compilado no Arduino (memória flash) através da porta USB do computador.

Após a gravação do programa no Arduino em linguagem de programação C/C++, pode-se dispensar o uso do computador. Se utiliza uma fonte de alimentação externa, o Arduino se torna uma placa totalmente independente.

3. PARTE PRÁTICA

3.1 Download do software do Arduino

Faça download da última versão do software do Arduino. Ao terminar, descompacte o arquivo e mantenha a estrutura de pastas e subpastas.

Após baixar e extrair os arquivos no local desejado execute o programa *arduino.exe*, localizado na raiz da pasta principal. Em seguida conecte o seu Arduino ao computador através de uma porta USB. Ao conectá-lo, um Led de *power* (PWR) acenderá, isto significa que a placa

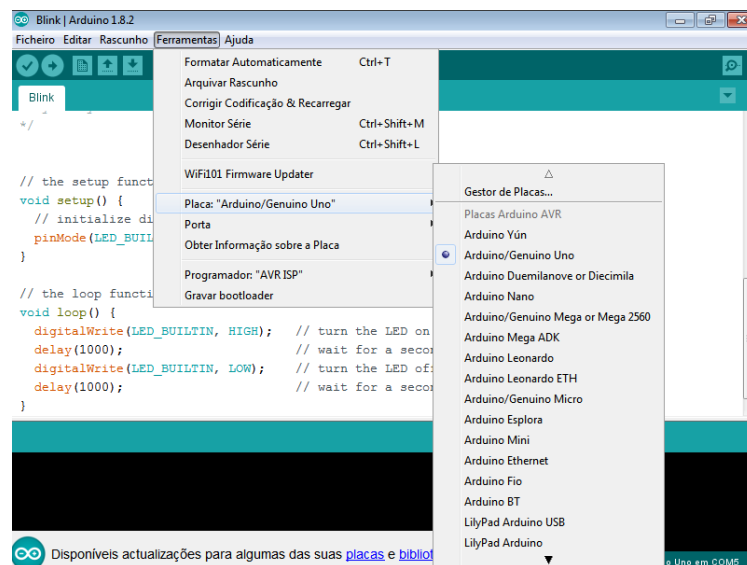
está energizada.

3.1.2 Exemplo Pisca LED

3.1.2.1 Selecionando a placa

Selecione a placa Arduino através de *Ferramentas > Placa > Arduino Uno*.

Figura 11: Selecionando a placa Arduino/Genuíno Uno



Fonte: www.arduino.cc

3.1.2.2 Carregando o programa

Agora simplesmente clique no botão *Carregar* da janela do programa. Espere alguns segundos e aguarde os LEDs RX e TX da placa piscarem. Se o processo foi executado normalmente você verá uma mensagem de “Transferência concluída”. Depois de alguns segundos você verá o LED do pin 13 piscar em vermelho.

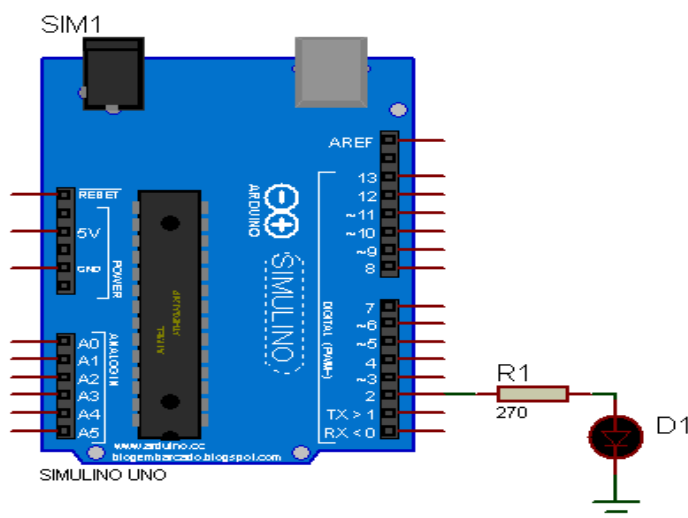
Observação: Se você tiver problemas na instalação pode acessar a página oficial do Arduino em busca da solução. Basta copiar este endereço: <https://www.arduino.cc/>.

3.1.3 Circuitos de aplicação com Arduino

3.1.3.1 Circuito de aplicação: pisca LED

O programa a seguir fará o LED piscar em intervalos de 1 s.

Figura 12 Circuito de aplicação 1



Fonte: Autor

CÓDIGO FONTE

```
void setup ( )           //nessa função faz-se as configurações do programa.
{
  pinMode(2, OUTPUT);    //configura o pino 2 como saída
}

void loop ( )           //nessa função escrevemos o código (algoritmo) do nosso programa.
{
  digitalWrite(2, HIGH); //escreve no pino 2 o valor 1 para acender o led.
  delay(1000);           //aguarda um tempo de 1 s.
  digitalWrite(2, LOW);  //escreve no pino 2 o valor 0 para apagar o led.
  delay(1000);           //aguarda um tempo de 1 s.
}
```

Note que as funções utilizadas acima fazem referência a um determinado pino do Arduino (pino 2). Normalmente, associamos um pino a um nome correspondente ao dispositivo conectado ao mesmo. Por exemplo, no programa acima, podemos associar o pino 2 ao nome *led*. Dessa maneira o programa seria escrito da seguinte forma:

```
#define led 2 //o pino 2 será substituído pela palavra led no programa.

void setup ( ) //nessa função faz-se as configurações do programa.
{
    pinMode(led, OUTPUT); // configura o pino 2 como saída
}

void loop ( ) //nessa função escrevemos o código (algoritmo) do nosso programa.
```

```
{  
  digitalWrite(led, HIGH);    //escreve no pino 2 o valor 1 para acender o led.  
  delay(1000);                //aguarda um tempo de 1 s.  
  digitalWrite(led, LOW);    //escreve no pino 2 o valor 0 para apagar o led.  
  delay(1000);                //aguarda um tempo de 1 s.  
}
```

3.1.3.2 Exercícios

1. Modifique o código acima para que o LED fique aceso durante 0,5 s e apagado durante 0,2 s.
2. Mude o LED para o pino 5 do Arduino e reconfigure o código.
3. Adicione um botão no pino 3 e modifique o código de maneira que se o botão estiver fechado o LED fique aceso e se o botão estiver aberto o LED fique apagado.
4. Mude o código para que cada pulso no botão acrescentado faça o LED piscar por 5 vezes.

3.2 Instruções para montagem dos robôs

3.2.1 Garra robótica

3.2.1.1 Objetivo

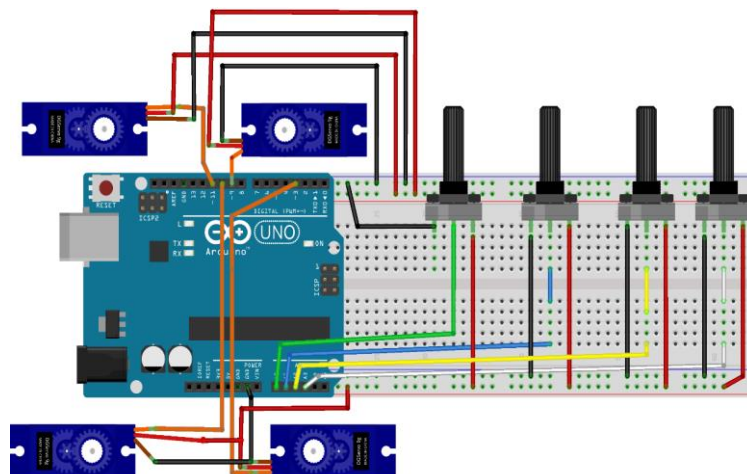
A garra robótica possui em suas articulações o micro servo 9g SG 90, esses servos são controlados em função da variação de resistência dos potenciômetros. O acionamento dos servos ocorre quando o eixo do potenciômetro é rotacionado, isso permite que ocorra uma variação de posição no eixo dos servos, podendo variar assim entre 0 a 180 graus.

3.2.1.2 Lista de Matérias

- 1 x Mini Protoboard 170 pontos;
- 4 x Micro Servo 9g SG90 TowerPro;
- 4 x Potenciômetros de 10k
- 1 x Arduino uno r3
- 20 x Jumper 20cm (1 fio machoMacho)
- 1 x Braço robótico MDF com parafusos.

3.2.1.3 Esquema de Ligação

Figura 01: esquema de ligação



Fonte: Autor (2023).

CÓDIGO FONTE

```
#define pino_pot_1 0// nomeia pinos de controle
#define pino_pot_2 1
#define pino_pot_3 2
#define pino_pot_4 3
#include <Servo.h>
Servo servoldg_1; // cria o objeto para controlar o servo
Servo servoldg_2;
Servo servoldg_3;
Servo servoldg_4;

// CONFIGURA ARDUINO
void setup()
{
  servoldg.attach(9); // conecta o servo ao pino 9
  servoldg_1.attach(10); // conecta o servo ao pino 10
  servoldg_2.attach(11); // conecta o servo ao pino 11
  servoldg_3.attach(3); // conecta o servo ao pino 3
}
// FUNÇÃO PRINCIPAL
void loop()
{
  servoldg_1.write(map(analogRead(pino_pot), 0, 1023, 0, 179));
  delay(20); // tempo de espera
  servoldg_2.write(map(analogRead(pino_pot_1), 0, 1023, 0, 179));
  delay(20); // tempo de espera
  servoldg_3.write(map(analogRead(pino_pot_2), 0, 1023, 0, 179));
  delay(20); // tempo de espera
  servoldg_4.write(map(analogRead(pino_pot_3), 0, 1023, 0, 179));
  delay(20);
}
// analogRead (): Faz a leitura analógica no pino do potenciômetro
// (retorna com um valor de 0 a 1023)
// map (): Muda a escala da leitura de 0~1023 para 0~179 (converte
// em angulo para o servo)
//servoldg.write(): Lê o valor do angulo dado pelo map() e gera o
// pulso para movimentar o servo.
```

3.2.2 Robô Carro Autônomo

3.2.2.1 Objetivo

O robô “carro autônomo” possui a habilidade de seguir um trajeto livre, sem colidir com obstáculos, pois ele anda pelo ambiente desviando dos obstáculos. Isso é possível porque o robô possui um sensor ultrassônico capaz de detectar obstáculo físicos quando acionado, e assim que

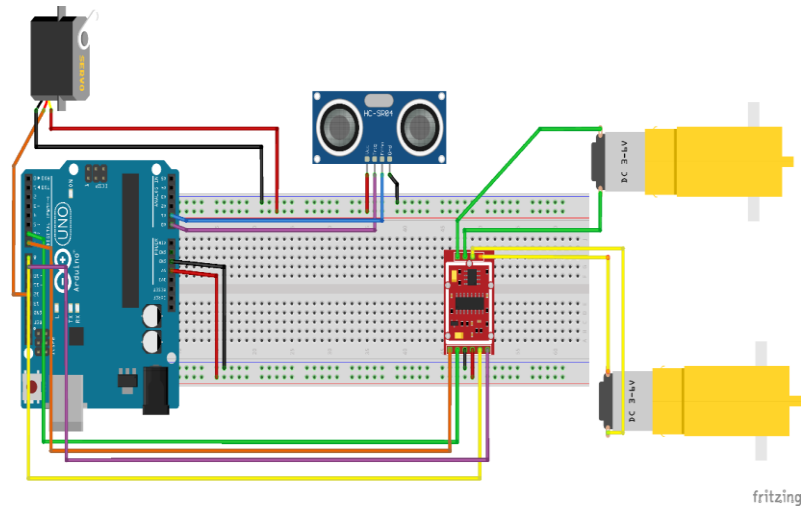
detecta algo ele envia dados lógicos ao microcontrolador, que por sua vez aciona as rodas do robô para seguir, girar ou parar.

3.2.2.2 Lista de materiais

- 1 Chassi, (madeira 12cm x 18);
- 1 Arduino uno R3;
- 1 Motor Driver Shield L9110S Ponte H para Arduino;
- 1 Micro Servo 9g SG90 TowerPro;
- 1 Mini Protoboard 170 pontos;
- 1 Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04 para Arduino;
- 1 Suporte Bateria 7V;
- 1 Botão liga/desliga quadrado preto- Chave Gangorra;
- 6 Jumper 20cm (1 fio Fêmea-Macho);
- 7 Jumper 20cm (1 fio machoMacho);
- 1 Embalagem de desodorante roll-on;
- 1 Fita dupla face;
- 1 Bastão de cola quente;
- 1 modulo regulador de tensão LM 2596;
- 1 Bateria 9v alcalina ou recarregável.

3.2.2.3 Esquema de Ligação

Figura02: Esquema de ligação carro autônomo



Fonte: Autor (2023).

CÓDIGO FONTE

```
#include <Servo.h>    // Adiciona a biblioteca Servo
//Definindo os pinos
#define trigPin A0    //Pino TRIG do sensor no pino analógico A0
#define echoPin A1    //Pino ECHO do sensor no pino analógico A1

// motor um          // Ligação dos pinos da Ponte H L298N
#define motora_a 8    //pino in1 na porta digital 9
#define motora_b 9    //pino in2 na porta digital 8

// motor dois        // Ligação dos pinos da Ponte H L298N
#define motorb_a 7    //pino in3 na porta digital 7
#define motorb_b 6    //pino in4 na porta digital 6

//Variaveis
int DistanciaDireita, DistanciaEsquerda; // variável de Distâncias de ambos os lados
float Distancia = 0.00;                  // variável para guardar a distancia
//Velocidades dos motores (valores de 0 a 254)
int velocidadeMotorUm = 80;
int velocidadeMotorDois = 95;

Servo servoSensor;    // Crie um objeto Servo para controlar o Servo.

//FUNÇÃO - PROCURA OBSTÁCULO
```

```

int Procurar (void) {
float duracao = 0.0;           // variável guardar a duração do retorno do som
float CM = 0.0;               // variável guardar a distância CM
digitalWrite(trigPin, LOW);    //não envia som
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);    //envia som
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);     //não envia o som e espera o retorno do som enviado
duracao = pulseIn(echoPin, HIGH); //Captura a duração em tempo do retorno do som.
CM = (duracao / 58.8);         //Calcula a distância em centímetros
Serial.print("Distancia em CM: ");
Serial.println(CM);           //Imprimi no monitor serial a distancia
return CM;                    // Return to CM.
}

```

// FUNÇÃO - CONFIGURA ARDUINO

```

void setup() {
Serial.begin(9600); // inicializa a comunicação serial para mostrar dados
//Define o servo na porta 13
servoSensor.attach(12);
// Definir todos os pinos de controle do motor como saídas
pinMode(motora_a, OUTPUT);
pinMode(motora_b, OUTPUT);
pinMode(motorb_a, OUTPUT);
pinMode(motorb_b, OUTPUT);
//Configurações do sensor ultrassônico
pinMode(trigPin, OUTPUT); //define o pino TRIG como saída
pinMode(echoPin, INPUT);  //define o pino ECHO como entrada
}

```

// FUNÇÃO- VERIFICA DISTÂNCIA

```

void direcao () {
Parar ();           // robô Para
ParaTras ();        // robô vai para trás
Parar ();           // robô Para
servoSensor.write (180); // Gira o Servo a 180 graus
delay (1000);
DistanciaEsquerda = Procurar (); // verifica distancia da Esquerda
delay (500);
servoSensor.write (0); // Gira o Servo com o sensor a 0 graus
delay (500);
DistanciaDireita = Procurar (); // Defina a Distancia da Direita
delay (500);
servoSensor.write (90); // Gira o Servo a 90 graus
delay (500);
CompareDistance (); // Encontre a maior distância.
}

```

// FUNÇÃO - CALCULA MENOR DISTÂNCIA

```

void CompareDistance () {

```

```

if (DistanciaDireita > DistanciaEsquerda) {    // Se distancia direita é maior que esquerda.
Vireadireita ();                               // robô vira a direita
}
else if (DistanciaEsquerda > DistanciaDireita) { // Se distancia esquerda é maior que
direita.
VireaEsquerda ();                             // Robô Vira a esquerda.
}
else {                                         // Se ambos estiverem igualmente obstruídos.
Retorne ();                                   // Robô Vire-se.
}
}

```

// FUNÇÃO - PARA CARRO

```

void Parar()
{
Serial.println("Robô: Parar ");
digitalWrite(motora_a, LOW);
digitalWrite(motora_b, LOW);
digitalWrite(motorb_a, LOW);
digitalWrite(motorb_b, LOW);
delay(100);           //aguarda um tempo
}

```

// FUNÇÃO - FRENTE

```

void Frente()
{
Serial.println("Robô: Frente ");
digitalWrite(motora_a, HIGH);
digitalWrite(motora_b, LOW);
digitalWrite(motorb_a, LOW);
digitalWrite(motorb_b, HIGH);
delay(500);
}

```

// FUNÇÃO - RÉ

```

void ParaTras()
{
Serial.println("Robô: Ré ");
digitalWrite(motora_a, LOW);
digitalWrite(motora_b, HIGH);
digitalWrite(motorb_a, HIGH);
digitalWrite(motorb_b, LOW);
delay(500);           //aguarda um tempo
}

```

// FUNÇÃO - VIRA DIREITA

```

void Vireadireita()
{
Serial.println("Robô: Direita ");
}

```

```

digitalWrite(motora_a, HIGH);
digitalWrite(motora_b, LOW);
digitalWrite(motorb_a, HIGH);
digitalWrite(motorb_b, LOW);
delay(700);           //aguarda um tempo
}
// FUNÇÃO - VIRA ESQUERDA
void VireaEsquerda()
{
  Serial.println("Robô: Esquerda ");
  digitalWrite(motora_a, LOW);
  digitalWrite(motora_b, HIGH);
  digitalWrite(motorb_a, LOW);
  digitalWrite(motorb_b, HIGH);
  delay(700);         //aguarda um tempo
}
//FUNÇÃO - GIRA
void Retorne () {
  Serial.println("Robô: Girar ");
  digitalWrite(motora_a, LOW);
  digitalWrite(motora_b, HIGH);
  digitalWrite(motorb_a, LOW);
  digitalWrite(motorb_b, HIGH);
  delay (7000);       //aguarda um tempo
}

// FUNÇÃO - PRINCIPAL
void loop() {
  servoSensor.write (90); // Gira o Servo a 90 graus.
  delay (100);           // Aguarda 100 milissegundo.
  Distancia = Procurar (); // Medir Distancia em CM.
  if (Distancia < 30) {   // Se distancia é menor que 30cm.
    direcao ();          // verifica direção a seguir.
  }
  else if (Distancia >= 30){ // Se distância é maior que 30cm
    Frente ();           // Robô segue direção Frente.
  }
}
}

```

3.2.3 Robô Seguidor De Linha

3.2.3.1 Objetivo

O robô seguidor de linha é um kit de montagem simples, conhecido no mercado como Carinho 2 rodas segue faixa D2-1 DIY LM393. Ele é indicado para iniciantes da eletrônica.

Sua lógica se baseia em seguir linhas escuras, isso é possível porque ele conta com o circuito amplificador de operacional LM393 configurado como comparador de tensão, que é capaz de receber informações captadas pelos sensores e acionar os motores.

O robô utiliza dois resistores sensíveis a luz, conhecidos como LDR(Light Dependent Resistor) e dois LEDs vermelhos posicionado na parte frontal direita e esquerda. Quando a luz é emitida na superfície da cor branca o LED vermelho emite luz vermelha, a luz então é refletida para o LDR, assim o circuito detecta a maior tensão e regula a direção do robô.

Figura03: componentes do robô seguidor de linha



Fonte: <https://cdn.awsli.com.br>

A sua montagem é bem fácil, basta fazer a separação dos componentes e encaixar nos furos do chassi do carro conforme as indicações dos desenhos, após isso é preciso apenas soldar cada um dos componentes e colar o suporte de pilha e os motores.

Figura 04 Quadro de componentes

Rótulo	Nome	Especificação	Quantidade
IC1	Comparador de Tensão	LM393	1
—	Soquete CI	8 Pinos	1
C1	Capacitores Eletrolíticos	100uF	1
C2		100uF	1
R1	Resistores Ajustáveis	10K	1
R2		10K	1
R3	Resistores de faixa colorida	3.3K	1
R4		3.3K	1
R5		51	1
R6		51	1
R7		1K	1
R8		1K	1
R9		10	1
R10		10	1
R11		51	1
R12		51	1
R13	Fotoresistores	CD55	1
R14		CD55	1
D1	LED Vermelho	LED	1
D2		LED	1
D4	LED Cristal	LED1	1
D5		LED2	1
Q1	Transistores	8550	1
Q2		8550	1
S1	Switch	Botão Switch	1

Fonte: <https://cdn.awsli.com.br>

3.2.4 Robô Time

3.2.4.1 Objetivo

O robô carro time é um robô programado para seguir uma linha reta em um determinado tempo. O Arduino é o elemento responsável por mandar os comandos aos motores.

A lógica seguida pelo robô se baseia em manter os eixos dos motores rodando por um determinado tempo.

3.2.4.2 Materiais utilizados

- 1 placa Arduino uno com cabo usb;
- 1 placa ponte H, HG7881(L9110);
- 2 motores cc 3-6V com caixa de redução;
- 2 rodas 68mm
- 1 cola de silicone
- 1 suporte de pilha;

- 15 a 20 jumpers;
- 1 Chassi de madeira;
- 1 Embalagem de desodorante roll-on;
- 2 baterias 3.7 v
- 1 modulo regulador de tensão

3.2.4.3 Procedimentos para construção e montagem

A montagem do protótipo se divide em duas etapas, a primeira é a parte do chassi e a segunda a montagem do circuito.

Etapa 1

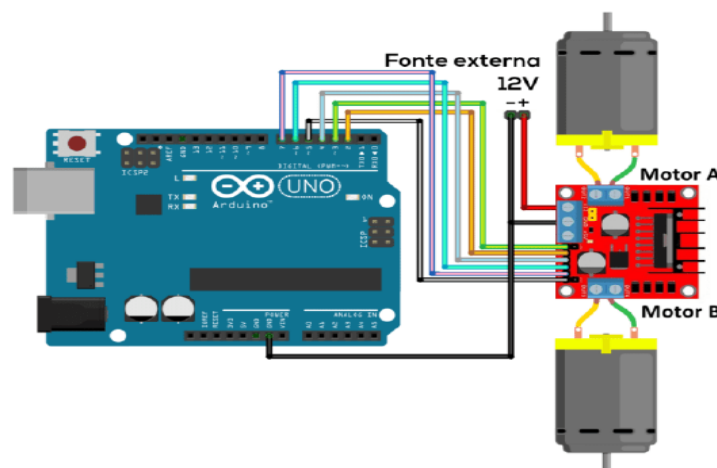
Inicialmente, corte a parte superior da embalagem do desodorante e em seguida cole juntamente com os dois motores sobre uma só face chassi de madeira, obtendo-se um objeto semelhante a um triciclo.

Em seguida cole a placa Arduino juntamente com a placa ponte h e os suportes de bateria.

Etapa 2

A segunda etapa destina-se à construção do circuito. É relativamente fácil, basta atentar-se para as ligações necessárias, tanto a placa Arduino, quanto a placa Ponte H fornecem informações de suas pinagem no corpo da placa. As ligações podem ser observadas na Figura 05:

Figura 05: Ligações do circuito



Fonte: Arduino Portugal.pt 2017

Após a instalação da IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino deve-se escrever o código apresentado abaixo e realizar o processo de gravação.

CÓDIGO FONTE

```
#define ponte_a1 2 // pino ponte a1 na porta digital 2
#define ponte_a2 3
#define ponte_b1 4
#define ponte_b2 5
#define bot1 6
void setup() {
  pinMode(ponte_a1, OUTPUT); // Configura porta da ponte H
  pinMode(ponte_a2, OUTPUT);
  pinMode(ponte_b1, OUTPUT);
  pinMode(ponte_b2, OUTPUT);
  pinMode(bot1, INPUT);
}

void loop() {
  if(digitalRead(bot1)==1)
  {
    delay(3000);
    digitalWrite(ponte_a1,HIGH);
    digitalWrite(ponte_a2,LOW);
    digitalWrite(ponte_b1,HIGH);
    digitalWrite(ponte_b2,LOW);
    delay(5000);
    digitalWrite(ponte_a1,LOW);
    digitalWrite(ponte_a2,LOW);
    digitalWrite(ponte_b1,LOW);
    digitalWrite(ponte_b2,LOW);
  }
}
```

REFERÊNCIAS

- [1] <http://arduino.cc/en/>
- [2] HACHOUCHE, Anwar S. – Apostila Arduino Básico V1.0. Eletrogate.
- [3] BAYLE, Julien. – C Programming for Arduino. Packt Publishing. 2013.
- [4] MELO, João L. G. G. – Minicurso Arduino – UFPA. 2012.

APÊNDICE F- Experimentos



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão
Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas
Pesquisador: Rodolfo Rivelino Franco Cruz

Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica

Experimento I

Objetivo

Observar e analisar os eventos que envolvem o estudo da matemática com uso da robótica, abordando os principais elementos da estatística.

Materiais

- 1 Robô Time;
- 1 Papel 40 kg;
- 1 Pincel marcador;
- 1 Fita métrica;
- 1 Relógio / cronômetro.

Procedimentos

Inicialmente os participantes deverão preparar o ambiente para o início do experimento, fixando o papel 40 kg no solo com uma marcação denominada de linha de partida. O robô Time deverá ser acionado, iniciando assim a contagem do tempo, em segundos, até o momento em que o robô estiver totalmente parado. Quando o robô estiver parado deve-se marcar, na tabela abaixo a distância, em centímetros, percorrida da linha de partida até a sua posição final. Esse processo deverá ser repetido 5 vezes.

Tabela 01 – Amostras e média

Nº	Tempo (s)	Percorso (cm)	(Percorso – Média)	(Percorso – Média) ²
1				
2				
3				
4				
5				

Média				
--------------	--	--	--	--

Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, o aluno deverá completar o preenchimento da tabela calculando a média aritmética ($\bar{X}$) dos elementos do conjunto. Para isso, basta realizar a soma de todos elementos do conjunto e dividir pelo número de elementos (n) presentes neste conjunto. Abaixo, a fórmula geral da média aritmética.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

A variância pode ser encontrada calculando, primeiramente, a média dos quadrados das diferenças entre cada um dos elementos e a média aritmética da amostra. Observe a equação da variância:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Para encontrar o desvio padrão basta calcular a raiz quadrada da variância. Observe a equação do desvio padrão:

$$Dp = \sqrt{\sigma^2}$$

Questionário I

1 - Considerando os dados colhidos na Tabela 01, construa um gráfico de colunas que represente os números de eventos n , da primeira coluna com o percurso p , da terceira coluna.

2 - Você considera que os dados da tabela são melhor representados no gráfico? Justifique sua resposta.

3 - Diante dos resultados obtidos, construa um gráfico que represente o comportamento do deslocamento do robô em função do tempo.

4 - Qual a diferença entre o maior e o menor tempo obtido durante os testes?

5 - Qual a diferença entre o maior e o menor percurso obtido entre os testes?

6 - Qual a média da distância percorrida pelo robô entre a linha de partida e o ponto de parada após o seu acionamento?

7 - Quais motivos levaram o robô variar a distância percorrida? Quais elementos influenciaram?

Experimento II

Objetivo

Observar e analisar os eventos que envolvem o estudo da matemática com uso da robótica, abordando funções e gráficos.

Materiais

- 1 Robô Time;
- 1 Robô Carro Autônomo;
- 1 Papel 40 kg;
- 1 Pincel marcador;
- 1 Fita métrica;
- 1 Relógio/cronômetro.

Este experimento possui três procedimentos. Concluídos os procedimentos, o questionário II deverá ser respondido.

Procedimento A

O robô Time deverá ser posto no plano cartesiano desenhado no papel 40 kg, em seguida o robô deverá ser posicionado a 1 metro do gráfico.

Após o posicionamento do robô iniciam-se os acionamentos. Serão realizados cinco acionamentos, e em cada um deverá ser ajustado o tempo na programação do robô de forma aleatória.

A cada parada do robô sobre o plano cartesiano os alunos deverão registrar a posição e o percurso observando a trajetória realizada, e em seguida, responderão ao questionário referente ao experimento.

Procedimento B

Neste procedimento serão utilizados dois robôs: o robô Time e o robô Carro Autônomo. Inicialmente, um robô deverá ser posicionado sobre a linha de partida, e após acionado os alunos deverão registrar o tempo em segundos em que ele alcançou um metro. O procedimento deverá ser repetido cinco vezes com cada robô.

Procedimento C

Neste procedimento serão utilizados o robô Time e o robô Carro Autônomo. Eles deverão ser posicionados sobre o papel 40 kg de forma que o robô Carro autônomo fique 50 cm à frente do robô Time. Os robôs deverão ser acionados ao mesmo tempo.

Questionário II

1 - Considerando o Procedimento A escreva os pares ordenados de cada ponto de parada do robô.

2 - Com base no Procedimento B responda a seguinte questão: qual a média de tempo que cada um dos robôs levou para concluir o percurso?

3 - O robô Carro autônomo conseguiu alcançar o robô Time? Justifique sua resposta.

4 - Quanto tempo o robô Carro Autônomo levou para alcançar o robô Time?

5 - Suponha que o robô Time desenvolva uma velocidade constante de 3 m/s e o robô Carro Autônomo de 2 m/s. Considerando que a posição do robô Time está atrasada em 50 cm, em quanto tempo ele alcançará o robô Carro Autônomo?

6 - Suponha que o robô Time segue uma trajetória retilínea que passa entre os pontos de coordenadas (1, 4) e (5, 7). Escreva a equação da reta que representa esse trajeto:

Experimento III

Objetivo

Observar e analisar os eventos que envolvem o estudo da matemática com uso da robótica explorando os assuntos de formas geométricas, áreas e perímetros.

Materiais

- 1 Robô Seguidor de Linha;
- 1 Papel 40kg;
- 1 Pincel marcador de tinta cor preta;
- 1 Fita métrica;
- 1 Relógio.

Procedimento

Inicialmente os alunos deverão desenhar no papel 40kg algumas formas geométricas com o auxílio de um pincel de tinta cor preta, sendo elas: um retângulo, um círculo e um triângulo.

Sobre o desenho, deverá ser posto o robô Seguidor de Linha, que ao ser acionado, deverá contornar as formas geométricas. Com base neste experimento os alunos deverão responder ao questionário III.

Questionário III

- 1 - Qual o perímetro e as medidas dos lados do retângulo e do triângulo do desenho, respectivamente?

- 2 - Considerando que o raio da circunferência é de 30cm, qual é o comprimento da circunferência? Considere o valor de $\pi = 3,14$.

- 3 - Qual o raio e o diâmetro das rodas do robô Time?

- 4 - Supondo que o raio da roda do robô Time é de 34mm, em 3 voltas que a roda gira em torno de si mesma qual seria a distância percorrida?

- 5 - Se o raio da roda medisse 4,2 cm e o robô percorresse 3 metros, quantas voltas completas a roda daria em torno de si mesma?

6 - Considerando os valores reais do raio da roda do robô Time, calcule em quantas voltas completas da roda o robô percorre 3,5 metros?

7 - Calcule a área e o perímetro das figuras geométricas desenhadas neste experimento.

Experimento IV

Objetivo

Observar e analisar os eventos que envolvem o estudo da matemática com uso da robótica explorando as relações entre ângulos e Lei dos Cossenos.

Materiais

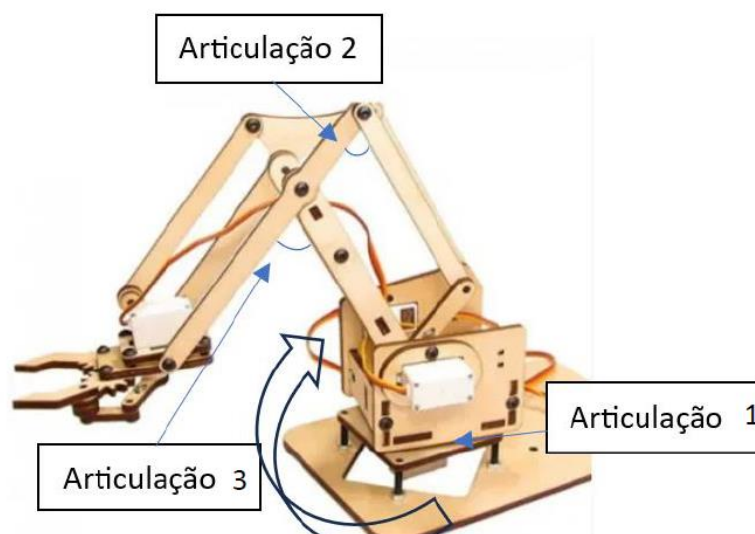
1 Robô

1 Transferidor

1 Papel 40kg;

Procedimento

Neste experimento os potenciômetros de controle alterarão a posição da garra robótica, modificando os ângulos de abertura e a rotação das partes da garra. Os participantes deverão modificar por 5 vezes a posição da garra e em seguida deverão registrar na tabela o ângulo de abertura de cada articulação. Observe a figura 1:



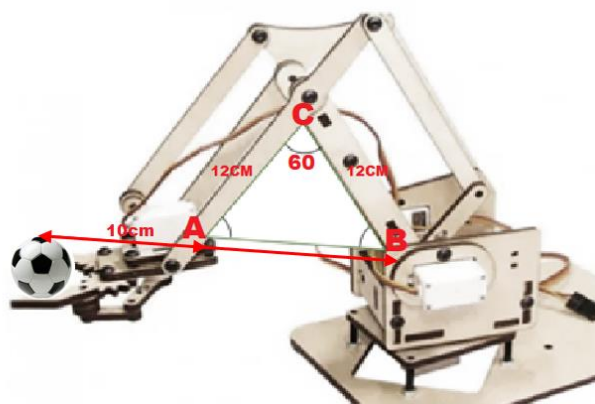
Tabela

Nº	Articulação 1	Articulação 2	Articulação 3
1			
2			
3			
4			
5			

Questionário IV

1 Sabendo que a primeira posição o ângulo formado na articulação de número 2 foi de 60 graus, observe a figura 2 e responda os itens abaixo:

Figura 2



- Qual a distância entre o ponto A e o ponto B?
- Qual a distância entre a bola e o ponto B?

APÊNDICE G - Questionário Final



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão
Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas
Pesquisador: Rodolfo Rivelino Franco Cruz

Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica

Questionário Final – Alunos

Nome: _____ Idade: _____

Endereço: _____

Leia o questionário abaixo e marque com um X a resposta que melhor representa a sua opinião.

Nº	Pergunta	Não, discordo totalmente.	Não, discordo parcialmente.	Neutro	Sim, concordo parcialmente.	Sim, concordo totalmente.
1	O estudo contribuiu para o seu aprendizado em matemática?					
2	O estudo ajudou você a perceber melhor a aplicação da matemática no dia a dia?					
3	Você teve dificuldades para resolver os problemas matemáticos propostos pelo professor?					
4	Você realizou todas as atividades propostas pelo professor?					
5	Você frequentou todas as aulas?					
6	Na sua opinião as aulas práticas de robótica tiveram um grau de dificuldade adequado?					
7	Foi possível aprender os conteúdos da robótica / eletrônica?					
8	Você teve dificuldade na montagem dos circuitos?					
9	Foi possível aprender sobre os componentes eletrônicos (arduino, protoboard, capacitor, resistor) utilizados no estudo?					
10	Na sua opinião, seria importante se a robótica fosse utilizada no ensino de outras disciplinas?					
11	O trabalho em equipe facilitou o seu aprendizado?					
12	Você teve dificuldade em trabalhar em equipe?					

13	Na sua opinião, o estudo seria mais proveitoso se as atividades fossem realizadas individualmente?					
-----------	--	--	--	--	--	--

14 - O que motivou você a permanecer no estudo Aprendizagem em Matemática com o Uso da Robótica?

- () a possibilidade de aprender matemática
 () a possibilidade de aprender robótica
 () os colegas da equipe
 () outro motivo: _____

15 – Sobre sua profissão e perspectivas profissionais, responda:

a) Você trabalha? () Não () Sim, sou _____

b) Atualmente, qual área de estudo ou profissão você pretende seguir?

() Pretendo ser _____

() Pretendo fazer curso técnico em _____

() Pretendo fazer faculdade de _____

() Pretendo fazer cursos rápidos ou profissionalizantes

() Não pretendo estudar

() Não pretendo trabalhar

() Outro. _____.

c) Antes de participar do estudo Aprendizagem em Matemática com o Uso da Robótica você pretendia seguir qual área de estudo ou profissão?

d) O estudo contribuiu de alguma forma na sua escolha? () Não () Sim. Como? _____

16 – De 1 a 5, qual nota você daria para o seu nível de satisfação com o estudo realizado?

- (1) – totalmente insatisfeito
 (2) – parcialmente insatisfeito
 (3) – indiferente / neutro
 (4) – parcialmente satisfeito
 (5) – totalmente satisfeito

17 – Comente um pouco sobre a sua experiência com o estudo.

APÊNDICE H- Avaliação Comparativa



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão
Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas
Pesquisador: Rodolfo Rivelino Franco Cruz

Aprendizagem em Matemática com Uso da Robótica

AVALIAÇÃO COMPARATIVA

1-(Prova Brasil-alterada) Um robô segue um trajeto retilíneo que passa entre os pontos de coordenadas (2,3) e (4,7). Qual é a equação da reta que representa esse trajeto?

(A) $y = 2x + 3$

(B) $4x = 7y$

(C) $y = 2x - 1$

(D) $y = \frac{x}{2} + 2$

(E) $y = \frac{x}{2} + 5$

2 - (Enem 2011). A participação dos estudantes nas competições de robótica das Escolas Públicas aumenta a cada ano. O quadro indica o percentual de medalhistas de ouro, por região, nas edições de 2015 a 2019.

Região	2015	2016	2017	2018	2019
Norte	2%	2%	1%	2%	1%
Nordeste	18%	19%	21%	15%	19%
Centro-Oeste	5%	6%	7%	8%	9%
Sudeste	55%	61%	58%	66%	60%
Sul	21%	12%	13%	9%	11%

Em relação às edições de 2015 a 2019 qual o percentual médio de medalhistas de ouro da região Norte?

(A) 1,6%

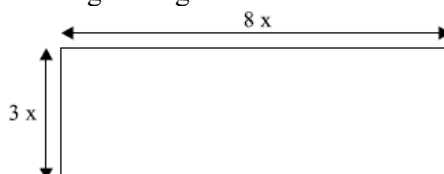
(B) 18,2%

(C) 1,4%

(D) 19,0%

(E) 21,0%

3 - (SESU 2010). O perímetro do retângulo é igual a 44 cm.



O valor de x é igual a:

(A) 2

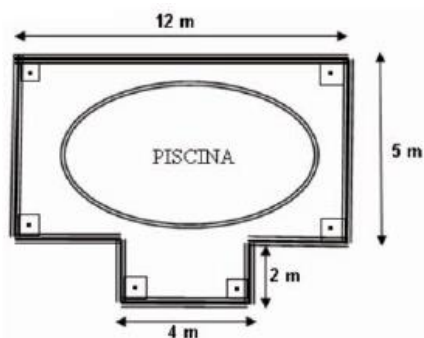
(B) 3

(C) 4

(D) 5

(E) 6

04- (SPAECE). A piscina de um hotel recebeu uma grade de proteção na faixa indicada na figura abaixo.



O comprimento total dessa grade é

- A) 84 m
- B) 68 m
- C) 38 m
- D) 30 m
- E) 12 m

05 -(SAEB- modificada) Os 2 ângulos formados pelos ponteiros de um relógio às 5 horas medem:

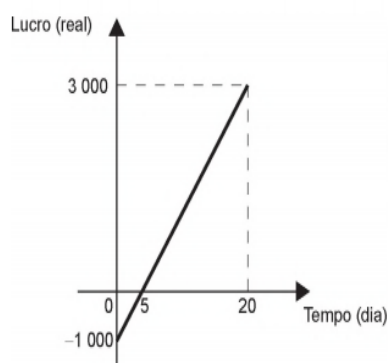
- A) 60° e 180°
- B) 120° e 160° .
- C) 140° e 150° .
- D) 150° e 210°
- E) 300° e 60°



6-(SAEB- modificada) Um robô possui um sensor que realiza 20 leituras por minuto. A função que representa a quantidade de leituras $L(t)$ em função do tempo t em minutos é:

- A) $L(t) = 20 + t$
- B) $L(t) = 20/t$
- C) $L(t) = 20t$
- D) $L(t) = 20-t$
- E) $T(l) = 1-20$

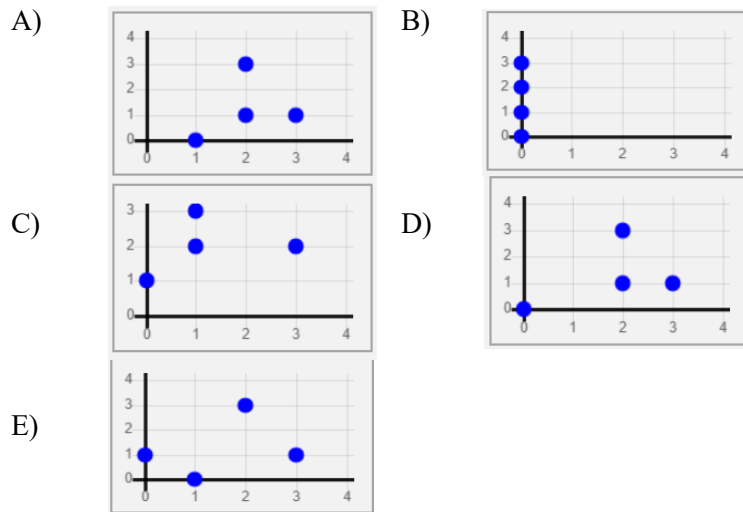
7-(Enem 2017) Em um mês, uma loja de eletrônicos começa a obter lucro já na primeira semana. O gráfico representa o lucro (L) dessa loja desde o início do mês até o dia 20. Mas esse comportamento se estende até o último dia, o dia 30.



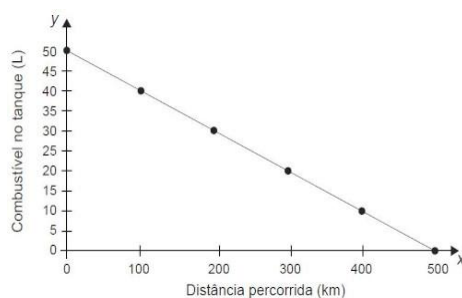
A representação algébrica do lucro (L) em função do tempo (t) é:

- A) $L(t) = 20t + 3\,000$
- B) $L(t) = 20t + 4\,000$
- C) $L(t) = 200t$
- D) $L(t) = 200t - 1\,000$
- E) $L(t) = 200t + 3\,000$

8-(SAEB- modificada) Um robô para em quatro lugares distintos. Considerando que os lugares são identificados pelas coordenadas $A(0,1)$, $B(1,0)$, $C(2,3)$ e $D(3,1)$ no plano cartesiano, o gráfico que melhor representa os lugares que o robô parou é:



9-(Enem 2018) Uma indústria automobilística está testando um novo modelo de carro. Cinquenta litros de combustível são colocados no tanque desse carro, que é dirigido em uma pista de testes até que todo o combustível tenha sido consumido. O segmento de reta no gráfico mostra o resultado desse teste, no qual a quantidade de combustível no tanque é indicada no eixo y (vertical), e a distância percorrida pelo automóvel é indicada no eixo x (horizontal).



A expressão algébrica que relaciona a quantidade de combustível no taque e a distância percorrida pelo automóvel é:

A) $y = -10x + 500$

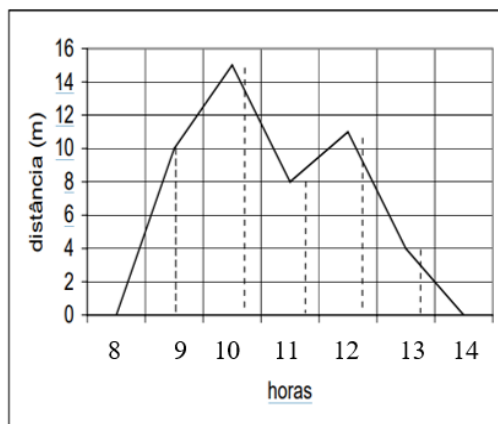
B) $y = \frac{-x}{10} + 50$

C) $y = \frac{-x}{10} + 500$

D) $y = \frac{x}{10} + 50$

E) $y = \frac{x}{10} + 500$

10 - (SAEB- modificada) O gráfico abaixo mostra a distância, em metros, que um robô está de seu ponto de partida, no período de 8h até às 14h.



Os dados indicam que o robô

A) está 8 metros longe do ponto de origem às 11 horas.

B) está mais longe do ponto de origem às 14 horas.

C) está sempre afastando-se do ponto de origem entre 8 e 14 horas.

D) estava no ponto de origem uma única vez entre 9 e 12 horas.

E) estava sempre a menos de 12 m do ponto de origem no período de 8 às 14 horas.

APÊNDICE I – Entrevista com Profissionais da Educação

06/03/2024, 00:52

QUESTIONÁRIO PARA PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO - C. E. Prof. Joaquim Santos

QUESTIONÁRIO PARA PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO - C. E. Prof. Joaquim Santos

Este questionário foi elaborado pelo pesquisador Rodolfo Franco e tem como objetivo obter informações sobre as percepções dos profissionais da educação da escola Centro de Ensino Professor Joaquim Santos em relação ao estudo APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA COM USO DA ROBÓTICA COMO PROPOSTA TECNOLÓGICA EDUCACIONAL. Os entrevistados poderão dar sugestões e partilhar opiniões, bem como informar se o estudo influenciou no desempenho, comportamento ou interesse dos estudantes em outras disciplinas.

rodolfo.franco@discente.ufma.br [Mudar de conta](#)



* Indica uma pergunta obrigatória

Enviar por e-mail *



Registrar rodolfo.franco@discente.ufma.br como o e-mail a ser incluído na minha resposta

Nome (opcional):

Sua resposta

Cargo: *

Sua resposta



https://docs.google.com/forms/d/1VIOE8GoDqnRBW7M9sJ2vVFwyTr8t9W2IEC3v4VMFx-Q/viewform?pli=1&pli=1&edit_requested=true#respon...

1/5

1 - Há quanto tempo você trabalha na escola Centro de Ensino Professor Joaquim Santos?

- ☐ menos de um ano
- ☐ 1 ano
- ☐ 2 anos
- ☐ 3 anos ou mais

2 - Em sua opinião, qual os principais problemas enfrentados pelos estudantes do C. E. Prof. Joaquim Santos que prejudicam o processo de aprendizagem?

- ☐ Falta de tecnologias na escola (computador, internet, projetor multimídia, quadro digital)
- ☐ Estrutura física da escola
- ☐ Falta de acesso a tecnologias de uso pessoal (smartphone, internet, computador)
- ☐ Uso indevido de celular/smartphone
- ☐ Falta de interesse
- ☐ Dificuldades financeiras
- ☐ Envolvimento com criminalidade ou uso de drogas
- ☐ Problemas familiares
- ☐ Problemas de saúde
- ☐ Distância da escola ou dificuldade de acesso
- ☐ Despreparo dos professores
- ☐ Outro:



3 - Você concorda que a inserção de atividades práticas em sala de aula pode ajudar o aluno a compreender melhor os conteúdos ensinados?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei
- ☐ Outro:

4 - Você considera importante o estudo da robótica na escola? Por quê?

Sua resposta

5 - Em relação ao estudo APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA COM USO DA ROBÓTICA COMO PROPOSTA TECNOLÓGICA EDUCACIONAL você percebeu alguma mudança no comportamento dos alunos, no que se refere a participação, interesse, frequência e desempenho? Por favor, comente.

Sua resposta

6 - Em algum momento você ouviu os alunos comentarem sobre o estudo? Se sim, o quê?

Sua resposta

7 - A Matemática é uma disciplina considerada complexa para muitos estudantes. Você tem alguma sugestão para melhorar o aprendizado dos estudantes em Matemática? Qual(is)?

Sua resposta



06/03/2024, 00:52

QUESTIONÁRIO PARA PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO - C. E. Prof. Joaquim Santos

8 - Você tem alguma sugestão, crítica ou elogio para o estudo citado? Comente.

Sua resposta

Enviar

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. [Denunciar abuso](#)

Google Formulários



https://docs.google.com/forms/d/1VIOE8GoDqnRBW7M9sJ2vVFwyTr8t9W2IEC3v4VMFx-Q/viewform?pli=1&pli=1&edit_requested=true#respon...

4/5

APÊNDICE J - Termo de autorização para pesquisa

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA

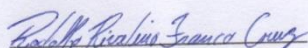
Eu, Rodolfo Rivelino Franco Cruz, professor e pesquisador, venho por meio deste, solicitar a autorização para realizar uma pesquisa integrante do trabalho de conclusão de Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas, tendo como título preliminar "**Aprendizagem Colaborativa em Matemática com Uso da Robótica como Proposta Tecnológica Educacional**", orientada pelo Professor Dr. Cícero Costa Quarto, da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

A pesquisa consiste em um estudo a ser realizado com alunos e professores do Centro de Ensino Professor Joaquim Santos, no município de Rosário-MA, com o propósito de analisar a aplicabilidade e os benefícios da robótica educacional como ferramenta pedagógica na disciplina de Matemática em contextos colaborativos. A coleta de dados será feita por meio de questionários e atividades desenvolvidas durante a disciplina eletiva Aprendizagem Colaborativa em Matemática com Uso da Robótica.

Esclareço que poderão ser solicitados, sempre que julgar necessário, esclarecimentos e explicações a respeito da pesquisa. Ademais, asseguro que a identidade dos participantes será preservada.

Agradeço a atenção e coloco-me à disposição para melhores esclarecimentos.

Rosário, 01 de agosto de 2023.

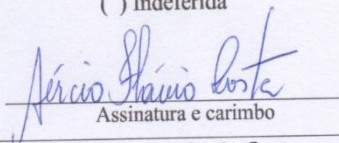

Rodolfo Rivelino Franco Cruz
Pesquisador Responsável


Cícero Costa Quarto
Professor Orientador

Solicitação:

☒ Deferida

☐ Indeferida


Assinatura e carimbo

Aercio Flavio Costa
Gestor Geral
Matrícula: 00132915-07