

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

EWERTON DE BARCELLOS JUNIOR

**UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS COM ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA ENSINO
DA MECÂNICA**

CARIACICA

2020

EWERTON DE BARCELLOS JUNIOR

**UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS COM ROBÓTICA EDUCACIONAL
PARA ENSINO DA MECÂNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com o Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Cleiton Kenup Piumbini.
Coorientador: Prof. Me. Robson Leone Evangelista.

CARIACICA

2020

(Biblioteca do *Campus* Cariacica do Instituto Federal do Espírito Santo)

B242u

Barcellos Junior, Ewerton de.

Utilização de experimentos com robótica educacional para ensino da mecânica / Ewerton de Barcellos Junior – 2020.

190 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Cleiton Kenup Piumbini.

Coorientador: Robson Leone Evangelista.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, 2020.

1. Mecânica. 2. Espaço Não-Formal. 3. Robótica Educacional 4. Arduino. I. Piumbini, Cleiton Kenup. II. Evangelista, Robson Leone. III. Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica. IV. Sociedade Brasileira de Física. V. Título.

CDD: 530.07



EWERTON DE BARCELLOS JUNIOR

**UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS COM ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA
ENSINO DA MECÂNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com o Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovado em 21 de fevereiro de 2020

COMISSÃO EXAMINADORA

Cleiton Kenup Piumbini

Prof. Dr. Cleiton Kenup Piumbini
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientador

José Bohland Filho

Prof. Dr. José Bohland Filho
Instituto Federal do Espírito Santo
Membro interno

Flávio Gimenes Alvarenga

Prof. Dr. Flávio Gimenes Alvarenga
Universidade Federal do Espírito Santo
Membro externo



EWERTON DE BARCELLOS JUNIOR

BARCELLOS JUNIOR, Ewerton de; EVANGELISTA, Robson Leone; PIUMBINI, Cleiton Kenup. **Utilização de experimentos com robótica educacional para ensino da Mecânica**. Cariacica: Ifes, 2020. 99 p.

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com o Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovado em 21 de fevereiro de 2020

COMISSÃO EXAMINADORA

Cleiton Kenup Piumbini

Prof. Dr. Cleiton Kenup Piumbini
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientador

José Bohland Filho

Prof. Dr. José Bohland Filho
Instituto Federal do Espírito Santo
Membro interno

Flávio Gímenes Alvarenga

Prof. Dr. Flávio Gímenes Alvarenga
Universidade Federal do Espírito Santo
Membro externo

AGRADECIMENTOS

Quero começar agradecendo a Deus. Foi Ele quem levantou minha cabeça e me deu força para não desistir nos momentos mais difíceis.

Agradeço imensamente a minha esposa, Fernanda da Silva Zambon, que me estimulou em todos os momentos, compreendeu minha ausência pelo tempo dedicado aos estudos, jamais me negou carinho e se desdobrou em esforços para me ajudar durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, Rosangela Ribeiro Barcellos e Ewerton de Barcellos, que fizeram de tudo para tornar os momentos difíceis mais brandos, e são meus exemplos de luta e determinação nesta vida.

Agradeço também a minha irmã Andressa Cristine Ribeiro Barcellos Borgo e minha sobrinha Jessyka Cristine Barcellos Borgo. Eu jamais serei capaz de retribuir todo o carinho, amor e incentivo que recebi de vocês.

A todos os amigos, especialmente Fernanda Bianchi Deleprani, o meu muito obrigado. Você foi fundamental para minha formação, por isso merece meu eterno agradecimento.

Sou grato a todos os professores que contribuíram com a minha trajetória acadêmica, em especial ao Professor Dr. Cleiton Kenup Piumbini e Professor Me. Robson Leone Evangelista, responsáveis pela orientação do meu projeto. Obrigado por esclarecer tantas dúvidas e serem tão atenciosos e pacientes.

Agradeço também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de financiamento 001.

RESUMO

No Ensino tradicional de Física, os professores enfrentam diversas dificuldades, entre elas, a falta de motivação dos alunos, já que as dinâmicas das aulas de Física se restringem em apresentar os assuntos contidos no plano curricular por meio de resoluções de problemas com enfoque na linguagem matemática. A fim de superar essas dificuldades, alguns professores buscam por métodos que os auxiliem a estimular a aprendizagem em suas aulas e por ferramentas que possam demonstrar, na prática, diversos conceitos que são considerados de difícil compreensão, desenvolvendo assim, habilidades importantes para o educando, como por exemplo, trabalho em equipe, autodesenvolvimento, capacidade de solucionar problemas, senso crítico e integração de disciplinas. Com essa ideia em mente, desenvolvemos nesse trabalho uma sequência didática para ser aplicada em espaços formais e não formais, utilizando a Robótica Educacional, estabelecida a partir das ideias do matemático americano Seymour Papert, e os pensamentos de Vygotsky. O projeto foi aplicado na Praça da Ciência, localizada na cidade de Vitória - ES, e é constituído por seis atividades eficazes na construção dos conhecimentos científicos dos educandos. Como produto final da dissertação, será apresentada a sequência didática do projeto com todos os materiais e programações utilizados, os quais poderão servir como referência e inspiração para que outros docentes fomentem projetos de ensino de Física na Educação Básica.

Palavras-chave: Mecânica, Espaço Não-Formal, Robótica Educacional e Arduíno.

ABSTRACT

In traditional Physics Education, teachers face several difficulties, among them, the lack of motivation of students, since the dynamics of Physics classes are restricted to presenting the subjects contained in the curricular plan through problem solving with a focus on language mathematics. In order to overcome these difficulties, some teachers look for methods that help them to stimulate learning in their classes and for tools that can demonstrate, in practice, several concepts that are considered difficult to understand, thus developing important skills for the student, as for example, teamwork, self-development, ability to solve problems, critical sense and integration of disciplines. With this idea in mind, we developed in this work a didactic sequence to be applied in formal and non-formal spaces, using Educational Robotics, established from the ideals of the American mathematician Seymour Papert, and Vygotsky's thoughts. The project was applied at Praça da Ciência, located in the city of Vitória - ES, and presents six activities effective in the construction of the students' scientific knowledge. As the final product of the dissertation, the didactic sequence of the project will be presented with all the materials and schedules used, which may serve as a reference and inspiration for other teachers to promote Physics teaching projects in Basic Education.

Keywords: Mechanics, Non-Formal Space, Educational Robotics and Arduíno.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Movimento unidimensional.....	32
Figura 2 - Gráfico da posição por tempo de um movimento retilíneo uniforme.	33
Figura 3 - Gráfico da posição por tempo de um movimento retilíneo uniforme em que a inclinação da reta tangente é igual à velocidade instantânea v	35
Figura 4 - Gráfico da aceleração em função do tempo em que a área do retângulo hachurado é a integral da aceleração.	37
Figura 5 - Gráfico da velocidade por tempo em que a área do trapézio tracejado é a integral da velocidade.	38
Figura 6 - O vetor posição \vec{r} de uma partícula é a soma vetorial de suas componentes vetoriais.	40
Figura 7 - A distância percorrida por uma bola de basquete em queda livre sofre influência da aceleração da gravidade.	44
Figura 8 - Um par de forças ação/reação.	46
Figura 9 - Forças que atuam sobre o bloco enquanto ele permanece em equilíbrio.	47
Figura 10 - Praça da Ciência, Vitória, ES - Brasil.	52
Figura 11 - Carros Robô com plataforma Arduino.	55
Figura 12 - Circuito de lona.	56
Figura 13 - Aplicação da atividade I na Praça da Ciência.	59
Figura 14 - Aplicação da atividade II na Praça da Ciência.	60
Figura 15 - Aplicação da atividade III na Praça da Ciência.	61
Figura 16 - Desafio da atividade III na Praça da Ciência.	62
Figura 17 - Aplicação da atividade IV na Praça da Ciência.	63
Figura 18 - Aplicação da atividade V na Praça da Ciência.	64
Figura 19 - Exemplo de questionário respondido pelo visitante.	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das categorias de respostas.....	70
Quadro 2 - Classificação das faixas etárias dos visitantes.....	70
Quadro 3 - Categorização das respostas dos visitantes com até 5 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final.	71
Quadro 4 - Categorização das respostas dos visitantes a de 6 a 10 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final.	72
Quadro 5 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final..	73
Quadro 6 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final.	74
Quadro 7 - Categorização das respostas dos visitantes de 19 a 48 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final.	75
Quadro 8 - Categorização das respostas dos visitantes com até 5 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.	76
Quadro 9 - Categorização das respostas dos visitantes de 6 a 10 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.	77
Quadro 10 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.	78
Quadro 11 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.	79
Quadro 12 - Categorização das respostas dos visitantes de 19 a 48 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.	80
Quadro 13 - Categorização das respostas dos visitantes com até 5 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.	82
Quadro 14 - Categorização das respostas dos visitantes de 6 a 10 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.	82
Quadro 15 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.	83
Quadro 16 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.	83
Quadro 17 - Categorização das respostas dos visitantes de 19 a 48 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.	84

Quadro 18 - Categorização das respostas dos visitantes com até 5 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.	85
Quadro 19 - Categorização das respostas dos visitantes de 6 a 10 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.	86
Quadro 20 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.	87
Quadro 21 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.	87
Quadro 22 - Categorização das respostas dos visitantes de 19 a 48 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.	88
Quadro 23 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 5 do questionário final.	89
Quadro 24 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 5 do questionário final.	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 1.	76
Gráfico 2 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 2.	81
Gráfico 3 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 3.	85
Gráfico 4 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 4.	89
Gráfico 5 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 5.	91

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	14
1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL DA PESQUISA.....	18
2.2 OBJETIVO GERAL DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	18
2.2.1 Objetivos Específicos.....	18
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1 TEORIA VYGOTSKIANA.....	19
3.1.1 Relações de Desenvolvimento e Aprendizagem segundo Vygotsy.....	20
3.1.2 A Relação do brinquedo e da brincadeira na Teoria Vigotskiana.....	21
3.2 CONSTRUCIONISMO DE SEYMOUR PAPERT.....	25
3.2.1 A diferença entre o Construtivismo e o Construcionismo.....	27
3.3 TIPOS DE EDUCAÇÃO.....	27
3.3.1 Educação formal, não formal e informal.....	28
3.3.2 Os espaços não-formais da educação.....	29
4 TÓPICOS DE MECÂNICA	31
4.1 MOVIMENTO UNIDIMENSIONAL.....	32
4.1.1 Posição e Deslocamento.....	32
4.1.2 Velocidade média e Velocidade escalar média.....	33
4.1.3 Velocidade Instantânea.....	34
4.1.4 Aceleração.....	35
4.1.5 Movimento retilíneo uniformemente variado.....	37
4.2 MOVIMENTO COM MAIS DE UMA DIMENSÃO.....	39
4.2.1 Posição e Deslocamento.....	39
4.2.2 Velocidade média e instantânea.....	40
4.2.3 Aceleração média e instantânea.....	41
4.3. MECÂNICA NEWTONIANA.....	41
4.3.1 A Primeira Lei de Newton.....	42
4.3.2 A Segunda Lei de Newton.....	43
4.3.3 A Terceira Lei de Newton.....	45
4.4 ATRITO.....	47
5. METODOLOGIA	49

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	49
5.1.1 Pesquisa Qualitativa	49
5.1.1 Pesquisa-Ação	49
5.2 CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO	52
5.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA	52
5.4 OS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS UTILIZADOS	53
5.4.1 Observação Participante	53
5.4.2 Questionário Final.....	54
5.5 METODOLOGIA USADA PARA ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....	54
5.5.1 Análise de conteúdos	54
5.6 CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DE ATIVIDADES	55
5.7 A ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	57
5.8 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	58
5.8.1 Atividade I: Espaço percorrido, deslocamento e posição	58
5.8.2 Atividade II: Determinação da velocidade	60
5.8.3 Atividade III: Ponto de Encontro	61
5.8.4 Atividade IV: Aceleração dos corpos	62
5.8.5 Atividade V: Movimento com atrito	63
5.8.6 Atividade VI: Cabo de guerra	64
6. RESULTADOS E ANÁLISES	66
6.1. RELATO DA ATIVIDADE DESLOCAMENTO, ESPAÇO PERCORRIDO E POSIÇÃO E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS	66
6.2. RELATO DA ATIVIDADE, DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA, E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS	67
6.3. RELATO DA ATIVIDADE PONTO DE ENCONTRO E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS	67
6.4. RELATO DA ATIVIDADE ACELERAÇÃO DOS CORPOS E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS	68
6.5. RELATO DA ATIVIDADE MOVIMENTO COM ATRITO E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS	68
6.6. RELATO DA ATIVIDADE CABO DE GUERRA E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS	69
6.7. ANÁLISE DAS RESPOSTAS A CADA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL	70
6.7.1. Pergunta 01	71

6.7.2 Pergunta 02	76
6.7.3 Pergunta 03	81
6.7.4 Pergunta 04	85
6.7.5 Pergunta 05	89
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO FINAL	101
APÊNDICE B - ROTEIROS DE ATIVIDADES ROBÓTICA EDUCACIONAL	102
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO	123
ANEXO A – PROGRAMAÇÕES DAS ATIVIDADES	125

APRESENTAÇÃO

Minha vida acadêmica iniciou-se em março de 2009, ao entrar para o curso de Graduação em Bacharelado em Física na UFES, que foi concluído em julho de 2014. Durante esse período, para cada disciplina específica do curso que eu realizava, fui descobrindo o gosto pelas práticas em laboratório, que me levaram aos desafios da iniciação científica realizada durante os anos de 2010 até 2014 no Laboratório de Materiais Carbonosos da UFES (LMC). Naquele momento, eu tive a vivência em atuar em um laboratório de Física e perceber os benefícios que aquele universo era capaz de me conceder. Minha linha de pesquisa foi sobre: carvão ativado a partir do endocarpo de babaçu para ser utilizado na purificação da água. Esse projeto me proporcionou muitas experiências, como participação em congressos e publicações de artigos científicos.

Já familiarizado com as práticas no laboratório e com o tema carvão ativado, escrevi a monografia com o título: “Adsorção de poluentes em materiais carbonosos”, um projeto em parceria com um grupo de pesquisa da Engenharia Ambiental.

No ano de 2014 comecei a lecionar Física para os alunos de Ensino Médio e Robótica para alunos do Ensino Fundamental em uma rede particular de ensino. Desde então, procurei aprimorar minhas aulas com a inclusão da robótica educacional, buscando motivar os alunos no estudo das Ciências, incentivando a participação deles nas olimpíadas de robótica, principalmente na FIRST® LEGO® League (FLL) e Olimpíadas Brasileira de Robótica (OBR). A preparação dos alunos para os torneios me proporcionou usar a Robótica Educacional e o seu caráter multidisciplinar para tratar de assuntos ligados à Física e a outras áreas do conhecimento, tais como, História, Geografia e Matemática.

Em junho de 2015, para auxiliar na minha formação acadêmica e profissional, iniciei um curso de complementação pedagógica na área da Educação em Física. Concluí o curso em dezembro de 2015.

No ano de 2017 tive a oportunidade de ingressar no Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Como já tinha pretensões de desenvolver um trabalho para contribuir

para uma melhor formação dos educandos do Ensino Médio na área de Física utilizando Robótica Educacional, os professores Cleiton Kenup Piumbini e Robson Leone Evangelista me apresentaram o desafio de trabalharmos com Robótica Educacional utilizando a plataforma Arduíno, uma ideia inspirada nas obras de Seymour Papert. Aceitei o desafio por acreditar que uma aula mais dinâmica e prática, contribui para a formação de um cidadão bem mais autônomo e participativo na sociedade.

Nesses anos de profissão, tenho observado que os alunos demonstram pouco interesse na disciplina de Física, e apenas alguns apresentam curiosidades na área. Apoiado nesse fato e na possibilidade de construir atividades na Mecânica, desenvolvemos nesse trabalho algumas propostas de práticas, que utilizam robôs, com a plataforma Arduíno, aplicadas em um espaço não-formal. Utilizamos como referencial norteador as ideias de Papert e Vygotsky, com o propósito de desenvolver conceitos da Mecânica através do uso da Robótica Educacional e da interação social entre os alunos.

1 INTRODUÇÃO

A robótica é uma área de pesquisa multidisciplinar, pois abrange muitos conhecimentos e conceitos de diferentes áreas do ensino, tendo como recurso a construção e manipulação de robôs para desempenhar as mais variadas tarefas (JONES, 1999). A utilização de robôs é cada vez mais comum para auxiliar os seres humanos nas diversas situações presentes no cotidiano e em vários outros ramos, como os das pesquisas espaciais. Os robôs inicialmente foram criados para desempenhar funções consideradas repetitivas para um ser humano (NEHMZOW, 2000).

Um pensamento bastante comum atualmente, é o de associar a robótica diretamente ao mundo da tecnologia de ponta e dos cálculos avançados, considerando-a como um objeto que se encontra fora da realidade da maioria das pessoas. Esse fato está longe de ser verdade, pois a robótica está cada vez mais presente em ambientes domésticos, industriais, escolares, hospitalares, militares, automotivos, entre outros e no ambiente escolar com uma particularidade, pois quando bem aplicada, pode potencializar o interesse do aluno para a aprendizagem, especialmente na disciplina de Física.

Prevendo as possíveis vantagens que a robótica proporcionaria ao ser aplicada como uma ferramenta de aprendizagem, o matemático americano Seymour Papert, em 1964, no Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), desenvolveu um método de ensino, denominado Robótica Educacional que visava fazer com que o aluno desenvolvesse a aprendizagem de forma multidisciplinar, estimulando sua criatividade e inteligência ao construir ou interagir com o objeto desta aprendizagem, neste caso, um dispositivo robótico, totalmente programável. Essa ideia ganhou uma maior repercussão na década de 1980, quando Papert criou a tartaruga de solo, um robô programado na linguagem LOGO, que por meio do uso de computadores, manuseados por alunos, era capaz de desenhar diferentes figuras geométricas. Para o matemático, quando ocorria uma interação com o robô, o aluno necessitava de certas ações que eram eficazes no processo de construção do conhecimento, uma vez que manipulava os conceitos e isso colaborava para o seu desenvolvimento mental. Essa visão construcionista de Papert apresenta potencial de modificar as técnicas de ensino tradicional, fazendo com que o aluno assuma um papel ativo na construção do seu conhecimento, tornando a Robótica Educacional um método que estimula a

aprendizagem e possibilita ao professor utilizá-la como uma ferramenta que demonstra, na prática, diversos conceitos, muitas vezes, de difícil compreensão, motivando o aluno a observar, abstrair e inventar. A Robótica Educacional também pode aguçar a curiosidade dos alunos e promover uma interação entre eles, através de propostas de trabalhos em grupos. No Ensino Médio, por exemplo, já existem projetos envolvendo o uso de kits educacionais compostos por blocos de montar e módulo de comando ou por plataformas de prototipagem eletrônica de hardware livre, dedicados ao uso em sala de aula.

Os robôs utilizados com o intuito educacional normalmente apresentam microcontroladores, microprocessadores, atuadores, sensores de toque, sensores de proximidade, câmeras, display de LED, entre outros aparatos, que permitem a interação dos alunos tanto com os robôs, tanto com o ambiente onde estão inseridos. Durante as aulas, para dar significado a conceitos como espaço percorrido, deslocamento, posição, velocidade e aceleração, o professor de Física pode usar os robôs, aliados a atividades previamente definidas com o intuito de propiciar uma melhor compreensão por parte dos seus alunos.

O uso da Robótica Educacional pode proporcionar um intercâmbio de significados fundamental para a aprendizagem e, conseqüentemente, para o desenvolvimento cognitivo do aluno. Baseando-se nisso, utilizamos várias situações elaboradas com robô de baixo custo, como motivador, para o ensino de alguns conceitos de Mecânica, unindo à robótica a práticas educacionais no Ensino da Física, na tentativa de proporcionar ao educando uma melhor formação.

Ainda que alguns artigos indiquem que a Robótica Educacional é uma boa ferramenta que auxilia o aprendizado significativo (FERNANDES et al., 2018; CAMPOS, 2017; FERREIRA et al., 2016), poucas são as escolas que têm a possibilidade de adquirir os kits de robótica. Alguns dos motivos que podem ocasionar este fato estão associados à dificuldade de aquisição dos equipamentos e o alto custo de alguns kits educacionais. Diante dessa situação e compreendendo a importância que esse equipamento possui no desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem mais contextualizado e tecnológico, elaboramos a proposta de atividades utilizando robôs com a plataforma Arduino, que aborda alguns conteúdos da Mecânica, na tentativa de proporcionar uma

metodologia diferenciada de ensino.

A sequência didática, o detalhamento de sua proposta, bem como a metodologia e os materiais utilizados, são apresentados em dois Apêndices como produto da presente dissertação de mestrado profissional, servindo de referência para outros docentes que pretendam desenvolver projetos semelhantes. Essas atividades foram aplicadas na Praça da Ciência, um espaço não-formal, localizada na cidade de Vitória – ES.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL DA PESQUISA

Avaliar a construção de conceitos referentes à Mecânica, utilizando propostas de atividades baseadas na Robótica Educacional para visitantes de um espaço não-formal.

2.2 OBJETIVO GERAL DO PRODUTO EDUCACIONAL

Utilizar experimentos envolvendo Robótica Educacional de baixo custo para auxiliar a compreensão de conceitos de Mecânica e proporcionar a integração dos visitantes em um espaço não-formal.

2.2.1 Objetivos Específicos

- Estimular o interesse do visitante na disciplina de Física através do uso da Robótica;
- Divulgar a ciência Física em um espaço não-formal;
- Apresentar o uso de novas tecnologias;
- Diferenciar espaço percorrido, deslocamento e posição;
- Relacionar os conceitos deslocamento e tempo com a grandeza velocidade escalar média;
- Identificar a variação da velocidade no decorrer do tempo e associar tal fenômeno a aceleração;
- Identificar que a força de atrito depende das superfícies envolvidas;
- Avaliar a direção e o sentido da força resultante sobre o corpo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa Dissertação de mestrado teve como proposta de trabalho a utilização de kits de robótica contendo robôs com a plataforma Arduino em atividades baseada na Robótica Educacional criada a partir das ideias do matemático Seymour Papert e na interação entre os próprios visitantes, e os robôs, baseados nas ideias de Lev Vygotsky, sendo aplicado em um espaço não-formal.

Este capítulo discute a teoria de aprendizagem sob a perspectiva sócio-cultural de Vygotsky e a aprendizagem mediada pelo construcionismo de Papert.

3.1 TEORIA VYGOTSKIANA

Vygotsky (1988) defende ideias construtivistas e destaca que a aprendizagem significativa só ocorre quando o indivíduo interage com objetos ou com outros indivíduos. Ele relata nas teses, presentes em suas obras, a relação indivíduo/sociedade, na qual afirma que as características humanas não fazem parte do indivíduo desde o seu nascimento, mas são resultados das relações entre homem e sociedade, pois quando o homem passa a modificar o meio, com o intuito de entender suas necessidades básicas, ele transforma a si mesmo.

Toda criança nasce apenas com funções psicológicas elementares e no decorrer do aprendizado da cultura, essas funções sofrem transformações, que passam a ser funções psicológicas superiores, sendo responsáveis pelo controle consciente do comportamento, da ação intencional e da liberdade do indivíduo no que diz respeito às características do momento e do espaço presente.

Um conceito não se forma pela interação de associações, mas mediante a uma operação intelectual na qual as funções elementares participam de uma combinação específica. A palavra dirige essa operação intelectual para centrar ativamente a atenção, abstrair certos traços, sintetizá-los e simbolizá-los por meio de símbolos. (VYGOTSKY, 1988, p. 82).

O desenvolvimento psicológico do ser humano é influenciado pelo outro, que indica, delimita e adiciona significados à realidade. Dessa maneira, indivíduos que não apresentam um desenvolvimento total se apropriam dos comportamentos e culturas da

sociedade em que é inserido. O desenvolvimento só acontece quando o processo de interiorização das funções psicológicas ocorre. Exemplo disso, é a aprendizagem da linguagem, que auxilia na assimilação de novas memórias.

Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo mediador é incorporado à sua estrutura como uma parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo. (VYGOTSKY, 1988, p. 59).

Na tese referente à base biológica do funcionamento psicológico, o cérebro desempenha um papel principal, pois ele controla a atividade mental, sendo interpretado como um sistema aberto, podendo ser modificado estruturalmente e funcionalmente no decorrer da história e essas mudanças não necessariamente necessitam de uma modificação física do órgão.

A mediação entre seres humanos e estes com o mundo, utilizando signos e técnicas, é considerada por Vygotsky (1988) como uma das suas teses e está presente em toda a vida humana. A linguagem, segundo o autor, é um signo de extrema importância, que quando é interiorizada e passa a ter algum significado, constrói a consciência e interfere no modo de sentir, pensar e agir do indivíduo. Com a utilização da fala podemos determinar e organizar as atividades práticas e funções psicológicas.

Em uma atividade prática, envolvendo uma coletividade de indivíduos, a pessoa é capaz de obter seu desenvolvimento quando consegue usar a fala e os objetos físicos presentes em sua cultura, com ênfase nos conhecimentos histórico-culturais já produzidos e que fazem parte do seu cotidiano.

3.1.1 Relações de Desenvolvimento e Aprendizagem segundo Vygotsky

Em seus estudos, Vygotsky (1988) afirma que a criança inicia o seu aprendizado nos seus anos iniciais (antes da idade escolar) e o aprendizado adquirido na escola introduz novos elementos que auxiliam ainda mais o seu desenvolvimento. Em um processo de aprendizagem contínua, ocorrem evoluções qualitativas nos níveis de aprendizagem devido às relações sociais. Vygotsky (1988) identificou dois tipos de desenvolvimento.

Quais sejam:

1- Desenvolvimento Real: são aquelas funções ou capacidades que a criança já têm consolidadas e que são capazes de realizar sem o auxílio de outro indivíduo.

2 - Desenvolvimento Potencial: são aquelas funções ou capacidades que a criança só é capaz de realizar com o auxílio de outro indivíduo.

Para o caso do desenvolvimento potencial, a interação entre indivíduos é de extrema importância, pois a criança aprende através do diálogo, colaboração, imitação, etc. A distância que existe entre os níveis de desenvolvimentos é chamada de zona de desenvolvimento potencial (ou zona de desenvolvimento proximal). Neste período a criança utiliza um apoio como auxílio até ser capaz de fazer as atividades por conta própria. Vygotsky afirma que “aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã” (VIGOTSKY, 1988, p. 98).

A zona de desenvolvimento proximal é de grande importância, pois auxilia a pesquisa do desenvolvimento e ajuda no plano educacional infantil, podendo avaliar o desenvolvimento individual. Na zona cooperativa do conhecimento, o mediador auxilia a criança a transformar o desenvolvimento potencial em desenvolvimento real, através de elaboração de estratégias pedagógicas, evoluindo assim, o seu aprendizado. A criança já nasce com o desenvolvimento e a aprendizagem interligados e o meio físico ou o meio social interfere no aprendizado, fazendo com que a criança já ingresse no ambiente escolar com alguns conhecimentos adquiridos. A escola será uma ferramenta que irá auxiliar no desenvolvimento de novos conhecimentos. Dessa maneira, o conhecimento pode ser dividido em dois grupos: os conceitos cotidianos ou espontâneos, que são adquiridos no dia a dia da criança através de experiências pessoais (observações, manuseios e vivências diretas) e os conceitos científicos, que só são adquiridos em sala de aula (são aqueles que não estão disponíveis pela observação ou de maneira imediata).

3.1.2 A Relação do brinquedo e da brincadeira na Teoria Vigotskiana

Os estudos realizados por Vygotsky (1988) sobre o desenvolvimento e o aprendizado mostraram uma grande importância do brinquedo e da brincadeira no ambiente escolar.

O autor enfatiza que o brinquedo não deve ser somente um objeto que proporciona o prazer para uma criança, uma vez que outras atividades podem proporcionar o mesmo prazer, e vale salientar que alguns jogos só se tornarão prazerosos se o indivíduo alcançar resultados favoráveis. Além disso, as crianças na idade final da pré-escola definem um brinquedo como “interessante”, quando vencem o jogo ou, quando elas alcançam um resultado que as satisfaçam. Mesmo que o brinquedo não proporcione prazer à criança, Vygotsky afirma que a sua utilização é de suma importância para auxiliar o desenvolvimento infantil.

A maturação das necessidades é um tópico predominante nessa discussão, pois é impossível ignorar que a criança satisfaz certas necessidades no brinquedo. Se não entendermos o caráter especial dessas necessidades, não podemos entender a singularidade do brinquedo como forma de atividade (VYGOTSKY, 1988, p. 106).

Dessa maneira, é coerente afirmar que as relações de aprendizado e desenvolvimento através das interações sociais já estão presentes na vida da criança desde muito cedo. Para Vygotsky (1988), com o tempo, as interações vão se tornando mais fortes e começam a influenciar de maneira mais construtiva o processo de maturação, desse modo, são representadas através do ato de brincar, de maneira que a criança crie seu próprio mundo, o “imaginário”.

Esse mundo imaginário em que criança se relaciona e satisfaz os seus desejos não realizáveis, é denominado por Vygotsky (1988) como brinquedo. Utilizando a imaginação é que a criança desenvolve o brinquedo, constrói coisas inatingíveis e momentâneas para suprir suas necessidades de maneira fantasiosa.

A autora Kishimoto (2005) define ato de brincar como sendo uma “situação imaginária” infantil e sua mudança ocorre de acordo com a necessidade de cada faixa etária, ela afirma ainda que:

[...] Um brinquedo que interessa a um bebê deixa de interessar a uma criança mais velha. Dessa forma, a maturação dessas necessidades é de suma importância para entendermos o brinquedo da criança como atividade singular. As crianças querem satisfazer certos desejos que muitas vezes não podem ser satisfeitos imediatamente. [...] Como a criança pequena não tem a capacidade de esperar, cria um mundo ilusório, onde os desejos irrealizáveis podem ser realizados. (KISHIMOTO, 2005, p.60).

Portanto, somente na idade pré-escolar que as situações imaginárias são alcançadas, por se tratarem de atos conscientes. Contudo, isso não indica que os desejos não possíveis de serem realizados serão atendidos pela imaginação. A brincadeira desempenha o papel de ser uma busca satisfatória ou de ser uma fuga ilusória de uma situação negativa. Vygotsky trata a experiência que a criança obtém durante a realização de uma situação fora da realidade como sendo um guia para seu comportamento. O autor expõe que:

Na vida, a criança comporta-se sem pensar que ela é irmã de sua irmã. Entretanto no jogo em que as irmãs brincam de “irmãs”, ambas estão preocupadas em exibir seu comportamento de irmã; o fato de as duas irmãs terem decidido brincar de irmãs induziu-as a adquirir regras de comportamento. Somente aquelas ações que se ajustam a essas regras são aceitáveis para a situação de brinquedo: elas se vestem como, falam como, enfim, tudo aquilo que enfatiza suas relações como irmãs à vista de adultos e estranhos (VYGOTSKY, 1988, p. 108).

De fato, mesmo em situações imaginárias, as regras criadas garantem a interação na brincadeira e foi dito por Kishimoto (2005, p. 61), “o brinquedo que comporta uma situação imaginária também comporta uma regra. Não uma regra explícita, mas uma regra que a própria criança cria”.

Tendo esse conceito como base, quando ocorrem situações em que há imaginação, existirão regras que, no início estão ocultas. Em algumas situações elas podem estar presentes, mas o que importa para a criança são situações que elas vivenciam. No decorrer do tempo, as regras começam a surgir com o desenvolvimento do indivíduo, sendo cada vez mais claro a sua importância, desprezando o imaginário. Assim, as regras passam a ser um meio que auxilia a criança a se organizar mentalmente, selecionando e julgando certas ações.

Para a criação de seu estilo e sua personalidade, a criança utiliza o brinquedo, criando novos desejos que serão realizados por ele, acarretando, desse modo, em seu desenvolvimento real. Portanto, o que hoje é uma simples brincadeira para a criança será, no futuro, um meio de lidar com as situações, tornando-a capaz de descobrir formas de agir perante à sociedade.

Em resumo, o brinquedo cria na criança uma nova forma de desejos. Ensina a desejar, relacionando seus desejos a um “eu” fictício, ao seu papel no jogo e suas regras. Dessa maneira, as maiores aquisições de uma criança são conseguidas no brinquedo, aquisições que no futuro tornar-se-ão seu nível básico de ação real e moralidade (VYGOTSKY, 1988, p. 114).

Para Vygotsky, o brinquedo é uma ferramenta que possibilita a criança desenvolver vários sentidos, pois trabalha com o imaginário, capacitando a criança a superar as adversidades presentes em seu mundo real. Assim, utilizando o brinquedo é possível identificar as funções que já estão presentes na vida real da criança, isto é, aquelas que já estão incorporadas, mas ela ainda não evidencia total conhecimento, e com o passar do tempo, irão amadurecer e se tornarão parte de sua personalidade, possibilitando o desenvolvimento dessa etapa.

Apesar de a relação brinquedo-desenvolvimento poder ser comparada a relação instrução-desenvolvimento, o brinquedo fornece ampla estrutura básica para mudanças das necessidades e da consciência. A ação na esfera imaginativa, numa situação imaginária, a criação das intenções voluntárias e a formação dos planos da vida real e motivações volitivas - tudo aparece no brinquedo, que se constitui, assim, no mais alto nível de desenvolvimento pré-escolar (VYGOTSKY, 1988, p.117).

O ato de brincar torna-se uma influência direta na construção do pensamento infantil por ser considerado um ato intencional e consciente. Inicialmente, ele é considerado uma ação imaginária de origem próxima a uma situação real por se relacionar a uma lembrança que já aconteceu. Isso é claramente observado quando um menino imita as ações de seu pai ao brincar de carrinho. O brinquedo sempre apresenta um propósito, pois é quem define o jogo e retrata o verdadeiro significado para a atividade. É utilizando o brinquedo, por conseguinte, que a criança torna-se livre para escolher suas ações. Entretanto, como existem regras, na maioria dos brinquedos, as crianças ficam presas a elas, transformando o sentimento de liberdade em algo superficial e fictício.

Além disso, o ato de brincar pode ser interpretado de modo divergente para as diferentes faixas etárias da criança. Por exemplo, até os três anos de idade, ela enxerga a brincadeira como algo presente em sua realidade, já que não possui maturidade necessária para diferenciar o real do imaginário, definindo o brinquedo da forma como a criança o vê. Com o passar do tempo, ocorre uma maior interação com o ambiente, pois a criança cria relações capazes de separar o imaginário do real. Proporciona-se, assim, um novo significado ao brinquedo, desvinculando dos objetos o controle das ações e passando essa tarefa para as ideias.

É importante ressaltar que a criança não é obrigada a utilizar sempre um brinquedo, mas

o seu uso auxilia muito em seu desenvolvimento, proporcionando uma mudança na consciência e nas necessidades infantis.

Todavia, o brinquedo não necessariamente está presente de maneira constante no imaginário e na realidade da criança, haja vista que o mundo dela não é um mundo de brinquedo, porém, ela os têm inseridos. Ademais, a criança constrói uma ligação direta entre a ação e o significado do brincar, visto que, por meio da brincadeira, a criança fantasia o objeto da maneira que ela quiser.

Portanto, para Vygotsky, nenhuma brincadeira é exímia de organização e não estão ligadas diretamente ao fato de proporcionar prazer. Ao conectar o mundo imaginário ao mundo real, a criança desenvolve a criatividade. Para o autor, o ato de utilizar o brinquedo e a brincadeira faz com que a criança desenvolva, durante a vida, diversos potenciais, dentre eles o seu caráter. Utilizando a brincadeira, o indivíduo aprende regras de comportamento, além de, se relacionar socialmente. Em suma, Vygotsky afirma que a brincadeira desenvolve a personalidade da criança, tornando-a capaz de agir perante as situações da vida e desenvolver o conhecimento do que é certo e errado.

3.2 CONSTRUCIONISMO DE SEYMOUR PAPERT

Seymour Papert, matemático do laboratório de inteligência artificial do MIT, criou, a partir das ideias do construtivismo cognitivo de Piaget, seu próprio princípio, denominado de construcionismo. Para Papert, a construção do conhecimento e desenvolvimento era possível através da utilização do computador como ferramenta de auxílio (ALMEIDA, 2000).

Papert considerava que era de extrema importância, em um ambiente computacional, as iniciativas, expectativas, necessidades, ritmos de aprendizagem e interesses individuais dos alunos, estimulando as conexões entre o novo conhecimento, que está em construção, e conceitos do seu domínio, de maneira a usar para tal a sua intuição (BASTOS, 2002).

Segundo Valente (2003), Papert defende duas ideias sobre a construção do conhecimento que se diferenciam das ideias de Piaget, já que afirma que só ocorre o

aprendizado se o próprio indivíduo o fizer e a construção de algo de seu interesse só acontece quando ele estiver motivado.

Valente (2003) defende que a diferença fundamental entre os dois métodos de construção de conhecimento é a utilização do computador como principal ferramenta. Quando o aluno utiliza o computador, são necessárias algumas ações muito eficazes na construção do conhecimento, devido à manipulação de conceitos que auxiliam no desenvolvimento mental.

Assim, o Construcionismo, minha reconstrução pessoal do Construtivismo, apresenta como principal característica o fato que examina mais de perto do que os outros –ismos educacionais a ideia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. Também leva mais a sério a ideia de construir na cabeça reconhecendo mais de um tipo de construção (algumas delas tão afastadas de construções simples como cultivar um jardim) e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados (PAPERT, 1994, p.127-128).

Segundo Papert (1994), o objetivo do construcionismo é uma maior aprendizagem envolvendo o mínimo de ensino, tornando-se mais eficaz quando as crianças alcançam o conhecimento que precisam por si mesmas.

Papert e sua equipe, na década de 1980, criaram a primeira versão da linguagem de programação LOGO, pioneira na aplicação da psicologia cognitiva em informática direcionada à educação e com o objetivo de dar a possibilidade à criança de executar instruções ao computador para que assim, ele execute as ações determinadas por ela. Essa linguagem possibilita à criança programar de maneira mais prazerosa e com isso potencializar a aprendizagem (PAPERT, 1994).

Para Papert (1985) as sociedades atuais oferecem recursos de baixa qualidade para as crianças, tornando o estímulo de pensar, fraco. Para o autor, o uso do computador pode mudar completamente essa situação. A simples atividade utilizando uma tartaruga pode tornar melhor o ato de pensar sobre o pensar, uma vez que programar uma tartaruga nos leva a pensar no que fazemos e o que gostaríamos que ela fizesse. Desta maneira, ensinar a tartaruga a agir pode nos fazer refletir sobre as nossas ações e pensamentos.

3.2.1 A diferença entre o Construtivismo e o Construcionismo

As visões de Piaget e Papert sobre aprendizagem são importantes teorias na área educacional. Existe, no entanto, uma grande diferença entre elas. Segundo Ackerman (2002), na teoria de Piaget é captado cada maneira de pensar das crianças em seus diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo. Seu foco é em como as pessoas aprendem quando há uma mudança de contexto do raciocínio concreto para o abstrato. As crianças adquirem a sua própria visão do mundo, que é diferente da dos adultos, e muda com a vivência de novas experiências. Piaget trabalha com a possibilidade de entender o processo de mudança interna nas crianças, denominando-as de epistêmicas.

Ackerman (2002) relata que a teoria de Piaget retrata muito bem os diferentes estágios da aprendizagem, mas não demonstra os métodos para aperfeiçoá-los. Em contrapartida, Papert adota o método do “aprender a aprender”, dando ênfase ao “pôr a mão na massa” como pré-requisito, ou seja, a aprendizagem ocorre de maneira prática. O objetivo de Papert é observar como os indivíduos se relacionam com suas próprias representações e a facilidade na construção dos conhecimentos que essas relações proporcionam. O uso das ferramentas, mídias e do contexto é bastante enfatizado pelo autor no desenvolvimento humano.

Em sua teoria, Papert admite o conhecimento de aspectos mais concretos, onde as ideias são projetadas e materializadas com o intuito de ocorrer a aprendizagem. Utilizando como exemplo um jogo de xadrez, para Piaget o importante é como o jogador tenta conquistar a vitória, já para Papert, o importante são as suas conquistas. Em resumo, Piaget enfatiza o processo e Papert enfatiza o que acontece de fato.

3.3 TIPOS DE EDUCAÇÃO

O objetivo desse capítulo é ter uma breve descrição dos diálogos didáticos realizado em espaços de Educação Não Formal. Para alcançar tal objetivo, partiremos de uma análise das principais características das categorias de educação.

Logo após a análise, iniciaremos uma breve compreensão de como surgiram os principais espaços de Educação Não Formal em nosso país, como por exemplo, os Museus e os Centros de Ciências. Com fundamento neles focaremos nossa atenção no seu papel educacional e suas possíveis contribuições para a Educação Formal, através de ações realizadas nesses espaços.

3.3.1 Educação Formal, Não Formal e Informal

A educação que adquirimos durante nossas vidas está presente em diversas formas e níveis, sendo dividida em 3 perspectivas diferentes: Educação Formal, Educação Não Formal e Educação Informal (GOHN, 1999; 2006; VALENTE, 1995). Esses tipos de educação muitas vezes são definidos ao espaço onde acontecem. No entanto, alguns autores (GOHN, 2006; TRILLA, 1995) defendem a ideia que os aspectos de outras dimensões são úteis para analisar as relações entre elas.

A Educação Formal ocorre no ambiente escolar e é necessário um currículo estruturado de maneira cronológica e hierárquica, para uma organização dos conteúdos. Para a Educação Não Formal não é necessário o uso desse tipo de currículo, porém, ela proporciona a aprendizagem de certos conteúdos em espaços fora do ambiente escolar. Desta maneira, a Educação Não Formal pode ser considerada um método que auxilia a Educação Formal, uma vez que, utilizando atividades previamente organizadas, tem a intenção de educar. E por fim, a Educação Informal está relacionada com os ensinamentos que o indivíduo adquiriu no seu dia a dia, sem um planejamento ou intenção prévia.

Para a compreensão mais clara das diferenças existentes entre os tipos de educação, Gohn (2006) propõe uma série de questionamentos com o objetivo de determinar os campos de atuação e os atributos desses tipos de educação e, utilizando uma análise comparativa entre elas, é válido estudar a contribuição da Educação Não Formal no processo de educação.

O primeiro questionamento de Gohn (2006) foi: “Quem é o educador em cada campo de educação que estamos tratando?” Na Educação Formal, o educador é principalmente o

professor. Na Educação Não Formal, o papel do educador é designado ao indivíduo com quem se interage, como os colegas, professores e monitores desses espaços. Já na Educação Informal, o papel de educador é atribuído a todos os indivíduos presentes em nossa volta, ou seja, família, amigos, vizinhos, etc.

Para os questionamentos “Onde se educa? Qual é o espaço físico territorial onde transcorrem os atos e os processos educativos?” (GOHN, 2006), na Educação Formal são as escolas e universidades, espaços normatizados legalmente. Na Educação Não Formal é qualquer local fora da escola em que existam processos interativos intencionais de educação. Por outro lado, o Espaço Informal é todo o local que exista uma interação entre a família e amigos.

Quando a discussão é sobre a maneira de se educar e em quais situações e contextos, Gohn (2006) estabelece que a Educação Formal está relacionada com regras e padrões previamente estabelecidos. Quando se fala de Educação Não Formal a mesma é relacionada à ideia de grupos isolados interagindo em situações criadas por esses eles próprios, em que, através da participação dos integrantes dos grupos, ocorre a aprendizagem, a transmissão ou a troca de conhecimentos. Já na Educação Informal a aprendizagem é totalmente espontânea, não há regras e só depende das relações sociais que cada indivíduo tenha.

Com isso podemos concluir que a Educação Formal tem como resultado o aprendizado de forma mais efetiva, só assim o indivíduo é capaz de avançar para níveis mais elevados de estudo, com o objetivo de alcançar algumas titulações. Na Educação Não Formal é esperada uma série de resultados, como a consciência de como agir em grupos; uma visão mais ampla do mundo; preparar o indivíduo para a vida e para seus possíveis problemas; renovar sua autovalorização, para que reconheça, de maneira independente, as suas diferenças e ter o controle de suas próprias ações para melhor interpretar o mundo.

3.3.2 Os espaços não formais da educação

A terminologia “espaço não-formal” é utilizada atualmente por pesquisadores em

Educação, professores em geral e profissionais que têm como objetivo divulgar, de maneira científica, lugares, fora do ambiente escolar, onde é possível ocorrer práticas educativas.

Entretanto, a definição do que seria um espaço não-formal é um pouco mais complexa do que se pensa. O nome 'espaço não-formal' é constantemente utilizado para definir local onde ocorrem uma Educação Não Formal, mas a conceitualização do termo não é óbvia.

Para obter uma definição do que é um espaço não-formal, primeiramente deve se conceituar o que é um espaço formal de Educação. O espaço formal são os Institutos Escolares da Educação Básica e do Ensino Superior, definidas na Lei 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, ou seja, é a escola, com suas salas de aula, laboratórios, quadras de esportes, biblioteca, pátio, cantina e refeitório.

Ainda que a escola seja considerada um espaço formal, não podemos referenciá-la diretamente a uma fundamentação teórica e características metodológicas que ilustram um determinado tipo de ensino. O espaço formal é apenas um local onde o ensino ocorre de maneira formal, garantida por lei e sempre organizada de maneira padrão.

Tendo em vista que o espaço formal é sempre considerado um espaço escolar, podemos concluir que o espaço não-formal é todo o local diferente de um espaço escolar, onde ocorre uma ação educacional. Essa definição parece simples, todavia, existem vários lugares considerados não escolares. Há algumas indagações a respeito de espaços formais e não formais como "Qualquer local fora da escola pode ser considerado um espaço não formal?"; "Existem espaços considerados não formais e informais de educação?" e "O que pode definir cada espaço?". Esses questionamentos nos levam a perceber que, semelhante às discussões sobre a conceituação de educação formal, não formal e informal, a definição sobre o espaço não-formal ainda continua sendo fonte de estudos.

Podemos dividir os espaços não-formais em duas categorias: locais que são instituições e locais que não são instituições. Podemos definir como instituições os locais

regulamentados, onde existem equipes técnicas responsáveis pelas atividades, como por exemplo, os Museus, Centros de Ciências, Parques Ecológicos, Parques Zoobotânicos, Jardins Botânicos, Planetários, Institutos de Pesquisas, Aquários, Zoológicos, dentre outros. Os locais que não apresentam uma estrutura institucional, mas podem adotar práticas educativas, são denominados locais não institucionais, como por exemplo, teatros, parques, casa, rua, praça, terreno, cinema, praia, campo de futebol, e outros. De forma mais simples, podemos denominar as instituições de ensino como espaços formais e os locais não institucionalizados, em que a educação não é formal como sendo espaços não-formais.

Alguns espaços não-formais de Educação têm auxiliado pesquisas que envolvam uma relação entre os espaços não-formais e a educação formal do Brasil. Os zoológicos, por exemplo, são considerados locais com boas condições para projetos que envolvam educação ambiental, os museus e os centros de ciências têm se destacado por colaborar no envolvimento da comunidade escolar com a cultura científica.

4 TÓPICOS DE MECÂNICA

O universo, e tudo que nele se encontra, está em constante movimento. Se analisarmos o planeta Terra podemos observar que uma pessoa, no decorrer do seu dia, provavelmente já caminhou, correu, dirigiu um carro ou andou de bicicleta, sendo essas ações, diferentes formas de movimento. Podemos observar também que se estivéssemos sentados vendo um filme em nossas casas e olhássemos para o céu perceberíamos que as nuvens se encontram em movimento em relação a nós e durante uma noite estrelada poderíamos observar ao longo de algumas horas que as estrelas possuem um movimento aparente no céu.

Dessa forma, podemos inicialmente definir o movimento do corpo como sendo a variação da sua posição no decorrer do tempo e a sua trajetória sendo descrita como o conjunto das sucessivas posições ocupado pelo corpo no decorrer do tempo.

4.1 MOVIMENTO UNIDIMENSIONAL

Quando o movimento ocorre em uma única dimensão, estamos nos referindo a um movimento unidimensional.

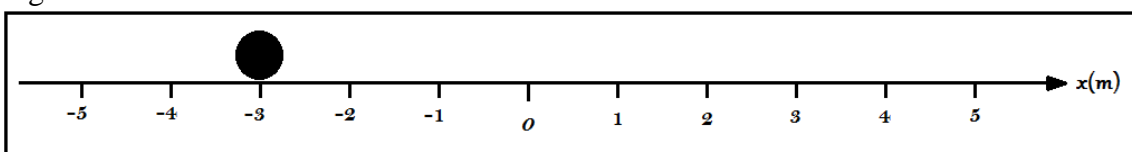
4.1.1 Posição e Deslocamento

Quando dizemos que é preciso localizar um objeto, isso significa que precisamos determinar sua posição em relação a um referencial. Por convenção adotamos o ponto zero sendo a origem do eixo. A posição é dita positiva quando o objeto se encontra após a origem do eixo e negativa quando se encontra antes da origem do eixo. Por exemplo, um objeto se encontra na posição $x = -3 \text{ m}$, isso significa que ele está localizado a 3 metros antes da origem do eixo x .

A descrição de um movimento só é possível se adotarmos inicialmente um referencial. Para o caso do movimento unidimensional (Figura 1) a trajetória é uma reta em que a origem do referencial é indicada pelo ponto O . Quando uma partícula, ao longo dessa reta, movimenta-se da posição inicial x_0 para a posição final x é dito que ocorreu um deslocamento Δx , em que

$$\Delta x = x - x_0 \quad (4.1.1)$$

Figura 1 - Movimento unidimensional.



Fonte: Autor (2019).

Quando Δx for maior que zero, o deslocamento é a favor do sentido de orientação da trajetória e o movimento é denominado progressivo. Quando Δx for menor que zero, o deslocamento é contrário ao sentido de orientação da trajetória e o movimento é denominado retrógrado. Podemos destacar que o deslocamento só depende das posições iniciais e finais em que o corpo se encontra. Por exemplo, se um carro encontra-se na posição $x_0 = 5 \text{ m}$ e move-se para a posição $x = 2 \text{ m}$, então:

$$\Delta x = 2 - 5 = -3 \text{ m} \quad (4.1.2)$$

Nesse exemplo dizemos que o deslocamento do carro é no sentido decrescente da trajetória.

4.1.2 Velocidade Média e Velocidade Escalar Média

O movimento uniforme é considerado o movimento mais simples, sendo uma reta no gráfico $x(t)$, expressada por:

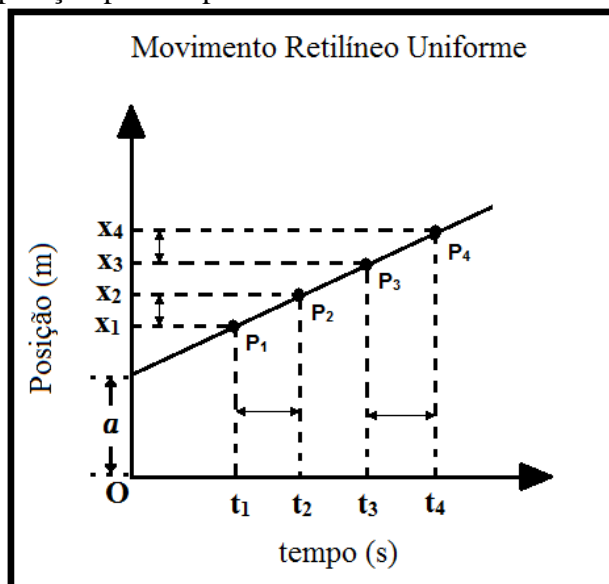
$$x(t) = a + bt \quad (4.1.3)$$

Este tipo de movimento apresenta para intervalos de tempos iguais, $\Delta t = t_4 - t_3 = t_2 - t_1$, deslocamentos iguais, $\Delta x = x_4 - x_3 = x_2 - x_1$ (Figura 2). Dessa forma, a velocidade média v_m do movimento é definida por

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (4.1.4)$$

ou seja, é a razão entre o deslocamento Δx e o intervalo de tempo Δt em que esse deslocamento ocorre.

Figura 2 - Gráfico da posição por tempo de um movimento retilíneo uniforme.



Fonte: Autor (2019).

Graficamente, v_m representa a inclinação (coeficiente angular) da reta que une dois pontos específicos na curva x x t . A unidade de medida no Sistema Internacional para

v_m é o metro por segundo (m/s). É possível utilizar outras unidades de medida, mas elas sempre apresentarão a mesma estrutura, sendo a unidade de comprimento por unidade de tempo.

Para um instante inicial igual à zero ($t_0 = 0$), podemos escrever a posição sendo:

$$x(0) = x_0 \quad (4.1.5)$$

e obter, através da equação (4.1.4), a função horária da posição do movimento retilíneo uniforme:

$$x(t) = x_0 + vt \quad (4.1.6)$$

Outra grandeza utilizada para medir a “rapidez” ou “lentidão” de uma partícula é chamada velocidade escalar média (v_{em}). A velocidade escalar média é descrita em termos da distância total percorrida (d), ou seja:

$$v_{em} = \frac{d}{\Delta t} \quad (4.1.7)$$

A utilização da v_{em} é bastante comum no nosso cotidiano. O GPS, por exemplo, ao calcular a velocidade do veículo, não utiliza o deslocamento e sim a distância total percorrida na trajetória em um intervalo de tempo.

Em um movimento, se valor de Δx for igual ao valor de d , podemos observar que $v_m = v_{em}$. Entretanto, ao observamos um objeto partindo de uma posição x_1 e se movimentando para a posição x_2 , percorrendo uma distância d_1 e logo em seguida partindo da posição x_2 e se movimentando para a posição x_1 , percorrendo uma distância d_2 , constatamos que a distância total percorrida pelo objeto é $d = d_1 + d_2$ e o deslocamento $\Delta x = 0$. Neste caso, $v_m = 0$ e $v_{em} = \frac{d}{\Delta t}$.

4.1.3 Velocidade Instantânea

Ao observamos o movimento de um corpo, não seríamos capazes de perceber alterações mensuráveis de sua velocidade para intervalos de tempo próximos a zero. Dessa maneira, quanto menor for o intervalo de tempo utilizado, a velocidade média ficará mais próxima do valor da velocidade instantânea (v) do corpo, ou seja, para Δt

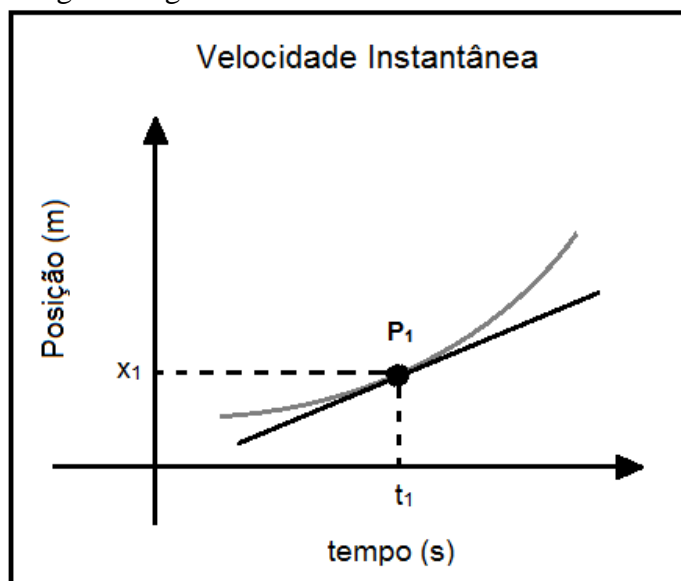
tendendo a zero temos que

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (4.1.8)$$

Através desta equação, notamos que a velocidade instantânea v é a derivada de x em relação à t , sendo $v(t)$ a inclinação da curva (ou o coeficiente angular da reta tangente à curva).

Podemos também encontrar o valor da velocidade instantânea através do gráfico da posição do corpo em função do tempo. Por exemplo, desejamos encontrar a velocidade de um corpo no ponto P_1 específico (Figura 2). Ao pegarmos intervalos de tempo Δt cada vez menores, ou seja, no limite $\Delta t \rightarrow 0$, a inclinação da reta entre P_1 e P_2 torna-se igual à inclinação da reta tangente da curva do ponto P_1 (Figura 3). Desta forma, podemos dizer que no gráfico posição por tempo no movimento retilíneo, a velocidade instantânea em qualquer ponto da curva é igual à reta tangente neste ponto.

Figura 3 - Gráfico da posição por tempo de um movimento retilíneo uniforme em que a inclinação da reta tangente é igual à velocidade instantânea v .



Fonte: Autor (2019).

4.1.4 Aceleração

Se no decorrer de sua trajetória uma partícula sofrer variação de velocidade, dizemos que a partícula está sujeita a uma aceleração. Para o movimento que acontece ao longo de um eixo qualquer, a aceleração média a_m é definida como sendo a variação da

velocidade em função do tempo, expressa por:

$$a_m = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (4.1.9)$$

Quando a_m for maior que zero, podemos observar que a aceleração é a favor do sentido de orientação da trajetória. E quando a_m for menor que zero, podemos observar que a aceleração é contrária ao sentido de orientação da trajetória. Denominamos um movimento sendo acelerado quando a aceleração é a favor do sentido de orientação da velocidade e retardado quando a aceleração for contrária ao sentido de orientação da velocidade.

Se durante o movimento da partícula adotarmos Δt tendendo a zero, o valor da aceleração média se aproxima de um valor limite, sendo

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{v(t + \Delta t) - v(t)}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right) = \frac{dv}{dt} \quad (4.1.10)$$

onde $a(t)$ é denominada de aceleração instantânea. Podemos definir também que $a(t)$ é a derivada da velocidade em relação ao tempo t .

Substituindo a equação (4.1.8) na equação (4.1.10), teremos que:

$$a(t) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (4.1.11)$$

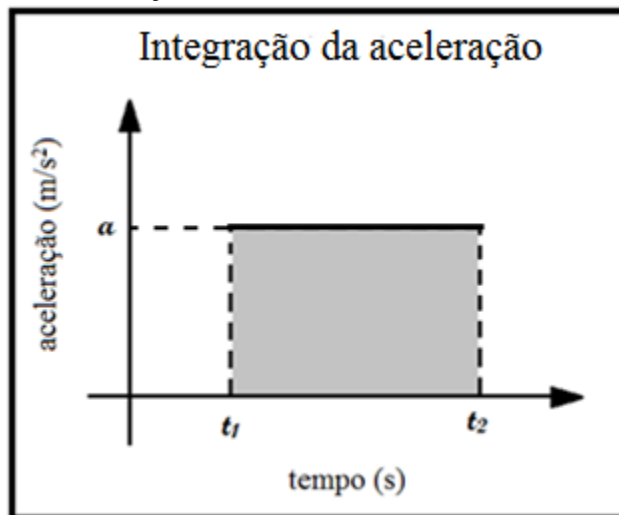
Em outras palavras, podemos definir que a aceleração da partícula é a derivada segunda de sua posição $x(t)$ em relação ao tempo t . A unidade no Sistema Internacional de Medidas para expressar aceleração é o metro por segundo ao quadrado (m/s^2).

A curva de um gráfico da aceleração pode ser dividida em N pequenos retângulos muito curtos de modo que em cada um deles a aceleração é praticamente constante. Ao somarmos a área de todos os pequenos retângulos obtemos a variação da velocidade entre t_1 e t_2 . No limite de Δt tendendo a zero, temos que:

$$v(t_2) - v(t_1) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sum_{k=1}^N [a(t)]_k \Delta t = \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt = a(t_2 - t_1) \quad (4.1.12)$$

que também é interpretada como sendo a área delimitada pela curva de $x(t)$ e o eixo Ot (Figura 4).

Figura 4 - Gráfico da aceleração em função do tempo em que a área do retângulo hachurado é a integral da aceleração.



Fonte: Autor (2019).

4.1.5 Movimento retilíneo uniformemente variado

A característica do movimento uniformemente variado é apresentar uma aceleração. Assim, temos que:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = a = \text{const.} \quad (4.1.13)$$

Na condição de aceleração constante, temos que a aceleração média é igual à aceleração instantânea e podemos reescrever a Eq. 4.1.9 da seguinte maneira:

$$a = a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad (4.1.14)$$

Adotando v_0 sendo a velocidade referente ao tempo $t_0 = 0$ e v representando a velocidade em qualquer instante posterior a t_0 , podemos reescrever a Eq. 4.1.14 como sendo:

$$v = v_0 + at \quad (4.1.15)$$

Fazendo o caminho contrário em relação a Eq. (4.1.8), encontramos que a variação da posição da partícula em relação ao intervalo de tempo é a integral definida de $v(t)$

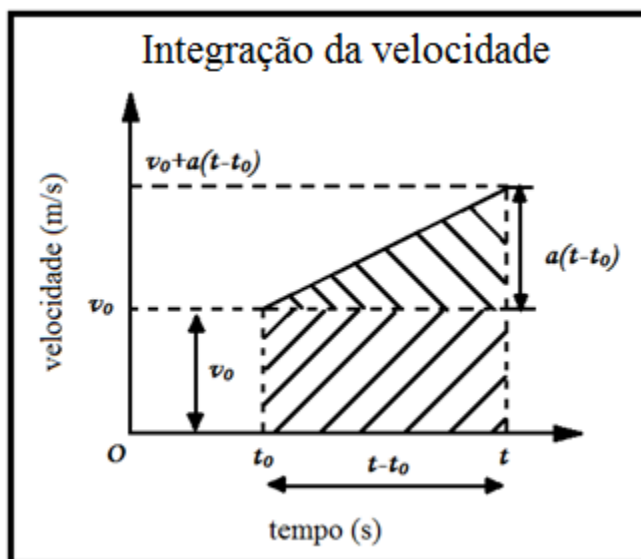
entre os extremos t_0 e t , representado pela notação

$$x(t) - x(t_0) = \int_{t_0}^t v(t) dt \quad (4.1.16)$$

Através da Figura 5, podemos observar que a integral definida de $v(t)$ é área do trapézio, podendo ser calculada através da soma da área do retângulo tracejado com a área do triângulo tracejado:

$$\int_{t_0}^t v(t) dt = \frac{1}{2} a (t - t_0) (t - t_0) + v_0 (t - t_0) \quad (4.1.17)$$

Figura 5 - Gráfico da velocidade por tempo em que a área do trapézio tracejado é a integral da velocidade.



Fonte: Autor (2019).

Comparando as Eq. (4.1.16) e (4.1.17) obtemos

$$x(t) - x(t_0) = \frac{1}{2} a (t - t_0) (t - t_0) + v_0 (t - t_0) \quad (4.1.18)$$

Analogamente à Eq. (4.1.5), definimos

$$x(0) = x_0 \quad (4.1.19)$$

como sendo a posição inicial. Dessa maneira, reescrevemos a Eq. (4.1.18) e encontramos a lei horária do movimento retilíneo uniformemente acelerado sendo:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (4.1.20)$$

Podemos expressar também a velocidade no movimento uniformemente variado. Substituindo a Eq. (4.1.15) na Eq. (4.1.20) obtemos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \quad (4.1.21)$$

A Eq. (4.1.21) é utilizada quando não sabemos o tempo gasto pelo corpo para percorrer a trajetória e não precisamos determiná-lo.

4.2 MOVIMENTO COM MAIS DE UMA DIMENSÃO

O movimento unidimensional apresenta inúmeras aplicações, mas os movimentos existentes no mundo são mais complexos. Um carro de corrida realizando uma curva na pista, um planeta em órbita em torno do Sol e uma ginasta realizando seus saltos são alguns exemplos de movimentos com duas ou mais dimensões.

4.2.1 Posição e Deslocamento

Para localizarmos uma partícula ou um corpo que se comporte como uma partícula utilizamos o seu vetor posição \vec{r} , um vetor que se estende de um ponto do referencial até a partícula. Podemos escrevê-lo, utilizando notação de vetores unitários, como

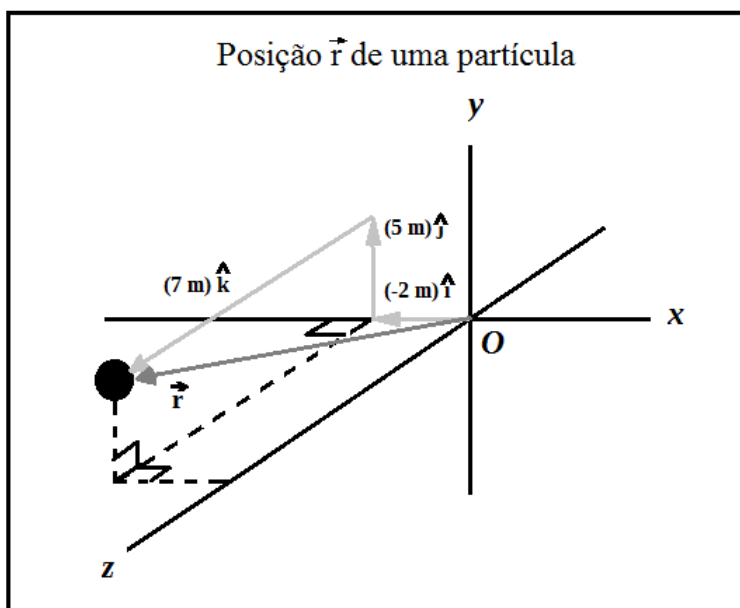
$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k} \quad (4.2.1)$$

onde $x\hat{i}$, $y\hat{j}$ e $z\hat{k}$ são as componentes vetoriais de \vec{r} e x , y e z (coordenadas retangulares) são suas componentes escalares que fornecem a localização da partícula ao longo do eixo de coordenadas em relação à origem. Na Figura 6, por exemplo, uma partícula está localizada na posição

$$\vec{r} = (-2 \text{ m})\hat{i} + (5 \text{ m})\hat{j} + (7 \text{ m})\hat{k} \quad (4.2.2)$$

sendo suas coordenadas retangulares $(-2 \text{ m}, 5 \text{ m}, 7 \text{ m})$.

Figura 6 - O vetor posição \vec{r} de uma partícula é a soma vetorial de suas componentes vetoriais.



Fonte: Autor (2019).

Enquanto ocorrer o movimento da partícula, seu vetor posição apresentará diferentes valores de suas coordenadas retangulares. Podemos definir \vec{r}_1 e \vec{r}_2 como sendo os vetores posição inicial e final da partícula e o seu deslocamento vetorial é a diferença entre esses vetores posição, ou seja,

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \quad (4.2.3)$$

Pela notação de vetores unitários, a Eq. 4.2.3 pode ser reescrita sendo

$$\Delta\vec{r} = (x_2 - x_1)\hat{i} + (y_2 - y_1)\hat{j} + (z_2 - z_1)\hat{k} \quad (4.2.4)$$

O vetor deslocamento também pode ser escrito substituindo as diferenças das coordenadas retangulares pelo Δ de cada:

$$\Delta\vec{r} = \Delta x\hat{i} + \Delta y\hat{j} + \Delta z\hat{k} \quad (4.2.5)$$

onde Δx , Δy e Δz são, respectivamente, as variações da posição da partícula nos eixos x , y e z .

4.2.2 Velocidade Média Instantânea

Quando a partícula se move, podemos medir o quão rápido é esse movimento através da relação entre o deslocamento vetorial $\Delta\vec{r}$ e o intervalo de tempo Δt em que isso ocorre. A grandeza que expressa essa “rapidez” é a velocidade média vetorial e podemos definir como

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}. \quad (4.2.6)$$

Através da Eq. 4.2.6 podemos perceber que a direção e o sentido de \vec{v}_m são os mesmos do deslocamento $\Delta \vec{r}$. Utilizando a Eq. 4.2.5 para reescrever a Eq. 4.2.6 obtemos

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta x \hat{i} + \Delta y \hat{j} + \Delta z \hat{k}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \hat{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t} \hat{j} + \frac{\Delta z}{\Delta t} \hat{k} \quad (4.2.7)$$

Como visto no capítulo 4.1.3, quando discutimos sobre velocidade instantânea, utilizamos Δt igual à zero. A cada momento em que Δt se aproxima de zero, notamos que o vetor velocidade média se aproxima de um valor limite, sendo

$$\vec{v}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt} \hat{i} + \frac{dy}{dt} \hat{j} + \frac{dz}{dt} \hat{k} \quad (4.2.8)$$

Dessa maneira, definimos que a velocidade vetorial instantânea \vec{v} pode ser escrita como a derivada de $\Delta \vec{r}$ em função do tempo.

4.2.3 Aceleração Média e Instantânea

Definimos o vetor aceleração média \vec{a}_m sendo a variação do vetor velocidade em função do tempo, ou seja,

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}(t + \Delta t) - \vec{v}(t)}{\Delta t} \quad (4.2.9)$$

Se durante o movimento da partícula adotarmos Δt tendendo a zero, o valor da aceleração média se aproxima de um valor limite, sendo

$$\vec{a}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{\vec{v}(t + \Delta t) - \vec{v}(t)}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \right) = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (4.2.10)$$

onde $\vec{a}(t)$ é denominada de aceleração instantânea. Então, podemos definir também que $\vec{a}(t)$ é a derivada da velocidade instantânea \vec{v} em relação ao tempo t , ou seja,

$$\vec{a}(t) = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \frac{d^2 x}{dt^2} \hat{i} + \frac{d^2 y}{dt^2} \hat{j} + \frac{d^2 z}{dt^2} \hat{k} \quad (4.2.11)$$

Através da Eq. (4.2.11) podemos observar que a aceleração vetorial instantânea também pode ser descrita sendo a derivada segunda do vetor posição.

4.3 MECÂNICA NEWTONIANA

Os primeiros estudos que relacionavam força e aceleração foram desenvolvidos por

Isaac Newton (1647-1727). O estudo dessa relação é denominado de Mecânica Newtoniana e é dividida em três leis básicas do movimento.

A Mecânica Newtoniana é comumente utilizada no estudo da relação entre uma força e a aceleração que ela provoca, sendo substituída pela teoria da relatividade especial de Einstein se os corpos apresentarem uma velocidade muito elevada durante a relação entre eles é substituída pela mecânica quântica, quando os corpos que interagem entre si apresentarem estruturas da escala atômica (por exemplo, elétrons de um átomo).

4.3.1 A Primeira Lei de Newton

Antes da formulação da mecânica Newtoniana, pensava-se que o estado natural de um corpo era quando ele estivesse em repouso, e para que esse corpo iniciasse um movimento, era necessária a ação de uma força sobre ele, puxando-o ou empurrando-o. Se essa força não fosse mais aplicada no corpo, ele naturalmente pararia.

Esses conceitos eram plausíveis. Se você empurrar um caixa de madeira e em seguida cessar essa ação, ela irá deslizar sobre uma superfície de concreto, diminuindo sua velocidade até parar. Para que o movimento da caixa sobre a superfície apresente velocidade constante, é necessário empurrá-lo ou puxá-lo continuamente.

Entretanto, se for realizado esse mesmo movimento com a mesma caixa de madeira sobre uma pista de gelo, ao cessar a ação da força, a caixa deslizará por uma distância maior em comparação à situação anterior. É possível observar que para superfícies maiores e mais escorregadias, a caixa de madeira alcança distâncias maiores, antes de parar. Por fim, podemos pensar em uma superfície sem a ação da força de atrito, no qual o bloco não diminuísse sua velocidade.

De acordo com essas observações, podemos concluir que um corpo é capaz de manter seu movimento com velocidade constante se a resultante das forças que agem sobre ele for igual à zero. Desta maneira, temos a primeira das três leis de Newton: se as forças resultantes que agem em um corpo forem iguais a zero, sua velocidade será constante e sua aceleração será nula. Isso significa que o corpo que está em repouso permanecerá

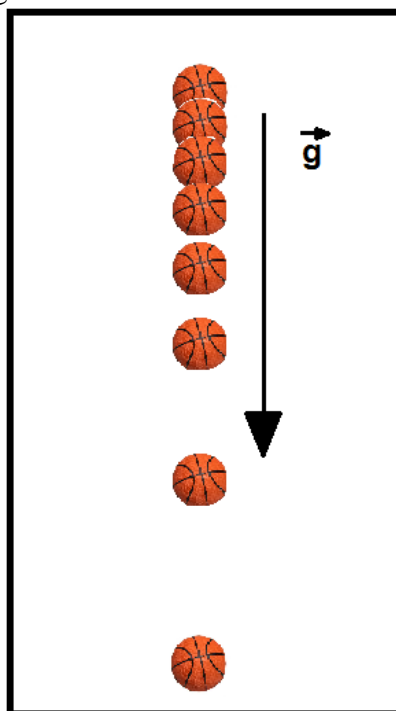
em repouso e que o corpo que está em movimento permanecerá em movimento retilíneo e uniforme desde que sobre ele a resultante das forças seja igual à zero.

Essa lei não é válida para qualquer referencial. Somente é válida para os referenciais denominados inerciais, ou seja, referenciais em que os corpos não apresentem mudanças no seu estado de movimento, a não ser que forças externas sejam aplicadas sobre esses eles. Podemos observar também que se um corpo estiver em um referencial em movimento retilíneo uniforme em relação a outro corpo em um referencial inercial, ele também é inercial.

4.3.2 A Segunda Lei de Newton

Uma das implicações da 1ª lei de Newton é que a variação da velocidade \vec{v} de um corpo em relação a um referencial inercial é devido à ação de forças. Por exemplo, uma bola de basquete em queda livre apresenta uma aceleração constante igual à aceleração da gravidade g , onde g é vertical e dirigida para baixo (Figura 7). Podemos observar que a força (atração gravitacional) também é vertical, dirigida para baixo e constante para um dado corpo. Isto indica que a aceleração proveniente da resultante das forças que atuam no corpo é proporcional a esta mesma resultante das forças, ou seja, $\vec{a} = k\vec{F}_{res}$. Percebemos que corpos diferentes sofrendo a ação da mesma resultante das forças, em geral, produzem acelerações diferentes. Portanto, podemos concluir que o coeficiente k tem a função de medir uma propriedade presente em cada corpo.

Figura 7 - A distância percorrida por uma bola de basquete em queda livre sofre influência da aceleração da gravidade.



Fonte: Autor (2019).

Para acelerar ou frear um carro é necessária uma força muito maior que a utilizada para a mesma ação em uma bicicleta, quando comparamos a mesma variação de velocidade no mesmo intervalo de tempo. Por essa razão, dizemos que um carro apresenta uma inércia muito maior que uma bicicleta, resistindo, portanto, muito mais à variação de velocidade. Por assim dizer, o coeficiente k corresponde ao inverso da massa inercial m e temos que a proporcionalidade entre a aceleração e a força para um corpo é:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{res}}{m}. \quad (4.3.1)$$

As definições e experiências podem ser resumidas em uma única sentença: a força resultante sobre um corpo é igual ao produto da massa pela sua aceleração. No formato de equação,

$$\vec{F}_{res} = m\vec{a}. \quad (4.3.2)$$

A equação da segunda lei de Newton, mesmo sendo simples, deve ser utilizada com bastante atenção. A força \vec{F}_{res} é a soma vetorial de todas as forças que estão sendo aplicadas sobre o corpo. Forças que atuam em outros corpos que estejam envolvidos em uma dada situação não devem ser incluídas na soma vetorial.

Em relação ao Sistema Internacional (SI) de unidades, a Eq. 4.3.2 nos diz que

$$(1 \text{ kg}).(1 \text{ m/s}^2) = 1 \text{ kg.m/s}^2 = 1 \text{ N.} \quad (4.3.3)$$

A Eq. 4.3.2 não foi à primeira fórmula proposta por Newton para a sua 2ª lei. Newton começou definindo o que chamou na época de quantidade de movimento ou momento sendo “A quantidade de movimento é a medida do mesmo, que se origina conjuntamente da velocidade e da massa” (NUSSENZVEIG, 2002, p. 72). Podemos, então, definir o momento de uma partícula sendo o produto de sua massa por sua velocidade, ou seja,

$$\vec{p} = m\vec{v}. \quad (4.3.4)$$

Se adotarmos um sistema em que m não varia com o tempo, a derivada da Eq. 4.3.4 em função do tempo é:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \quad (4.3.5)$$

e comparando a Eq. 4.3.5 com a Eq. 4.3.2, temos

$$\vec{F}_{res} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (4.3.6)$$

fornecendo a formulação da 2ª lei feita por Newton, dentre outras palavras, a força resultante é considerada sendo a taxa de variação temporal do momento.

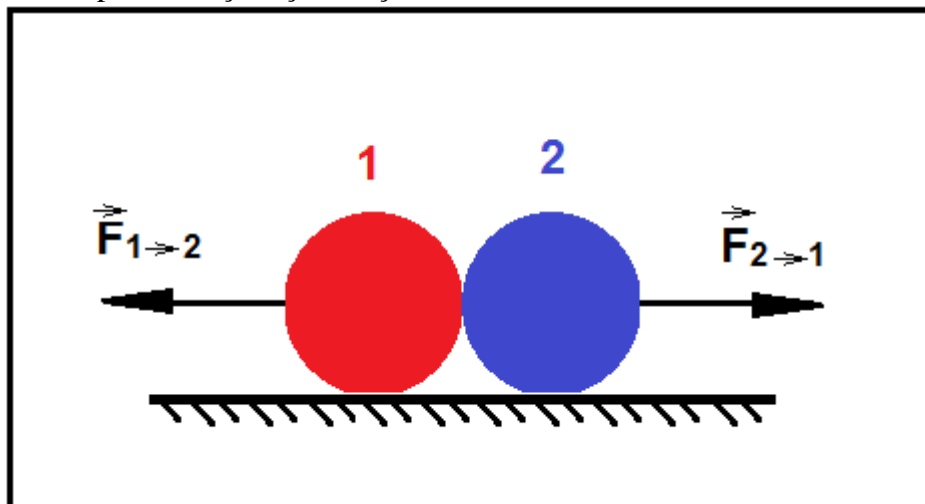
O momento \vec{p} é um vetor que possui a mesma direção e sentido do vetor velocidade \vec{v} . Podemos observar que se um carro se movimenta para o norte com velocidade igual a 40 m/s e outro carro igual se movimenta para o oeste com a mesma velocidade de 40 m/s, ambos possuem o mesmo módulo de momento, mas diferentes vetores de momento, porque apresentam direção e sentidos diferentes.

4.3.3 A Terceira Lei de Newton

Vamos considerar uma situação simples em que ocorra apenas a interação entre dois corpos, que podemos classificar como 1 e 2. Observamos que as únicas forças presentes são aquelas que surgem através da interação de um corpo com o outro, as quais podemos classifica-las de $F_{1 \rightarrow 2}$ (força exercida sobre o corpo 1 proveniente do corpo 2) e $F_{2 \rightarrow 1}$ (força exercida sobre o corpo 2 proveniente do corpo 1) (Figura 8). Este par de forças onde os dois objetos exercem um sobre o outro é denominados de par de ação/reação. Podemos observar que as forças decorrentes da interação sempre irão

possuir o mesmo módulo e a mesma direção, mas irão possuir sentidos opostos.

Figura 8 - Um par de forças ação/reação.



Fonte: Autor (2019).

Newton foi o primeiro a observar o par de forças ação/reação na interação de dois corpos. Sua descoberta foi denominada de terceira lei de Newton: Quando o corpo 1 exerce uma força sobre o corpo 2, o corpo 2 exerce uma força sobre o corpo 1. Essas duas forças apresentam o mesmo módulo e a mesma direção, mas possuem sentidos opostos. Essas duas forças ocorrem obrigatoriamente em corpos diferentes.

Em forma de equação, a terceira lei de Newton pode ser expressada como:

$$\vec{F}_{1 \rightarrow 2} = -\vec{F}_{2 \rightarrow 1} \quad (4.3.7)$$

Mesmo se um dos corpos durante a interação estiver em repouso e o outro em movimento, eles irão exercer forças mútuas que obedecem a Eq. 4.3.7.

Na Figura 8, o par de ação/reação são forças de contato que ocorrem somente enquanto os corpos se tocarem. Todavia, a terceira lei de Newton pode ser aplicada para outros casos que não necessariamente exista um contato entre os corpos. Um exemplo disso é a atração gravitacional. Ao ser lançada para cima, uma bola de basquete sofre a ação de uma força gravitacional de cima para baixo exercida pela Terra de mesmo módulo que a força gravitacional de baixo para cima exercida pela bola de basquete sobre a Terra.

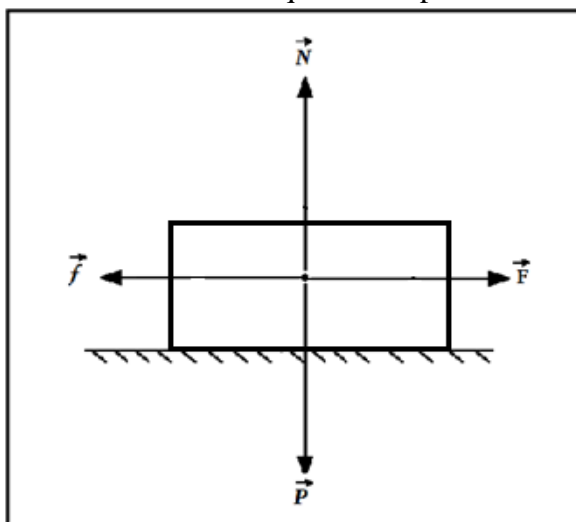
4.4 ATRITO

Ao tentarmos empurrar um corpo sobre uma superfície, surgirá uma resistência a esse movimento devido ao contato entre o corpo e a superfície. Essa resistência é denominada de força de atrito, ou simplesmente de atrito \vec{f} . Essa força é aplicada ao longo da superfície e sempre apresenta um sentido contrário à tendência de movimento. Em algumas situações específicas, adotamos o atrito como sendo desprezível.

Considere uma caixa que esteja em repouso sobre uma superfície horizontal, a qual sofre a ação de uma força \vec{F} na horizontal. É possível notar que se aumentarmos a força $|\vec{F}|$ gradativamente, partindo do zero, e a caixa não sair do repouso, é porque existe uma força de atrito que impede que o corpo saia do repouso, denominada de força de atrito estático \vec{f}_e . O módulo da força de atrito estático depende do módulo da força \vec{F} , ou seja, quanto maior for a força aplicada sobre o bloco, maior será a força de atrito estático. Porém, existe um limite de valor que \vec{f}_e pode atingir denominado de atrito estático máximo \vec{f}_{eMax} . Através da Figura 9 podemos observar que o bloco se encontra no estado de repouso horizontal quando a força \vec{F} estiver equilibrada com a força de atrito \vec{f}_e , ou seja,

$$\vec{f}_e = -\vec{F}, \quad \text{para } |\vec{F}| < \vec{f}_{eMax}. \quad (4.4.1)$$

Figura 9 - Forças que atuam sobre o bloco enquanto ele permanece em equilíbrio.



Fonte: Autor (2019).

Notamos que, enquanto a relação $\vec{F} < \vec{f}_{eMax}$ ocorrer, a força de atrito estático se regula automaticamente para se equilibrar com a força \vec{F} .

Definiremos as chamadas “leis de atrito” como:

- a) A força de atrito estático máximo é diretamente proporcional ao módulo da força normal de contato $|\vec{N}|$ entre as duas superfícies.

$$|\vec{f}_{eMax}| = \mu_e |\vec{N}| \quad (4.4.2)$$

- b) O coeficiente de atrito estático μ_e depende da natureza das duas superfícies em contato.

- c) A força de atrito f_e não depende da área de contato entre os dois corpos. Desta maneira, se apoiarmos sobre a superfície a área menor da caixa da Figura 9, $|\vec{P}|$ e $|\vec{N}|$ não se alteram e conseqüentemente \vec{f}_{eMax} também não se altera, embora a área de contato com superfície seja menor.

Uma vez que a força \vec{F} aplicada seja maior que o valor de \vec{f}_{eMax} a caixa começa a se movimentar. Quando isso ocorre, o atrito estático será substituído pelo atrito cinético \vec{f}_c , o qual sua equação é dada por:

$$|\vec{f}_c| = \mu_c |\vec{N}|. \quad (4.4.3)$$

O μ_c é denominado de coeficiente de atrito cinético, e seu módulo sempre é menor que o módulo do coeficiente de atrito estático. Notamos que nenhum dos dois coeficientes de atrito (μ_c e μ_e) apresentam dimensões, somente módulo, pois representam o quociente das magnitudes de duas forças. Esses coeficientes apresentam valores menores que 1.

Através dos experimentos é possível notar que μ_c é aproximadamente independente da velocidade instantânea de escorregamento. Desta forma, enquanto $|\vec{F}|$ continuar crescendo a partir de $|\vec{f}_{eMax}|$, o atrito cinético, diferente do atrito estático, possui um módulo aproximadamente constante.

5. METODOLOGIA

Nesse capítulo listamos os procedimentos metodológicos que foram utilizados no desenvolvimento dessa pesquisa. Desse modo, descrevemos a abordagem metodológica, os instrumentos de coleta de dados, os participantes da pesquisa e o método de análise que utilizamos. Iremos apresentar a estrutura das atividades interativas aplicadas nos encontros no espaço não-formal, criadas com o intuito de abordar temas da Mecânica através da brincadeira e observação dos visitantes com a utilização de robôs, com métodos que seguem os princípios pedagógicos de Vygotsky e de Papert.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

5.1.1 Pesquisa Qualitativa

Com o objetivo de analisar os efeitos provocados pelo uso da Robótica Educacional nos processos de ensino e aprendizagem de Física, a nossa pesquisa teve uma abordagem qualitativa. Esse tipo de estudo, segundo Creswell (2007), utiliza-se de métodos de coleta de dados em que o indivíduo tem uma participação ativa e que o pesquisador, presente no local onde se encontra o participante, tem autonomia de modificar os processos de coleta de dados para adequá-los aos novos rumos que a pesquisa possa tomar. Acompanhando esse conceito, Bogdan e Biklen (1994) determinaram cinco características para uma investigação qualitativa.

A primeira explica que o ambiente natural é a fonte de dados. Devido ao grande tempo em que o pesquisador dispõe no ambiente em que realiza a coleta de dados, o esclarecimento das questões educativas se torna mais eficaz. Dessa maneira, por se preocuparem com o contexto, os investigadores qualitativos sempre estão presentes nos locais de estudo. Compreendem que as ações podem ser melhores entendidas quando são observadas no mesmo ambiente em que ocorrem.

A segunda característica classifica a investigação qualitativa como sendo descritiva, dentre outras palavras, os dados adquiridos neste tipo de pesquisa se dão através de palavras e imagens, e não por números. Os resultados escritos da investigação contêm comentários retirados da base de dados para demonstrar e fortalecer a apresentação.

Por consequência, a escrita desempenha um papel importante, sendo uma ferramenta que registra e dissemina os resultados. Nessa investigação, todos os dados recolhidos são de extrema importância para compreender o objeto de estudo.

A terceira característica está relacionada ao fato de que na investigação qualitativa, o maior interesse dos investigadores é pelo processo e não pelos possíveis resultados ou produto. Além disso, esse estudo influencia na formação das definições que os professores constroem a respeito dos seus estudantes e de como os estudantes definem a si próprio e aos outros.

A quarta característica destaca que os pesquisadores qualitativos constroem suas observações na medida em que ocorre o agrupamento dos dados particulares, sem que haja a confirmação ou anulação de hipóteses construídas previamente.

Por fim, a quinta característica está relacionada ao significado, quer dizer, os investigadores estão interessados no modo como as pessoas atribuem sentido às suas vidas. Essa característica é considerada vital para a pesquisa qualitativa. Além disso:

Os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitem tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador. O processo de condução de investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos [...] (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 51).

Os investigadores qualitativos que trabalham com a pesquisa em Ensino de Física têm como objetivo estudar principalmente o sujeito e as interações entre os sujeitos quando inseridos em um contexto específico do ensino e aprendizagem da Física, diferente dos investigadores que trabalham com pesquisa em Física, que tem como foco estudar os fenômenos que ocorrem na natureza.

5.1.2 Pesquisa-Ação

Entendemos pesquisa-ação como aquela que é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores que utilizam suas próprias pesquisas para aperfeiçoar o seu ensino e, em contrapartida, melhorar o aprendizado dos seus alunos.

É de extrema importância reconhecer a pesquisa-ação sendo um dos vários tipos de investigação-ação, que pode ser considerado um termo abrangente para qualquer processo que obedeça a um ciclo no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela.

Também podemos citar como desenvolvimentos do processo básico de investigação-ação a aprendizagem-ação, prática reflexiva, projeto ação, aprendizagem experimental, prática liberativa, entre outros. A existência desses vários tipos diferentes de investigação-ação é decorrente do fato de algumas pessoas não conhecerem as demais versões já existentes e denominar o mesmo ciclo e suas etapas de maneiras diferentes.

A pesquisa-ação pode ser diferenciada dos outros tipos de investigação-ação por utilizar técnicas de pesquisas consagradas para produzir a descrição dos efeitos das mudanças da prática no ciclo de investigação-ação. Grundy e Kemmis (1982) definem a pesquisa-ação como “uma identificação de estratégias de ação planejada que são implementadas e, a seguir, sistematicamente submetidas à observação, reflexão e mudança”. Já Tripp (2005) defende a ideia de que a pesquisa-ação utiliza técnicas de pesquisas para informar à ação que se decide tomar para melhorar a prática.

Se em uma observação o papel do observador for conhecido, é dito que sua função na pesquisa é de observadores participantes. Nessa perspectiva, Vianna (2003) destaca que:

A observação é uma das mais importantes fontes de informações em pesquisa qualitativas em educação. Sem acurada observação, não há ciência. Ao observador não basta simplesmente olhar. Deve, certamente, saber ver, identificar e descrever diversos tipos de interações e processos humanos (VIANNA, 2003, P. 12).

Para Minayo (2010), a observação do participante é um processo no qual deve se manter a presença do observador numa situação social, com o objetivo de realizar uma investigação científica. O observador será capaz de colher dados dos participantes quando ocorrer entre eles uma interação face a face e uma participação do observador no cenário cultural dos participantes. Conseqüentemente o observador se torna parte do contexto sob observação, ao mesmo tempo em que modifica e é modificado por este contexto.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

Essa pesquisa foi conduzida na Praça da Ciência (Figura 10), localizada na Av. Américo Buaiz, nº 2094 – Bairro Enseada do Suá – Vitória – ES.

Figura 10 - Praça da Ciência, Vitória, ES - Brasil.



Fonte: Prefeitura de Vitória (2019).

A Praça da Ciência foi inaugurada em 12 de outubro de 1999. É um Centro de Ciência, Educação e Cultura (CCEC) que atende grande número de visitantes, desde sua abertura. A média de atendimento anual é de 60.000 (sessenta mil) pessoas. O perfil deste público cativo abrange alunos de escolas públicas e privadas, professores, pesquisadores, cientistas, famílias, turistas, idosos e amantes da ciência em geral.

O acervo converge ciência, ludicidade e aprendizado, num trabalho valoroso com ênfase nos conhecimentos da Física. Para contribuir com as problematizações propostas pelo acervo, a Praça da Ciência conta com uma equipe de mediadores, composta, em sua maioria, por estudantes de graduação em Física do Instituto Federal de Espírito Santo (IFES).

5.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os sujeitos dessa pesquisa foram 106 visitantes que estavam presentes na Praça da Ciência no período de aplicação do produto. Antes de cada aplicação do produto era realizado um convite a cada visitante presente na praça para participar das atividades. A faixa de idade desses participantes estava compreendida entre 2 e 48 anos, em sua

maioria em idade escolar. Os participantes de idade entre 2 e 14 anos demonstravam um interesse maior em realizar atividades práticas e não apresentavam um interesse em interagir com os outros participantes e nem de ouvir durante as explicações. Já os participantes de idade entre 15 e 18 anos apresentavam interesse em participar das práticas, de ouvir as explicações e de interagir com os outros participantes. Os participantes de idade entre 34 e 48 anos eram os responsáveis legais de alguns participantes e apenas auxiliavam os outros participantes, preferindo não participar diretamente no decorrer das atividades. Não houve participação de pessoas que apresentavam idade entre 19 e 33 anos e nem de pessoas com idades superiores a 48 anos.

Todos os sujeitos participantes da pesquisa autorizaram a sua realização através do Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento, logo, tiveram suas identidades preservadas de modo que não seja possível a identificação, e além disso, as informações fornecidas por eles foram usadas única e exclusivamente para a realização da pesquisa.

5.4 OS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS UTILIZADOS

Para analisar o resultado da proposta das atividades baseadas na Robótica Educacional, para visitantes em um espaço não-formal, foram utilizados nesse trabalho o chamado observação participante e um questionário final como instrumentos de coleta de dados.

5.4.1 Observação participante

Nossa função na pesquisa foi a de observadores participantes. Segundo May (2001), a observação participante pode ser conceituada como:

O processo no qual um investigador estabelece um relacionamento multilateral e de prazo relativamente longo com uma associação humana na sua situação natural com o propósito de desenvolver um entendimento científico daquele grupo (May, 2001, p.177).

Esse procedimento metodológico pode ser uma boa ferramenta para permitir ao pesquisador uma análise mais detalhada e específica, devido a uma proximidade do ambiente do grupo a ser investigado, permitindo assim que o pesquisador efetue

interpretações sobre o seu objeto de estudo de maneira mais satisfatória. Dessa maneira, a observação teve um papel importante nos auxiliando na identificação de indícios de construção de conhecimento dos visitantes ao interagir com o robô, e entre eles, dos possíveis interesses dos visitantes pela Física e na existência de motivação no uso de novas tecnologias como ferramenta de aprendizagem.

5.4.2 Questionário Final

O questionário final (APÊNDICE A) é composto por cinco questões, aplicado no final da sequência didática. Esse questionário teve como objetivo adquirir dados para investigarmos se houve indícios de aprendizagem significativa. As questões foram elaboradas de maneira a abordar alguns conteúdos básicos da Mecânica.

5.5 METODOLOGIA USADA PARA ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

5.5.1 Análise de conteúdos

Para o desenvolvimento do nosso trabalho de pesquisa, como já descrito anteriormente nos instrumentos de coleta de dados, observamos os visitantes durante as práticas das atividades e, ao final dessas atividades, aplicamos um questionário contendo perguntas abertas. Utilizamos para a análise dos dados coletados a técnica análise de conteúdo, que constitui numa metodologia de pesquisa elaborada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos (MORAES, 1999). Como adotamos essa pesquisa sendo qualitativa e, ao longo do tempo, essa abordagem tem sido cada vez mais valorizada nas pesquisas de Ensino de Física, a análise de conteúdos constitui-se bem mais do que uma simples técnica de análise de dados, e torna-se uma ferramenta de grande potencial por utilizar a indução e a intuição como estratégias para alcançar os mais aprofundados níveis de compreensão dos fenômenos (EVANGELISTA, 2016).

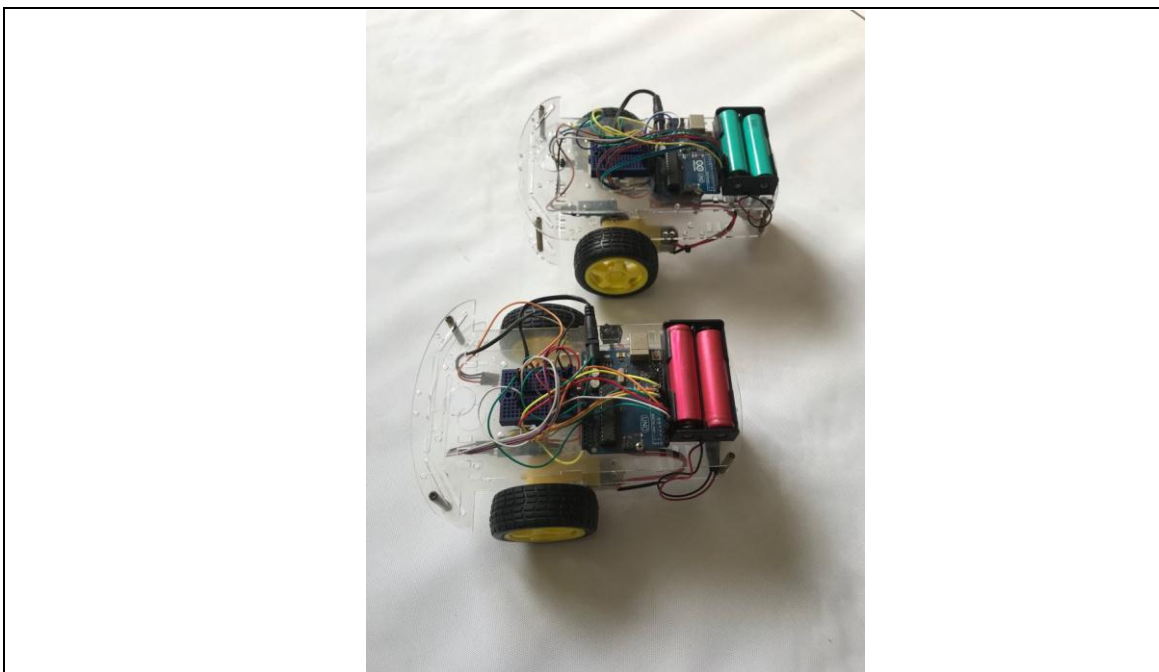
Devemos ressaltar que, segundo Evangelista (2016), a análise de conteúdo é um instrumento versátil, podendo ser aplicado em diferentes pesquisas com variáveis semelhantes e não apresentar os mesmos resultados. Cada pesquisador terá um desafio de encontrar a melhor maneira de utilizar a análise de conteúdo nas áreas específicas de

seu trabalho. Os resultados que serão apresentados neste trabalho foram analisados com o objetivo de demonstrar o surgimento de indícios da construção do conhecimento do tema proposto.

5.6 CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DE ATIVIDADES

O presente trabalho é o estudo da construção de conceitos referente à Mecânica, utilizando atividades interativas envolvendo Robótica Educacional de baixo custo, com robôs baseados na plataforma Arduino (Figura 11) aplicada em um espaço não-formal.

Figura 11 - Carros Robô com plataforma Arduino.



Fonte: Autor (2019).

Para nos auxiliar na execução das atividades, foi criado um circuito de lona (Figura 12). Esse circuito foi igualmente dividido em blocos e cada um foi numerado, iniciando com o número um até o número nove.

Figura 12 - Circuito de lona.



Fonte: Autor (2019).

As aplicações dessas atividades seguiram os métodos propostos pelo Roteiro de Atividades no Ensino da Mecânica Utilizando Robótica Educacional (APÊNDICE B), que foi criado para esse trabalho. A elaboração do material seguiu os princípios pedagógicos de Vygotsky e de Papert. Antes do início das aplicações das atividades, criamos estratégias de aplicação e estabelecemos quais seriam os recursos utilizados naquele momento. Durante a aplicação do produto, novas atividades foram adicionadas ao trabalho e, algumas atividades já existentes, sofreram modificações, com o intuito de torná-las mais dinâmicas e coerentes com seus objetivos.

A sequência didática foi desenvolvida levando em conta os seguintes pressupostos:

- Abordar os tópicos da Mecânica contidos no currículo de Física do Ensino Fundamental e Médio de maneiras alternativas em espaços não escolares.
- Estruturar uma proposta didática para ser aplicada aos visitantes de um espaço não-formal, usando Robótica Educacional.
- Promover interação entre os visitantes para que ocorra troca de experiências e conhecimentos para que possa ocorrer uma aprendizagem significativa.

5.7 A ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática que apresentaremos neste trabalho foi baseada na Robótica Educacional, visando utilizar robôs com a plataforma Arduino para auxiliar na construção do conhecimento de alguns conceitos da Mecânica.

Desejando atender aos objetivos descritos no capítulo 2, estruturamos seis atividades:

- I. Espaço percorrido, deslocamento e posição;
- II. Determinação da velocidade média;
- III. Ponto de encontro;
- IV. Aceleração dos corpos;
- V. Movimento com atrito;
- VI. Cabo de Guerra.

A atividade I, denominada *Espaço percorrido, deslocamento e posição*, aborda a diferença existente entre esses três conceitos, que são temas que geram grande dúvida nos estudantes ao iniciarem os estudos de movimento dos corpos. Adotamos esse tema como o ponto de partida dos estudos da Cinemática.

A atividade II, intitulada *Determinação da velocidade média*, aborda a associação do deslocamento e do intervalo de tempo com a velocidade média dos corpos e a utilização desses parâmetros na equação que determina essa velocidade. Utilizamos esse tema para discutir sobre a velocidade dos veículos presentes no cotidiano dos visitantes e como é possível descobrir a velocidade desses veículos.

A atividade III, chamada de *Ponto de encontro*, aborda assuntos referentes aos diferentes movimentos dos corpos quando apresentam diferentes velocidades. Utilizamos esse tema para exemplificar que os corpos podem variar suas velocidades quando ocorre uma variação no seu deslocamento e no tempo gasto no movimento.

Atividade IV, denominada *Aceleração dos corpos*, aborda assuntos referentes à variação da velocidade dos corpos associados à aceleração. Utilizamos esse tema para que os visitantes compreendam que a aceleração dos corpos está relacionada diretamente com a

variação da velocidade durante um intervalo de tempo.

Atividade V, intitulada *Movimento com atrito*, aborda o assunto referente ao surgimento de uma resistência devido ao contato entre o corpo e a superfície. Utilizamos esse tema para que os visitantes compreendam que essa resistência é a força de atrito e que ela é capaz de alterar o movimento do corpo.

Atividade VI, *Cabo de guerra*, aborda assuntos referentes ao equilíbrio de translação dos corpos. Utilizamos esse tema para que os visitantes construam conhecimentos a respeito da força resultante que atua sobre o corpo.

5.8 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Descrevemos nessa seção os procedimentos adotados nas aplicações das atividades no espaço não-formal. No total foram realizadas 14 aplicações que possuíam uma duração média de 50 minutos. O local de apresentação era organizado de modo em que os visitantes ficassem situados em torno do circuito, proporcionando-lhes uma melhor visão e interação com os robôs.

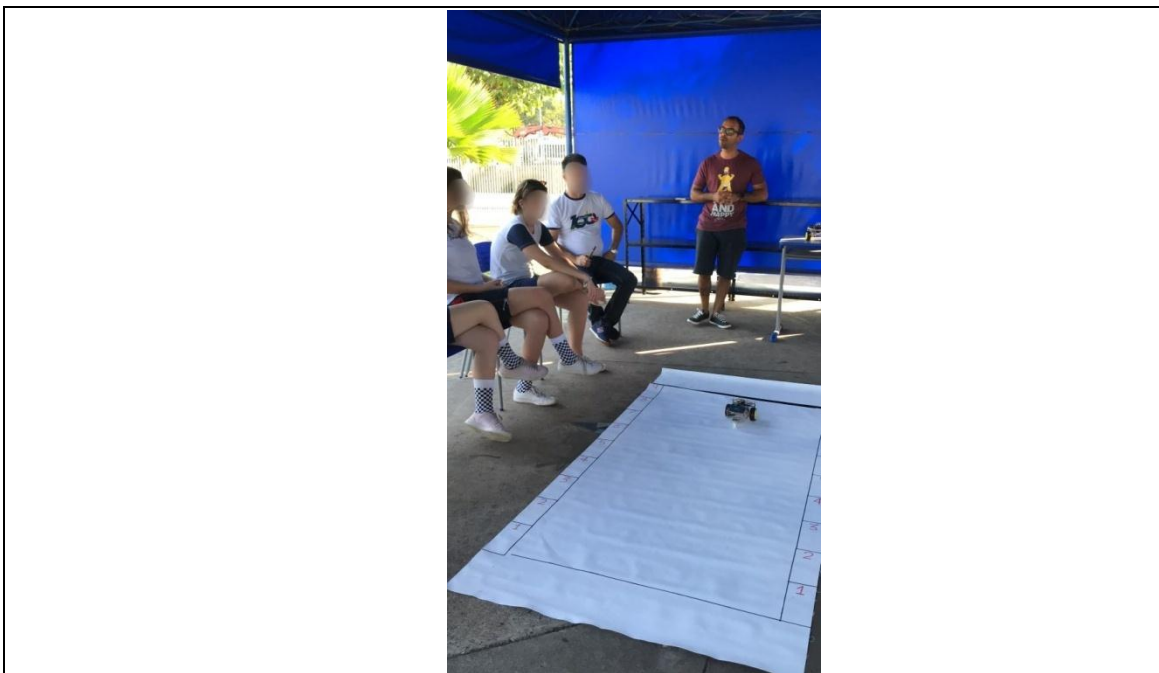
As apresentações das atividades se iniciaram no dia 10 de janeiro de 2019 e se encerraram no dia 18 de julho de 2019. No final de todas as apresentações foram aplicados o Questionário final (APÊNDICE A) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE C) com o intuito de respeitar as normas éticas de pesquisa, elaborado para o esclarecimento e consentimento dos participantes desse estudo.

5.8.1 Atividade I: Espaço percorrido, Deslocamento e Posição

No primeiro momento da atividade, baixamos no robô a programação “Atividade_ 1.1” e em seguida o entregamos aos visitantes. Orientamos os visitantes a liberar o robô do bloco zero da pista (Figura 13). Nesse primeiro momento, o robô tinha uma programação em que ele andava do bloco zero até o bloco seis. Fizemos uma indagação: “quais as posições inicial e final no circuito onde o robô se encontra?” Observamos os visitantes discutirem entre si sobre o questionamento proposto e esperamos eles chegarem numa possível resposta. Algumas das vezes somente os guiamos na

elaboração da resposta, sem fornecê-las diretamente.

Figura 13 - Aplicação da atividade I na Praça da Ciência.



Fonte: Autor (2019).

Em um segundo momento, baixamos no robô a programação “Atividade_1.2” e orientamos os visitantes a liberá-lo novamente do bloco zero. Nesse segundo momento o robô possuía uma programação onde ele andava do bloco zero até o bloco oito. Fizemos uma segunda indagação: “nesse segundo movimento, qual é o deslocamento realizado pelo robô?” Novamente observamos os visitantes discutirem entre si sobre o questionamento proposto e esperamos eles chegarem em uma resposta. Nossa função continuava sendo guiá-los na elaboração da resposta.

Em um terceiro momento, baixamos no robô a programação “Atividade_1.3” e orientamos os visitantes a liberar o robô do bloco zero. Com essa nova programação, o robô se deslocou até o bloco nove e retornou para o bloco cinco. Nesse momento fizemos duas indagações: “qual o deslocamento realizado pelo robô?” e “qual o espaço percorrido pelo robô?” Novamente observamos os visitantes discutirem e alcançarem as possíveis respostas interagindo entre si.

Em um quarto momento, baixamos no robô a programação “Atividade_1.4” e orientamos os visitantes a liberar o robô do bloco três do circuito. Com essa nova programação, o robô se deslocou até o bloco nove e retornou para o bloco seis. Nesse

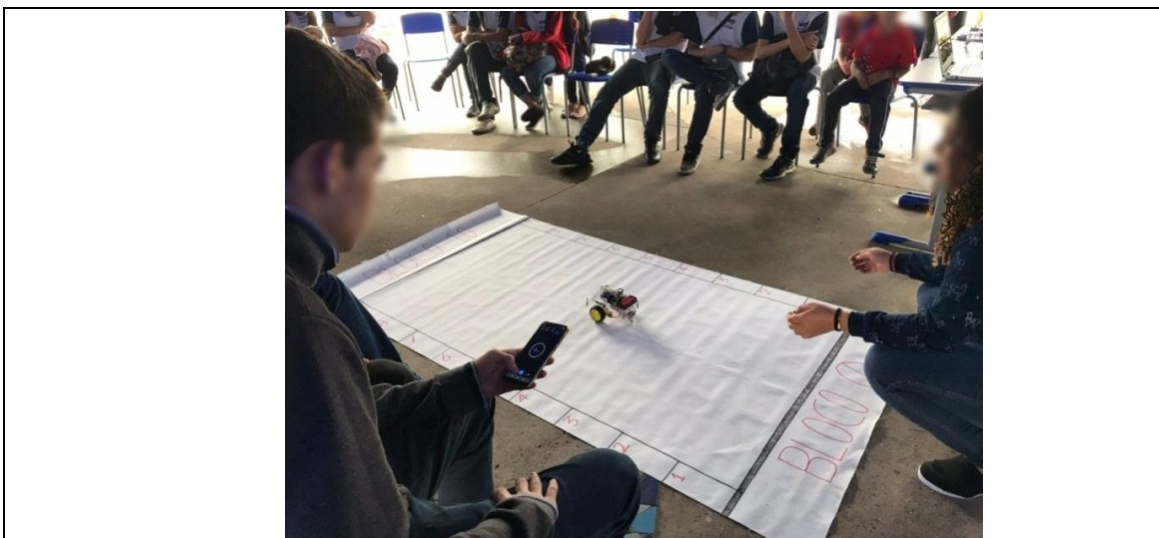
momento fizemos três indagações: “quais as posições inicial e final onde o robô se encontra?”; “qual o deslocamento realizado pelo robô?” e “qual o espaço percorrido pelo robô?” Nesse momento foi criado um debate entre os visitantes para que eles compreendessem que o espaço percorrido é, efetivamente, o quanto o robô percorreu em uma trajetória e que deslocamento é a distância entre o ponto de partida e o ponto de chegada do robô, não dependendo da trajetória realizada por ele.

5.8.2 Atividade II: Determinação da velocidade

No início da atividade, baixamos a programação “Atividade _2” no robô. Os visitantes foram orientados a descobrir a velocidade do robô. Informamos a eles que os blocos presentes no circuito deveriam ser utilizados para contabilizar o deslocamento realizado pelo robô. Pedimos também que os visitantes utilizassem algum aparelho eletrônico que apresentasse a função de cronômetro, como, por exemplo, celulares, relógios de pulso, etc. Os visitantes liberaram o robô do bloco zero e começaram a marcar o tempo que o robô gastou para chegar até o bloco oito (Figura 14).

Com esses dados, fizemos uma indagação: “qual a relação que existe entre o deslocamento do robô, o tempo gasto por ele para esse deslocamento e a sua velocidade?” Notamos que os visitantes discutiram entre si sobre o questionamento proposto e alcançaram uma possível resposta. Após a interação e a divulgação das respostas, expomos a equação de velocidade média para eles.

Figura 14 - Aplicação da atividade II na Praça da Ciência.



Fonte: Autor (2019).

5.8.3 Atividade III: Ponto de Encontro

Inicialmente baixamos as programações “Atividade _3.1” e “Atividade _3.2” em cada um dos robôs. Pedimos que os visitantes analisassem os robôs e constatassem que apresentavam a mesma estrutura. Em seguida dividimos os visitantes em dois grupos e entregamos um robô para cada grupo. Os dois grupos soltaram os dois robôs do bloco zero e observaram o movimento deles até chegarem ao bloco nove (Figura 15).

Figura 15 - Aplicação da atividade III na Praça da Ciência.



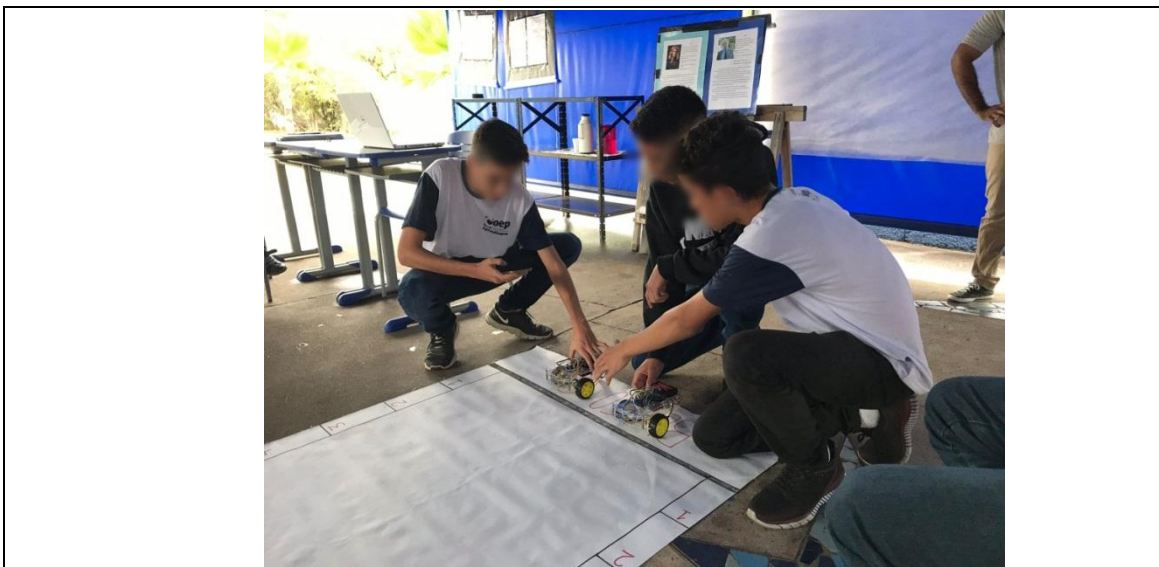
Fonte: Autor (2019).

Os visitantes concluíram que um dos robôs chegou ao bloco nove antes do outro. Nesse momento fizemos a seguinte indagação: “o que há de diferente de um robô para outro para que houvesse essa diferença de tempo para chegar ao bloco nove?” Iniciou-se um debate e analisamos as discussões dos grupos a respeito dos possíveis parâmetros que ocasionaram a chegada dos carrinhos em tempos diferentes no bloco nove. Novamente nossa função foi apenas de observar e de auxiliar os grupos a alcançarem a resposta nessa etapa do processo.

No segundo momento, fizemos uma pequena competição entre os grupos envolvendo a seguinte proposta: “sabendo que os robôs apresentam a mesma estrutura e que eles têm velocidades diferentes, o que pode ser feito para que eles passem pelo bloco oito ao mesmo tempo, permanecendo com suas velocidades constantes e sem alterar as suas estruturas?” Mais uma vez foi criado um debate, em que observamos os grupos testando

algumas opções para alcançarem o objetivo da competição (Figura 16). Auxiliamos os grupos que apresentavam alguns questionamentos. Após terem alcançado o objetivo, demonstramos aos visitantes outras opções que poderiam ter realizado para que os carrinhos passassem pelo bloco oito no mesmo instante.

Figura 16 - Desafio da atividade III na Praça da Ciência.

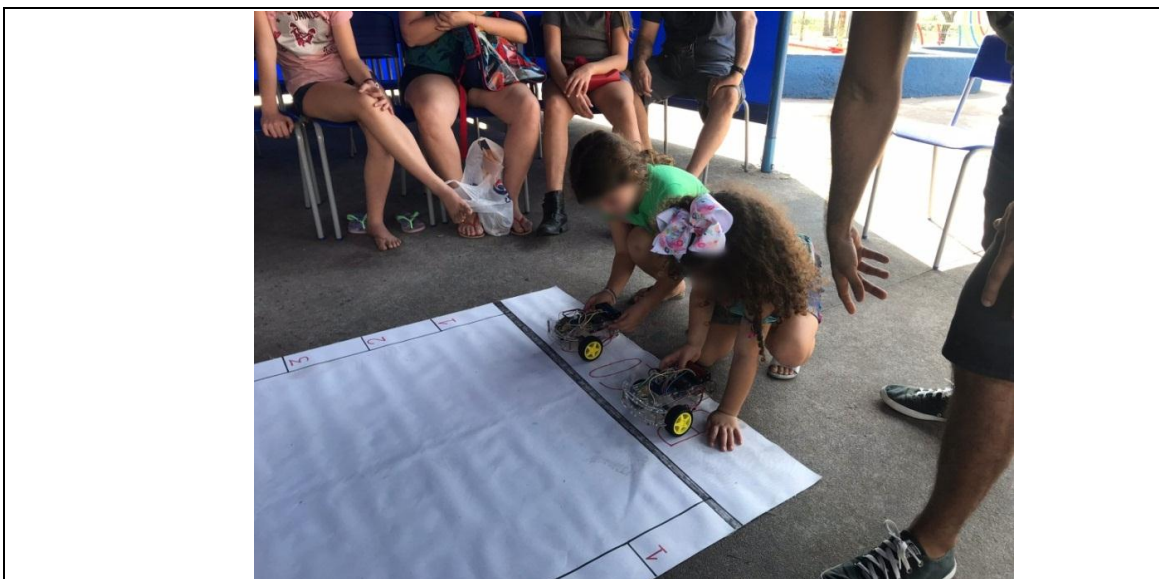


Fonte: Autor (2019).

5.8.4 Atividade IV: Aceleração dos corpos

Inicialmente, baixamos a programação “Atividade _4.1” e “Atividade _4.2” em cada um dos robôs. Em seguida, dividimos os visitantes em dois grupos e entregamos um robô para cada grupo. Então, os grupos foram orientados a soltar os robôs do bloco zero (Figura 17).

Figura 17 - Aplicação da atividade IV na Praça da Ciência.



Fonte: Autor (2019).

Os visitantes observaram que um dos robôs apresentava um movimento contínuo e o outro robô se movimentava com uma velocidade cada vez maior no decorrer da trajetória. Nesse momento fizemos a seguinte indagação: “o que ocorre com o robô para que haja o aumento da sua velocidade?” No momento seguinte foi criado um debate entre os integrantes dos grupos para que pudessemos discutir os possíveis motivos dessa variação de velocidade de um dos robôs e associá-lo a aceleração. Auxiliamos os visitantes para que eles alcançassem essa resposta. No final da atividade, iniciamos uma discussão sobre esse fenômeno em veículos presentes no dia a dia.

5.8.5 Atividade V: Movimento com atrito

Inicialmente, baixamos a programação “Atividade _5” em apenas um robô. Em seguida, orientamos os visitantes a soltarem o robô do bloco zero e observassem o seu movimento até o bloco nove.

Em seguida, cobrimos parte do circuito com um tecido que era composto de um material diferente do material do circuito (uma toalha de pano) e pedimos que os visitantes liberassem o robô novamente do bloco zero e analisassem o movimento do robô ao passar sobre essa nova superfície (Figura 18).

Figura 18 - Aplicação da atividade V na Praça da Ciência.



Fonte: Autor (2019).

Após analisarem o movimento do robô fizemos uma indagação: “o que influenciou no movimento do carrinho, nas duas situações observadas?” Logo em seguida, iniciamos um momento de discussão entre os visitantes e observamos que muitos estavam alegando que as diferentes superfícies iriam gerar diferentes atritos e por esse motivo o robô movimentava-se de maneira diferente para cada situação.

No final da atividade fizemos uma discussão sobre esse fenômeno em alguns tipos de veículos presente no cotidiano dos visitantes, ressaltando a existência de alguns parâmetros que contribuíam para o surgimento de diferentes atritos.

5.8.6 Atividade VI: Cabo de guerra

No primeiro momento, baixamos nos robôs as programações “Atividade _6.1” e “Atividade _6.2”. Nesse instante amarramos um barbante na parte traseira de cada robô e orientamos os visitantes a liberarem os robôs ao mesmo tempo e em sentidos opostos no meio do tapete. Os visitantes observaram que os robôs, ao serem acionados, não conseguiam sair da posição em que foram liberados. Neste momento é feita uma indagação: “o que esses robôs apresentam de semelhante para que não saiam da posição?” Neste ponto iniciamos um debate sobre o questionamento proposto e discutimos possíveis respostas.

Em um segundo momento, baixamos nos robôs as programações “Atividade_6.3” e a “Atividade _6.4” e orientamos os visitantes a liberá-los novamente do centro da pista, em sentidos opostos. Os visitantes concluíram que um dos robôs foi capaz de puxar o outro. Neste momento fizemos uma segunda indagação: “nessa segunda situação, o que levou um dos robôs sair do repouso e ser puxado pelo outro?” Novamente observamos, durante o momento de discussão, os visitantes interagindo e tentando encontrar as possíveis respostas.

6. RESULTADOS E ANÁLISES

6.1 RELATO DA ATIVIDADE DESLOCAMENTO, ESPAÇO PERCORRIDO E POSIÇÃO E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS

Durante a realização da atividade I, minha função foi apenas de mediador e observador dos visitantes. No primeiro momento da atividade, logo após a primeira indagação, observamos que os visitantes responderam que o deslocamento do robô era o número de blocos existentes entre o bloco de partida e o bloco em que o robô parava.

Em um segundo momento, após o robô fazer um novo movimento, fizemos uma segunda indagação e observamos que novamente os visitantes associaram o deslocamento com o número de blocos existentes entre o bloco de partida e o bloco em que o robô parava o movimento.

Em um terceiro momento, após o robô realizar um movimento saindo do bloco zero, indo até o bloco nove e retornando ao bloco cinco, fizemos duas indagações e observamos que os visitantes se reuniram e começaram a associar novamente o deslocamento com o número de blocos existentes entre o bloco de partida do robô e o bloco em que o robô parava e associaram o espaço percorrido ao número de blocos que o robô percorreu durante o movimento de ida e volta.

Em um quarto momento, após o robô realizar um movimento saindo do bloco três, indo até o bloco nove e retornando ao bloco seis, fizemos três indagações e observamos que os visitantes se reuniram e começaram a associar novamente o deslocamento com o número de blocos que existia entre o bloco de partida do robô e o bloco em que o robô parava, e associaram novamente o espaço percorrido ao número de blocos que o robô percorreu durante o movimento de ida e volta e classificaram o bloco de partida do robô sendo a posição inicial, e o bloco em que o robô parava, sendo a posição final.

Ao final da atividade, discutimos com os visitantes outras situações envolvendo esses três conceitos e os auxiliamos a liberar o robô em posições diferentes e observar seus novos deslocamentos, espaços percorridos e posições. Observando os visitantes

realizando essa atividade percebemos que ela apresentava indício de uma possível construção dos conceitos referentes a deslocamento, posição e espaço percorrido.

6.2 RELATO DA ATIVIDADE, DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA, E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS

Durante a realização da atividade II, nossa função foi apenas de mediadores e observadores dos visitantes. Após o robô realizar um movimento saindo do bloco zero e indo até o bloco oito, fizemos uma indagação e observamos que os visitantes começaram a associar o tempo que eles marcaram no celular (ou relógio) e o número de blocos que o robô percorreu com a velocidade.

Notamos que alguns visitantes associavam a velocidade sendo o deslocamento do robô pelo tempo gasto neste deslocamento. Também notamos que muitos dos visitantes tentavam explicar a relação de deslocamento, tempo e velocidade para os outros visitantes, principalmente nas apresentações nas quais havia visitantes na faixa etária de 5 a 11 anos.

Ao final da atividade, divulgamos para os visitantes a equação de velocidade média e os orientamos a interagir com os robôs de maneira a encontrar diferentes valores de velocidade. Observando os visitantes realizando essa atividade, percebemos que ela apresentava indício de uma possível construção dos conceitos referentes a velocidade média.

6.3 RELATO DA ATIVIDADE PONTO DE ENCONTRO E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS

Durante a realização da atividade III, nossa função foi apenas de mediadores e observadores dos visitantes. No primeiro momento da atividade, após os visitantes soltarem os robôs do bloco zero e observarem que um deles chega primeiro ao bloco nove, fizemos uma indagação e constatamos que a maioria dos visitantes respondeu que os robôs apresentavam velocidades diferentes. Muitos visitantes que apresentavam faixa etária menor que 10 anos relatava que o motivo de um robô chegar primeiro no bloco

nove era que ele era mais veloz que o outro. Concluimos que esse poderia ser um conceito de velocidade que esse visitante construiu.

Em um segundo momento, fizemos uma competição e concluimos que os visitantes, na maioria das vezes, liberavam os robôs em posições diferentes para que eles pudessem chegar ao mesmo tempo no bloco nove. Somente em dois encontros que notamos os visitantes utilizarem a estratégia de acionar os robôs em instantes diferentes para que ambos chegassem ao bloco nove ao mesmo tempo.

Ao final da atividade, discutimos com os visitantes outras maneiras para se alcançar o objetivo do desafio e os auxiliamos a realizar novamente a atividade. Observando os visitantes realizando essa atividade percebemos que ela apresentava indício de auxiliar a construção do conhecimento referente à velocidade média.

6.4 RELATO DA ATIVIDADE ACELERAÇÃO DOS CORPOS E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS

Durante a realização da atividade IV, nossa função foi apenas de mediadores e observadores dos visitantes. Após os visitantes liberarem os robôs e observarem seus movimentos, fizemos uma indagação e percebemos que a maioria deles associou o aumento de velocidade de um dos robôs com aceleração. Entretanto, observamos que um número pequeno de visitantes, durante a discussão, relatava para os outros visitantes que a causa do aumento de velocidade do robô era devido ao tempo, a posição ou ao atrito.

Ao final da atividade, discutimos com os visitantes sobre a aceleração dos veículos presentes no dia a dia deles. Analisando os visitantes realizando essa atividade percebemos que ela apresentava indício de uma possível construção dos conceitos referentes à aceleração.

6.5 RELATO DA ATIVIDADE MOVIMENTO COM ATRITO E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS

Durante a realização da atividade V, nossa função foi apenas de mediadores e observadores dos visitantes. No primeiro momento da atividade, pedimos para que os visitantes observassem o robô fazer um novo movimento do bloco zero até o bloco nove.

Em um segundo momento, após cobrirmos uma parte do circuito com uma toalha e de orientar os visitantes a liberar o robô e observar o movimento sobre a toalha, fizemos uma indagação e observamos que os visitantes percebiam e relatavam que o robô se movimentava “mais lento” quando passava pela toalha.

Ao final da atividade, discutimos com os visitantes outras situações envolvendo a mudança de movimento dos veículos em diferentes superfícies presentes no cotidiano dos visitantes.

6.6 RELATO DA ATIVIDADE CABO DE GUERRA E UMA ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBSERVADAS

Durante a realização da atividade VI, nossa função foi apenas de mediadores e observadores dos visitantes. No primeiro momento da atividade, após os robôs se movimentarem em sentidos opostos e presos por um barbante, fizemos uma indagação e percebemos que os visitantes relatavam que os robôs não saiam do lugar porque ambos estavam fazendo uma mesma força, e desta maneira, não seriam capazes de um puxar o outro na sua direção. Alguns visitantes que possivelmente já tiveram contato com esse conceito afirmavam que as forças que os robôs exerciam eram iguais só que no sentido oposto.

Em um segundo momento, após os robôs fazerem um novo movimento, fizemos uma segunda indagação e percebemos que os visitantes relatavam que um dos robôs era mais forte, ou seja, apresentava uma força maior que o outro robô, e desta forma, era capaz de puxar o outro na sua direção.

Ao final da atividade, discutimos com os visitantes outras situações envolvendo equilíbrio das forças. Observando os visitantes realizando essa atividade percebemos

que ela apresentava indício de uma possível construção dos conceitos referentes a equilíbrio das forças.

6.7 ANÁLISE DAS RESPOSTAS A CADA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL

Esse questionário, que se encontra no Apêndice A, é composto por cinco perguntas e tinha como objetivo geral avaliar se houve algum indício de construção de conceitos referentes à Mecânica após a aplicação da sequência didática.

Ao todo, 106 visitantes responderam esse questionário, sua maioria possuindo idade escolar. As respostas das questões foram categorizadas utilizando a técnica de análise de conteúdo e os dados foram tabulados para permitirem uma melhor compreensão do resultado e uma posterior análise.

Para as análises desenvolvemos uma classificação para cada categoria de resposta, indicada no Quadro 1, e uma classificação para cada faixa etária dos visitantes, indicada no Quadro 2.

Quadro 1 - Classificação das categorias de respostas.

Categorias de respostas	Classificação
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Categoria 1
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Categoria 2
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Categoria 3
Respostas que remetem uma falta de clareza na atividade proposta	Categoria 4

Fonte: Autor (2019).

Quadro 2 - Classificação das faixas etárias dos visitantes.

Faixa etária	Classificação
Visitantes com até 5 anos	Grupo 1
Visitantes com 6 a 10 anos	Grupo 2
Visitantes com 11 a 14 anos	Grupo 3
Visitantes com 15 a 18 anos	Grupo 4
Visitantes com 34 a 48 anos	Grupo 5

Fonte: Autor (2019).

6.7.1 Pergunta 1

01) Quais os parâmetros que devem ser relacionados para se obter a velocidade do carrinho?

Objetivo da questão: avaliar a concepção dos visitantes da relação existente entre os conceitos deslocamento e tempo com a grandeza velocidade escalar média.

O Quadro 3 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 12 visitantes com faixa etária até 5 anos de idade (Educação Infantil).

Quadro 3 - Categorização das respostas dos visitantes com até 5 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo os parâmetros o deslocamento e o tempo	2	6
	Citam como sendo os parâmetros o espaço percorrido e o tempo	4	
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam sendo o parâmetro apenas o deslocamento	1	1
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam sendo o parâmetro a própria velocidade	1	2
	Citam sendo o parâmetro a estrutura física do robô	1	
Respostas que remetem uma falta de clareza na atividade proposta	Não quiseram citar nenhum parâmetro	3	3

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 3 observamos que, dos 6 visitantes que apresentaram respostas na categoria “Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito”, 4 citaram o espaço percorrido sendo um dos parâmetros associados a velocidade. A possível justificativa de ter ocorrido essa situação é que nesta atividade o espaço percorrido e o deslocamento apresentavam o mesmo valor, ou seja, o mesmo número de blocos, levando o visitante a acreditar que os dois parâmetros eram iguais. Ainda tivemos 1 visitante que citou apenas o deslocamento como um dos parâmetros associado a velocidade, o que representa um resultado considerado, pois esse visitante

parece ter construído um conhecimento parcial proposto pela atividade. Tivemos também 2 visitantes que citaram como parâmetro a própria velocidade e a estrutura física do robô. Ainda tivemos 3 visitantes que deixaram a questão em branco, sendo visível o interesse desses visitantes de aproveitar as outras atividades da Praça da Ciência. Observamos que uma quantidade de visitantes desse grupo respondeu ao questionário com o auxílio dos seus responsáveis, podendo ser um fator que influenciou as respostas desses visitantes.

O Quadro 4 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 21 visitantes com faixa etária de 6 a 10 anos de idade (Ensino Fundamental I).

Quadro 4 - Categorização das respostas dos visitantes a de 6 a 10 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo os parâmetros o deslocamento e o tempo	1	13
	Citam como sendo os parâmetros o espaço percorrido e o tempo	12	
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o parâmetro apenas o deslocamento	1	4
	Citam como sendo o parâmetro apenas o tempo	3	
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam como sendo o parâmetro a própria velocidade	1	1
Respostas que remetem uma falta de clareza na atividade proposta	Não quiseram citar nenhum parâmetro	3	3

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 4 observamos que, dos 13 visitantes que apresentaram respostas na categoria “Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito”, 12 citaram o espaço percorrido sendo um dos parâmetros associados à velocidade. A possível justificativa de ter ocorrido essa situação, é que nesta atividade o espaço percorrido e o deslocamento apresentavam o mesmo valor, ou seja, o mesmo número de blocos, levando o visitante a acreditar que os dois parâmetros eram iguais. Tivemos 4 alunos que apresentaram uma construção do conhecimento parcial,

descrevendo apenas o deslocamento ou o tempo sendo o parâmetro associado a velocidade. Apenas 1 visitante demonstrou não ter conseguido construir o conceito e 3 visitantes deixaram a questão em branco, podendo ser justificado pelo o interesse dos mesmo de utilizar os outros espaços da Praça da Ciência.

O quadro 5 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 38 visitantes com faixa etária de 11 a 14 anos de idade (Ensino Fundamental II).

Quadro 5 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo os parâmetros o deslocamento e o tempo	13	26
	Citam como sendo os parâmetros o espaço percorrido e o tempo	13	
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o parâmetro apenas o deslocamento	3	10
	Citam como sendo o parâmetro apenas o espaço percorrido	3	
	Citam como sendo o parâmetro apenas o tempo	4	
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam como sendo o parâmetro a programação do robô	1	1
Respostas que remetem uma falta de clareza na atividade proposta	Não quiseram citar nenhum parâmetro	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 5 observamos que, dos 26 visitantes que apresentaram respostas na categoria “Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito”, 13 citaram o espaço percorrido sendo um dos parâmetros associados a velocidade. A possível justificativa de ter ocorrido essa situação é que nesta atividade o espaço percorrido e o deslocamento apresentavam o mesmo valor, ou seja, o mesmo número de blocos, levando o visitante a acreditar que os dois parâmetros eram iguais. Tivemos 10 visitantes que apresentaram uma construção parcial do conhecimento, citando apenas o deslocamento, espaço percorrido ou o tempo como o único parâmetro relacionado à velocidade. Apenas

1 visitante relatou que a velocidade dependia apenas da programação, demonstrando a não compreensão do conteúdo proposto pela atividade e 1 visitante preferiu não responder à questão.

O Quadro 6 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 29 visitantes com faixa etária de 15 a 18 anos de idade (Ensino Médio).

Quadro 6 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo os parâmetros o deslocamento e o tempo	9	18
	Citam como sendo os parâmetros o espaço percorrido e o tempo	9	
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo os parâmetros o deslocamento e o espaço percorrido	2	3
	Citam como sendo o parâmetro apenas o deslocamento	1	
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam como sendo os parâmetros a aceleração e o atrito	6	7
	Citam como sendo os parâmetros a velocidade e direção	1	
Respostas que remetem uma falta de clareza na atividade proposta	Não quiseram citar nenhum parâmetro	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 6 observamos que, dos 18 visitantes que apresentaram respostas na categoria “Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito”, 9 citaram o espaço percorrido sendo um dos parâmetros associados a velocidade. A possível justificativa de ter ocorrido essa situação é que nesta atividade o espaço percorrido e o deslocamento apresentavam o mesmo valor, ou seja, o mesmo número de blocos, levando o visitante a acreditar que os dois parâmetros eram iguais. Tivemos 3 visitantes que apresentaram uma construção do conhecimento parcial por associar apenas o espaço percorrido ou o deslocamento como o único parâmetro associado a velocidade. Sete

visitantes demonstraram não ter conseguido construir o conceito proposto pela atividade por citar a aceleração, velocidade, atrito e direção como os parâmetros associados à velocidade. Apenas 1 visitante preferiu não responder à questão por não ter compreendido a atividade ou por ter apresentado interesse nos outros espaços presentes na Praça da Ciências.

O Quadro 7 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 9 visitantes com faixa etária de 19 a 48 anos de idade.

Quadro 7 - Categorização das respostas dos visitantes de 19 a 48 anos de idade que responderam à questão 1 do questionário final.

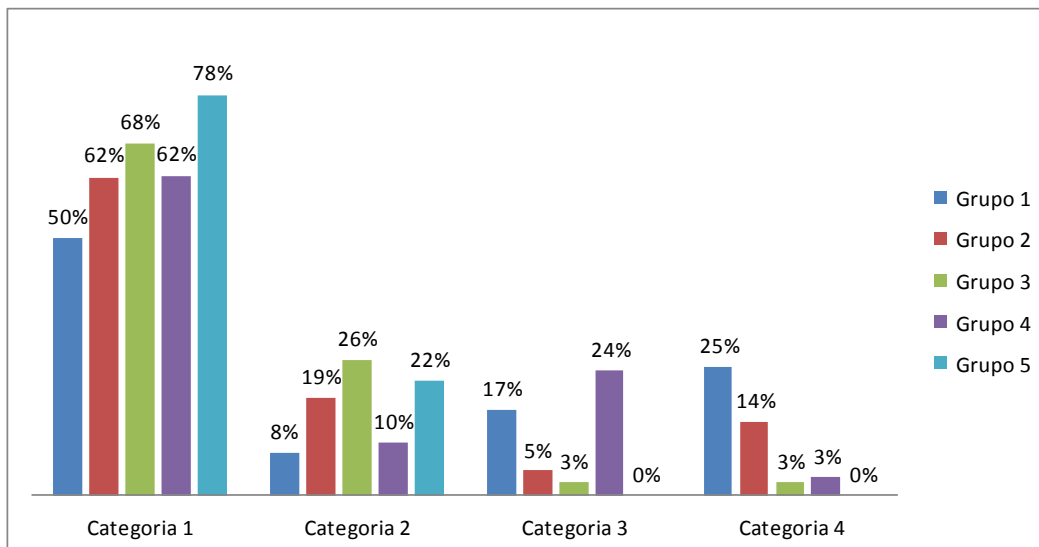
Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo os parâmetros o deslocamento e o tempo	1	7
	Citam como sendo os parâmetros o espaço percorrido e o tempo	6	
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo os parâmetros o deslocamento e o espaço percorrido	1	2
	Citam como sendo o parâmetro apenas o tempo	1	

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 7 observamos que, dos 7 visitantes que apresentaram respostas na categoria “Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito”, 6 citaram o espaço percorrido sendo um dos parâmetros associados a velocidade. A possível justificativa de ter ocorrido essa situação é que nesta atividade o espaço percorrido e o deslocamento apresentavam o mesmo valor, ou seja, o mesmo número de blocos, levando o visitante a acreditar que os dois parâmetros eram iguais. Apenas 2 visitantes demonstraram uma construção parcial do conhecimento citando somente o deslocamento, espaço percorrido ou o tempo como o único parâmetro relacionado a velocidade.

A comparação, em porcentagem, que cada grupo de visitantes obteve para cada categoria de resposta é indicada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 1.



Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Gráfico 1 percebemos que 50% dos visitantes do grupo 1, 62% dos visitantes do grupo 2, 68% dos visitantes do grupo 3, 62% dos visitantes do grupo 4 e 78% dos visitantes do grupo 5 apresentaram respostas na categoria 1. Esse resultado é um indicio que esses visitantes foram capazes de relacionar o número de blocos que o robô andou e o tempo gasto pelo robô nesse movimento com a velocidade.

6.7.2 Pergunta 02

02) Observando a corrida de carrinhos, o que você pode perceber de diferente entre eles para que cheguem no final da pista em tempos diferentes?

Objetivo da questão: avaliar a concepção dos visitantes de que os corpos iguais podem apresentar movimentos diferentes devido à grandeza velocidade.

O Quadro 8 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 4 visitantes com faixa etária até 5 anos de idade (Educação Infantil).

Quadro 8 - Categorização das respostas dos visitantes com até 5 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico	Citam a velocidade como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que	1	1

atualmente aceito.	caracteriza os seus diferentes movimentos		
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam a aceleração como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente para caracteriza os seus diferentes movimentos	1	1
Respostas que remetem uma falta de clareza na atividade proposta	Não quiseram citar nenhum parâmetro	2	2

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 8 observamos que dos 4 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, apenas 1 visitante citou a velocidade sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava o que caracterizava os seus movimentos. Um único visitante citou a aceleração sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava como o que caracterizava os seus diferentes movimentos. Percebemos que 2 visitantes optaram por não responder a atividade, podendo ser justificado pelo o interesse dos mesmo de utilizar os outros espaços da Praça da Ciência. Observamos que uma quantidade de visitantes desse grupo respondeu o questionário com o auxílio dos seus responsáveis, podendo ser um fator que influenciou as respostas dos mesmos.

O Quadro 9 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 6 visitantes com faixa etária de 6 a 10 anos de idade (Ensino Fundamental I).

Quadro 9 - Categorização das respostas dos visitantes de 6 a 10 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam a velocidade como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	4	4
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam a rapidez como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	1	1
Respostas que remetem uma não compreensão do	Citam a posição como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que	1	1

conceito Físico	caracteriza os seus diferentes movimentos		
-----------------	---	--	--

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 9 notamos que dos 6 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, 4 visitantes citaram a velocidade sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava motivo que caracterizava os seus movimentos. Um único visitante citou a rapidez sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava como o que caracterizava os seus diferentes movimentos. Apenas 1 visitante citou a posição sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava o que caracterizava os seus diferentes movimentos.

O Quadro 10 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 38 visitantes com faixa etária de 11 a 14 anos de idade (Ensino Fundamental II).

Quadro 10 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam a velocidade como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	26	26
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam a rapidez como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	3	3
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam o tempo como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	5	9
	Citam a posição como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	2	
	Citam o terreno como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	2	

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 10 observamos que dos 38 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, 26 citaram a velocidade sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava o que caracterizava os seus diferentes movimentos. Três visitantes citaram a rapidez sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava como o que caracterizava os seus diferentes movimentos. Também averiguamos que 9 visitantes citaram o tempo, a posição e o terreno sendo os diferentes parâmetros que cada robô apresentava sendo o que caracterizava os seus diferentes movimentos.

O Quadro 11 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 29 visitantes com faixa etária de 15 a 18 anos de idade (Ensino Médio).

Quadro 11 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam a velocidade como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	23	23
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam a rapidez como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	1	1
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam a posição como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	1	4
	Citam o tempo como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	1	
	Citam a aceleração como sendo o parâmetro que cada robô apresenta de diferente que caracteriza os seus diferentes movimentos	2	
Respostas que remetem uma falta de clareza na atividade	Não quiseram citar nenhum parâmetro	1	1

proposta			
----------	--	--	--

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 11 observamos que dos 29 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, 23 visitantes citaram a velocidade sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava o que caracterizava os seus diferentes movimentos. Apenas 1 visitante citou a rapidez sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava como o que caracterizava os seus diferentes movimentos. Também observamos que 4 visitantes citaram o tempo, a posição e a aceleração sendo os diferentes parâmetros que cada robô apresentava o que caracterizava os seus diferentes movimentos. Um único visitante optou por não responder essa questão.

O Quadro 12 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 8 visitantes com faixa etária de 19 a 48 anos de idade.

Quadro 12 - Categorização das respostas dos visitantes de 19 a 48 anos de idade que responderam à questão 2 do questionário final.

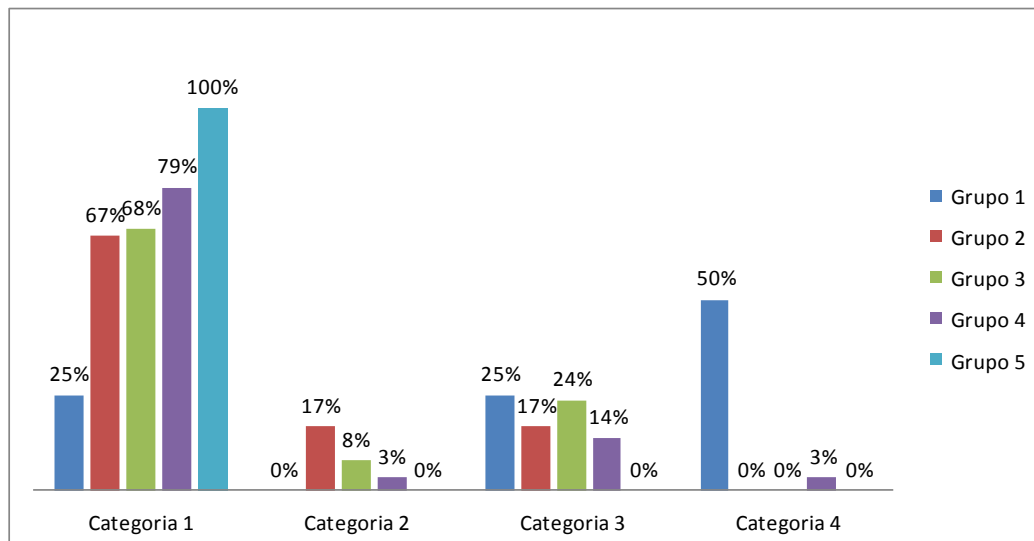
Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator de diferença do movimento dos robôs a velocidade	8	8

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 12 observamos que todos os 8 visitantes desse grupo que realizaram a atividade citaram a velocidade sendo o diferente parâmetro que cada robô apresentava sendo o que caracterizava os seus diferentes movimentos. Percebemos que a atividade apresentou um grande indício de ser eficaz na construção do conceito científico para esse grupo.

A comparação, em porcentagem, que cada grupo de visitantes obteve para cada categoria de resposta é indicada no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 2.



Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Gráfico 2 concluímos que 67% dos visitantes do grupo 2, 68% dos visitantes do grupo 3, 79% dos visitantes do grupo 4 e 100% dos visitantes do grupo 5 apresentaram respostas na categoria 1. Esse resultado indica que a atividade pode ter auxiliado os visitantes a identificar que a velocidade influenciou no movimento dos robôs e que, por apresentarem velocidades diferentes, os robôs percorrem o mesmo circuito em tempos diferentes. Percebemos que o maior número de visitantes do grupo 5 optou por não responder a essa questão, nos levando a acreditar que a atividade não é eficaz para esse grupo de visitantes e que devemos modificá-la para atender a esse grupo.

6.7.3 Pergunta 03

3) No robô que apresenta velocidade variável, qual conceito físico é responsável por essa variação de velocidade?

Objetivo da questão: avaliar a concepção dos visitantes em relacionar a variação de velocidade com a aceleração.

O Quadro 13 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 2 visitantes com faixa etária até 5 anos de idade (Educação Infantil).

Quadro 13 - Categorização das respostas dos visitantes com até 5 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam a aceleração como sendo a responsável pela variação da velocidade	1	1
Respostas que remetem uma falta de clareza na atividade proposta	Não quiseram citar nenhum conceito Físico responsável pela variação da velocidade	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 13 observamos que dos 2 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, apenas 1 visitante citou a aceleração sendo o fator responsável pela variação da velocidade de um dos robôs. Observamos que o outro visitante optou por não responder essa questão. Percebemos que o motivo que levou esse visitante a não responder à questão era a vontade de visitar os outros experimentos presentes na Praça da Ciência. Averiguamos que um visitante desse grupo respondeu o questionário com o auxílio do seu responsável, podendo ser um fator que influenciou a resposta desse visitante.

O Quadro 14 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 5 visitantes com faixa etária de 6 a 10 anos de idade (Ensino Fundamental I).

Quadro 14 - Categorização das respostas dos visitantes de 6 a 10 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam a aceleração como sendo a responsável pela variação da velocidade	3	3
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam o tempo como sendo o responsável pela variação da velocidade	1	1
Respostas que remetem uma falta de clareza na atividade proposta	Não quiseram citar nenhum conceito Físico responsável pela variação da velocidade	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 14 concluímos que dos 5 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, 3 citaram a aceleração sendo o fator responsável pela variação de

velocidade de um dos robôs. Apenas 1 visitante citou o tempo sendo o fator responsável pela variação da velocidade de um dos robôs. Novamente, observamos que 1 visitante não respondeu à questão devido a vontade de visitar outros experimentos presentes na Praça da Ciência.

O quadro 15 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 16 visitantes com faixa etária de 11 a 14 anos de idade (Ensino Fundamental II).

Quadro 15 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam a aceleração como sendo a responsável pela variação da velocidade	13	13
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam o tempo como sendo o responsável pela variação da velocidade	1	3
	Citam a posição como sendo a responsável pela variação da velocidade	1	
	Citam o atrito como sendo o responsável pela variação da velocidade	1	

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 15 concluímos que dos 26 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, 13 citaram a aceleração sendo o fator responsável pela variação de velocidade de um dos robôs. Percebemos que 3 visitantes citaram o tempo, posição e o atrito sendo os responsáveis pela variação de velocidade de um dos robôs.

O Quadro 16 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 24 visitantes com faixa etária de 15 a 18 anos de idade (Ensino Médio).

Quadro 16 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito	Citam a aceleração como sendo a responsável pela	18	18

científico atualmente aceito.	variação da velocidade		
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam o tempo como sendo o responsável pela variação da velocidade	2	6
	Citam as leis de Newton como sendo os responsáveis pela variação da velocidade	3	
	Citam o atrito como sendo o responsável pela variação da velocidade	1	

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 16 observamos que dos 24 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, 18 citaram a aceleração sendo o fator responsável pela variação da velocidade de um dos robôs. Observamos que 6 visitantes citaram o tempo, o atrito e as leis de Newton sendo os fatores responsáveis pela variação de um dos robôs.

O Quadro 17 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 8 visitantes com faixa etária de 19 a 48 anos de idade.

Quadro 17 - Categorização das respostas dos visitantes de 19 a 48 anos de idade que responderam à questão 3 do questionário final.

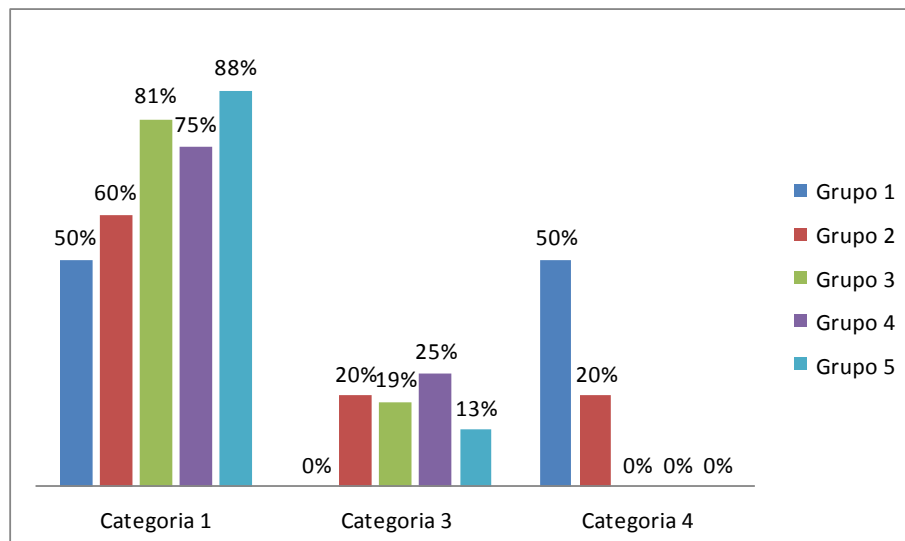
Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam a aceleração como sendo a responsável pela variação da velocidade	7	7
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam o atrito como sendo o responsável pela variação da velocidade	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisar o Quadro 17 notamos que dos 8 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, 7 visitantes citaram a aceleração sendo a responsável pela variação da velocidade de um dos robôs. Apenas 1 único visitante citou o atrito sendo o responsável pela variação da velocidade do robô.

A comparação, em porcentagem, que cada grupo de visitantes obteve para cada categoria de resposta é indicada no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 3.



Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Gráfico 3 observamos que 50% dos visitantes do grupo 1, 60% dos visitantes do grupo 2, 81% dos visitantes do grupo 3, 75% dos visitantes do grupo 4 e 88% dos visitantes do grupo 5 apresentaram respostas na categoria 1. Esse resultado pode estar associado ao fato da atividade auxiliar os visitantes a identificar que a aceleração é o parâmetro responsável por variar a velocidade do robô no decorrer do tempo. Percebemos também que 50% dos visitantes do grupo 1 optaram por não responder a atividade, nos levando a acreditar que essa atividade precise de algumas modificações para obter um resultado um pouco mais eficaz para esse grupo.

6.7.4 Pergunta 04

4) O que influenciou na mudança do movimento do robô na situação observada?

Objetivo da questão: avaliar a concepção dos visitantes em identificar a influência do atrito no movimento dos corpos quando há uma mudança na superfície de movimento.

O Quadro 18 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 2 visitantes com faixa etária até 5 anos de idade (Educação Infantil).

Quadro 18 - Categorização das respostas dos visitantes com até 5 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
-------------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------

Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô o atrito	1	1
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô sua roda	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 18 observamos que dos 2 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, apenas 1 citou o atrito sendo o responsável pela mudança de movimento do robô. Além de citar o atrito sendo um dos fatores para a mudança de movimento do robô, um único visitante mencionou a característica da roda sendo o fator responsável pela mudança. Observamos que um visitante desse grupo respondeu o questionário com o auxílio do seu responsável, podendo este ser um fator que influenciou a resposta desse visitante.

O Quadro 19 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 2 visitantes com faixa etária de 6 a 10 anos de idade (Ensino Fundamental I).

Quadro 19 - Categorização das respostas dos visitantes de 6 a 10 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô o percurso	1	1
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô a variação da velocidade	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 19 observamos que apenas 1 dos 2 visitantes desse grupo associou o atrito sendo o fator responsável por mudar o movimento do robô. O outro visitante desse grupo citou a variação de velocidade do robô sendo o fator responsável pela mudança do movimento do robô.

O quadro 20 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 3

visitantes com faixa etária de 11 a 14 anos de idade (Ensino Fundamental II).

Quadro 20 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô o atrito	2	2
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô as condições da pista	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 20 concluímos que dos 3 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, 2 visitantes citaram o atrito sendo o responsável pela variação do movimento do robô. Um único visitante mencionou os diferentes materiais presentes no circuito sendo o fator responsável pela mudança.

O Quadro 21 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 22 visitantes com faixa etária de 15 a 18 anos de idade (Ensino Médio).

Quadro 21 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô o atrito	16	16
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô a mudança na estrutura da pista	1	1
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô o trabalho	1	5
	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô a perda de velocidade	4	

Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 21 observamos que, dentre os 22 visitantes desse grupo que realizaram a atividade, 16 citaram o atrito sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô. Observamos que 5 visitantes citaram o trabalho realizado pelo robô e a perda de velocidade os fatores responsáveis pela mudança de seu movimento.

O Quadro 22 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 2 visitantes com faixa etária de 19 a 48 anos de idade.

Quadro 22 - Categorização das respostas dos visitantes de 19 a 48 anos de idade que responderam à questão 4 do questionário final.

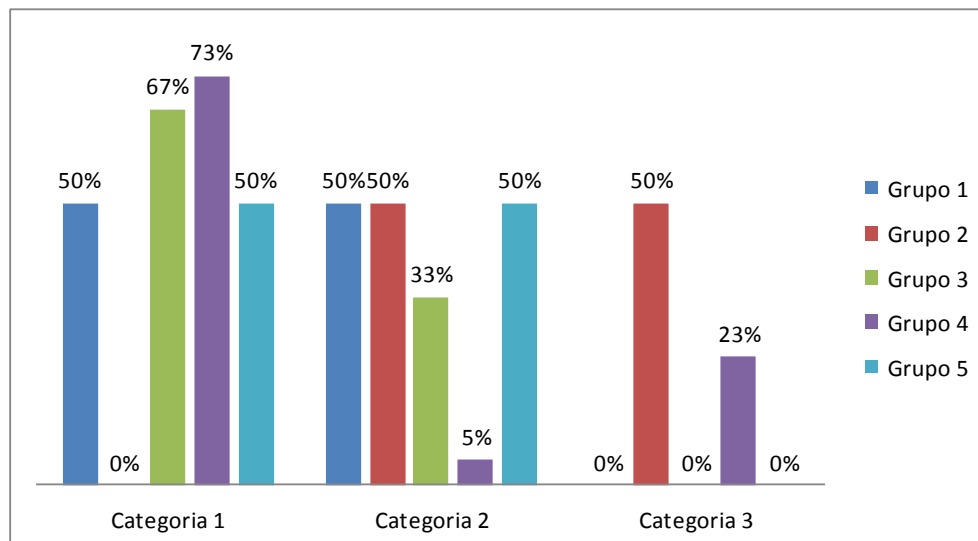
Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô o atrito	1	1
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a mudança do movimento do robô o atrito e a aceleração	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 22 observamos que um único visitante citou o atrito sendo o fator responsável por influenciar a mudança do movimento do robô. O outro visitante citou a aceleração sendo o fator responsável pela mudança do movimento.

A comparação, em porcentagem, que cada grupo de visitantes obteve para cada categoria de resposta é indicada no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 4.



Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Gráfico 4 observamos que 50% dos visitantes do grupo 1, 67% de visitantes do grupo 3, 73% dos visitantes do grupo 4 e 50% dos visitantes do grupo 5 apresentaram respostas na categoria 1. Esse resultado pode estar associado ao fato da atividade auxiliar os visitantes a identificar a existência de diferentes forças de atrito entre as rodas do robô e a superfície de contato e observar que o movimento desse robô é diferente devido a esses atritos diferentes. Percebemos que a atividade, para o grupo 2, foi parcialmente efetiva, demonstrando que ela pode não ser efetiva para esse grupo.

6.7.5 Pergunta 05

5) Qual foi o motivo para que os dois robôs na atividade cabo de guerra não se movessem?

Objetivo da questão: avaliar a concepção dos visitantes em identificar que as forças que estão atuando em cada um dos robôs se anulam e desta maneira eles se encontram no estado de equilíbrio de translação.

O quadro 23 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 7 visitantes com faixa etária de 11 a 14 anos de idade (Ensino Fundamental II).

Quadro 23 - Categorização das respostas dos visitantes de 11 a 14 anos de idade que responderam à questão 5 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito	Citam como sendo o fator que influenciou a condição de	6	6

científico atualmente aceito.	equilíbrio dos robôs as forças aplicadas em cada um serem iguais.		
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam que existem as condições de equilíbrio em cada robô, mas não mencionam as forças serem iguais.	1	1

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 23 observamos que, dos 7 visitantes desse grupo que realizaram essa atividade, 6 citaram que a força que cada robô exerce sobre o outro foi o fator responsável para a condição de equilíbrio dos mesmos, demonstrando assim, indícios que houve construção do conceito científico proposto pela atividade. Apenas 1 único visitante apresentou indícios de uma construção parcial do conhecimento ao citar o equilíbrio dos robôs sem mencionar a relação das forças.

O Quadro 24 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 22 visitantes com faixa etária de 15 a 18 anos de idade (Ensino Médio).

Quadro 24 - Categorização das respostas dos visitantes de 15 a 18 anos de idade que responderam à questão 5 do questionário final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência de respostas	Número de visitantes
Respostas que apresentam o conceito científico atualmente aceito.	Citam como sendo o fator que influenciou a condição de equilíbrio dos robôs as forças aplicadas em cada um serem iguais.	14	14
Respostas que apresentam parcialmente o conceito científico atualmente aceito.	Citam que existem as condições de equilíbrio em cada robô, mas não mencionam as forças serem iguais.	4	6
	Citam que existem forças iguais sendo aplicadas nos robôs, mas não mencionam a influencias dessas forças com o estado de equilíbrio.	2	
Respostas que remetem uma não compreensão do conceito Físico	Citam como sendo os fatores que influenciaram a condição de equilíbrio dos robôs a força peso e a aceleração	1	2
	Citam como sendo os fatores que influenciaram a condição de	1	

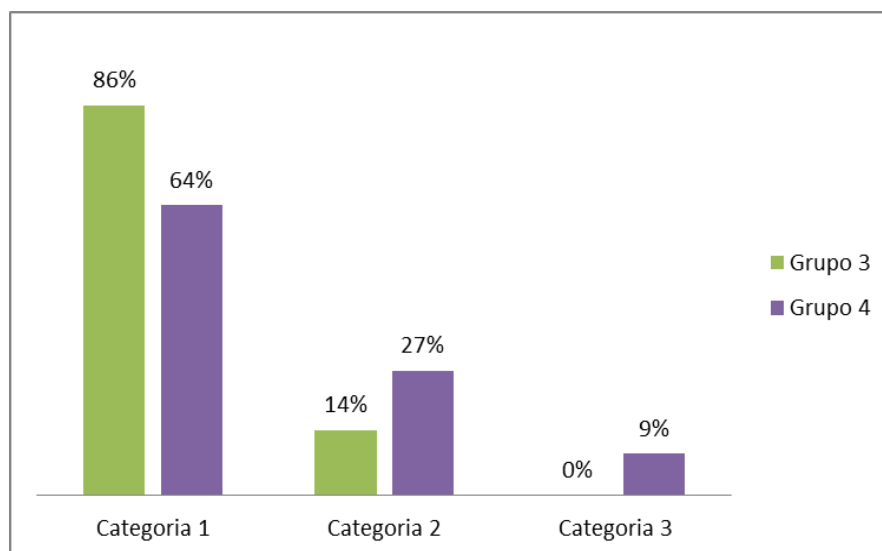
	equilíbrio dos robôs a direção e o sentido de movimento.		
--	--	--	--

Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Quadro 24 notamos que 14 visitantes citaram a força aplicada por cada robô sendo o fator responsável por mantê-los em equilíbrio, demonstrando indícios que houve construção do conceito científico proposto pela atividade. Seis visitantes apresentaram indícios de uma construção parcial do conhecimento, onde 4 visitantes citaram o equilíbrio dos robôs sem mencionar a relação das forças, e 2 visitantes citaram a existências de forças no robô e não mencionaram o equilíbrio dos robôs. Apenas 2 visitantes apresentaram indícios da falta de compreensão do conceito Físico proposto pela atividade ao mencionar que os robôs permaneciam em repouso devido a aceleração, força peso, direção e sentido do movimento.

A comparação, em porcentagem, que cada grupo de visitantes obteve para cada categoria de resposta é indicada no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Grupo de visitantes para cada categoria da questão 5.



Fonte: Autor (2019).

Ao analisarmos o Gráfico 5 percebemos que 86% dos visitantes do grupo 3 e 64% dos visitantes do grupo 4 apresentaram respostas na categoria 1. Esses resultados podem ser relacionados ao fato da atividade auxiliar o visitante a identificar a relação existente entre a somatória das forças que atuam no corpo e a condição de equilíbrio desse corpo. Essa atividade foi desenvolvida e aplicada nos momentos finais da etapa de aplicação do

produto, desta maneira, o número de visitantes que realizaram essa atividade, comparado com as outras, foi menor, sendo assim, não apresentando os grupos 4 e 5 de visitantes.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos esse trabalho tendo como ideia principal a elaboração de uma sequência de atividades que utilizassem robôs com a plataforma Arduíno, para serem aplicadas em um espaço não-formal. Escolhemos alguns conteúdos da Mecânica por estarem presentes no cotidiano de todas as pessoas e pelo fato de podermos utilizar tecnologia para contextualizar alguns conceitos da Física.

Um dos primeiros desafios que nós encontramos no desenvolvimento desse trabalho foi a construção e a programação dos robôs que seriam utilizados nas atividades. Buscamos algumas referências, e a partir de adaptações, chegamos ao modelo aplicado nas atividades. Durante alguns meses nosso maior desafio foi o desenvolvimento da programação. Após algumas consultas em fóruns de Arduíno, conseguimos criar as programações que seriam utilizadas nas atividades. Mesmo tendo programações disponíveis na rede mundial de computadores, essas não se aplicavam corretamente ao robô utilizado, principalmente em relação ao funcionamento para que ele pudesse descrever movimentos retilíneos.

Após desenvolvermos o roteiro de duas atividades iniciais decidimos realizar a aplicação na Escola de Ciência Física. Devido à baixa procura dos visitantes no período que tínhamos reservado para a aplicação, não obtivemos êxito. Para solucionarmos essa situação optamos por aplicar as atividades na Praça da Ciência, pois esse espaço não-formal apresenta uma frequência elevada de visitantes durante todo o ano.

Tivemos algumas dificuldades nas primeiras aplicações, pois não tínhamos muita experiência nesse tipo de atividades e os visitantes acreditavam que por se tratar de uma atividade que relacionava conceitos físicos teriam que fazer algum tipo de cálculo ou utilizar algum conceito físico que eles não dominavam.

As atividades eram previamente planejadas e durante as aplicações sempre observávamos as suas execuções para possíveis ajustes. Tivemos que alterar a ordem de aplicação das atividades 2 e 3, alteramos a utilização do EVA por uma toalha na atividade 4 e alteramos a utilização do fio de nylon por barbante. Como o processo de

elaboração das atividades foi realizado no período inicial das aplicações, ocorreu a inserção de novas atividades no método. Procuramos também criar métodos de aplicação para cada faixa etária de visitantes. Para os visitantes com idade inferior a 10 anos, as atividades eram discutidas de maneira mais qualitativa e com linguagem mais próxima da realidade daquela faixa etária. Para os visitantes com idade entre 11 e 19 anos, aprofundávamos mais as discussões a respeito dos conceitos físicos envolvidos nas atividades. Não obtivemos visitantes com idade entre 20 e 33 anos. Para os visitantes com idade superior a 34 anos buscávamos obter apoio com os mesmos

Percebemos que durante as atividades, os visitantes das diferentes faixas etárias apresentavam distintos comportamentos sociais. Os visitantes de até 7 anos de idade eram mais reservados, somente interagindo com seus responsáveis. Sempre que possível tentávamos estabelecer uma interação com eles, para que pudessem dividir essa experiência e, possivelmente, construir novos conhecimentos durante as atividades. Os visitantes com idades entre 8 e 13 anos apresentavam interesse maior em interagir com os robôs, demonstrando curiosidade e fascínio pelo equipamento. Com esses visitantes criávamos grupos de no máximo três pessoas para que interagissem entre si. Os visitantes com idades entre 14 e 19 anos já apresentavam um engajamento social entre eles, pois pertenciam ao mesmo grupo escolar. Percebemos que esses visitantes realizavam as atividades sempre interagindo entre eles e, a todo momento, compartilhando informações, trocando ideias e tentando compreender os conceitos juntos. Os visitantes com idades superiores a 34 anos eram os responsáveis legais dos visitantes menores de idade e por esse motivo tentavam somente auxiliar os outros visitantes nas atividades.

Após a aplicação das atividades, percebemos que esse tipo de prática nos proporcionava uma satisfação ao perceber como boa parte dos visitantes apresentava o interesse em participar, e o surgimento da curiosidade sobre os conceitos da Física envolvidos nos exercícios propostos. Esse fato nos enriqueceu profissionalmente, pois não acreditávamos que esse tipo de prática proporcionaria esses resultados, mudando a concepção das nossas aulas.

A partir dos dados coletados e dos resultados obtidos percebemos que a sequência didática foi bem acolhida pelos visitantes, demonstrando ser uma boa ferramenta que os

auxiliou na construção do conhecimento científico. Detectamos esse fato ao analisarmos os gráficos de comparação de grupo de visitantes para cada categoria de cada questão presente no questionário final. Em quase todas as questões observamos que a maior concentração de respostas dos visitantes está localizada na categoria em que o conceito científico atualmente aceito é apresentado.

A figura 19 é o questionário final respondido por um dos visitantes. Nesta situação as respostas dadas pelo visitante se encontram na categoria do conceito científico atualmente aceito. A partir desses dados chegamos a conclusão que o método utilizado e a troca de experiências com os outros envolvidos nas atividades possivelmente ajudou o visitante a associar os conceitos propostos com fatos do seu cotidiano e assim ter indícios de que os conceitos da Mecânica tornaram-se significativos.

Figura 19 - Exemplo de questionário respondido pelo visitante.

16 anos **QUESTIONÁRIO**

1) Quais os parâmetros que devem ser relacionados para se obter a velocidade do carrinho?

Tempo e deslocamento

2) Observando a corrida de carrinhos, o que você pode perceber de diferente entre eles para que cheguem no final da pista em tempos diferentes?

Aceleração Deslocamento = ; Velocidade ≠

3) No robô que apresenta velocidade variável, qual conceito físico é responsável por essa variação de velocidade?

Aceleração

4) O que influenciou no movimento do robô na situação observada?

O atrito

5) Qual foi o motivo para que os dois robôs na atividade cabo de guerra não se movesse?

A condição de equilíbrio por conta das forças iguais.

Fonte: Autor (2019).

Uma situação que chamou a nossa atenção foi o fato que, na questão relacionada à obtenção e análise da velocidade média, a categoria que envolvia os visitantes com idades até cinco anos demonstrou uma dificuldade em compreender o conceito físico proposto pela atividade. Concluimos que esse fato pode estar relacionado ao fato de que essa faixa etária de visitantes não tenha adquirido o conhecimento inicial desse conceito e que possivelmente a linguagem utilizada não apresente um fator atrativo, tornando a atividade cansativa e entediante para esses visitantes. Isso nos leva a pensar na criação de uma abordagem diferente para esse conceito físico.

Também observamos que na questão referente à atividade relacionada ao atrito uma quantidade considerável de visitantes que está na educação infantil e ensino fundamental I apresentou compreensão parcial do conceito físico ou não compreensão deste conceito. Esse resultado nos levou a concluir que a sequência didática utilizada demonstrou não estar adequada para esse grupo de visitantes e que possíveis alterações um novo método deverá ser criado, tornando a compreensão desse conceito mais simples.

Obtivemos também dois feedback sobre as atividades. O professor de Matemática responsável pelas turmas do COEP (Centro de Orientação e encaminhamento profissional) de Colatina nos informou que achou as propostas das atividades interessantes e o fato de proporcionar ao aluno uma interação com os robôs, para que eles pudessem construir o conhecimento, poderia auxiliar não somente na área da Física, mas em todas as outras áreas. Já a pedagoga da prefeitura de Vitória, responsável pelo projeto para crianças com alta capacidade, nos relatou que o fato das atividades serem executadas em formato de brincadeira, para as crianças, facilitou a tentativa de auxiliá-las na compreensão dos conceitos propostos.

Essa oportunidade de criar e aplicar esse trabalho nos proporcionou uma reflexão sobre as metodologias que estamos utilizando em nossas aulas, provocando uma reflexão a respeito dos materiais e metodologias utilizadas em sala de aula a fim de proporcionar um Ensino de Física mais dinâmico, tornando o aluno o protagonista na construção do seu conhecimento. Os resultados encontrados são motivadores, nos instigando a criar novas atividades utilizando a Robótica Educacional em outras áreas da Física.

Finalizamos essa dissertação de mestrado com um pensamento de que podemos sair de nossas zonas de conforto e proporcionar aos alunos experiências novas e dinâmicas para o ensino, criando assim cidadãos criativos que consigam construir o conhecimento de várias perspectivas diferentes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. **Informática e formação de professores**. Volume 1. Brasília: Editora Parma, 2000.
- ACKERMANN, E. K. **Constructivism, one ore many?** In: INSTITUTO DE INVERNO, 2002, Curitiba. Anais... Curitiba: Secretaria de Educação, 2002.
- ALTRICHTER, H.; POSCH, P.; SOMEKH, B. **Teachers investigate their work**. Londres: Routledge, 1993.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BASTOS, M. O. **A informática a serviço da construção do conhecimento na tarefa do docente**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- CAMPOS, F. R. **Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, out./dez. 2017.
- COELHO, L.; PISONI, S. **Vygotsky: sua teoria e a influência na educação**. Revista e-Ped – FACOS / CNEC Osório, v. 2, n. 1, ago. 2012.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- EVANGELISTA, R. L. **Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: uma proposta didática baseada nos três momentos pedagógicos utilizando a Astronomia como temática central**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, UFES, Espírito Santo, 2016.
- FERNANDES, M.; SANTOS, C. A. M.; SOUZA, E. E. P.; FONSECA, M. G. **Robótica educacional: Uma ferramenta para ensino de lógica de programação no ensino fundamental**. Anais do XXIV Workshop de Informática na Escola, p. 315-322, out./dez. 2018.
- FERREIRA, L. A. C.; JESUS, A. M.; RUFO, M. C. B.; SANTOS, F. M. C. **Se-Robô: Aplicativo para Robótica Educacional de Baixo Custo**. Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, p. 1285-1289, out. 2016.
- GOHN, M. G. **Educação Não Formal e Cultura Política: 177 Impactos sobre o associativismo do terceiro setor**. São Paulo: Cortez (Coleção questões da nossa época), 1999. V 71.

GOHN, M. G. **Educação não formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas.** Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 27-38, jan./mar. 2006.

GRUNDY, S. J.; KEMMIS, J. **Educational action research in Australia.** O estado da arte. Geelong: Deakin University Press, 1982.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física.** 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação.** 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2005.

LEWIN, K. **Action research and minority problems.** Journal of Social Issues, n. 2, p. 34-36, 1946.

MAY, T. **Pesquisa social. Questões, métodos e processos.** Porto Alegre: Artemed, 2001.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade.** 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAES, R. **Análise de conteúdo.** Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NEHMZOW, U. **Mobile Robotics: A Practical Introduction.** Springer, 2000. 243p.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica.** 4 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2002.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática.** Artes Médicas. Porto Alegre. 1994.

PAPERT, S. **LOGO: Computadores e Educação.** São Paulo, Brasiliense, 1985.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica.** Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VALENTE, J. A. **Por que o computador na educação?.** Disponível em: <http://www.mrherondomingues.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/27/1470/14/arquivos/File/PPP/TextoComputadornaEducacao.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2019.

VALENTE, M. E. **Educação em Museus. O público de hoje no museu de ontem.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Educação. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1995.

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

2003.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO FINAL

1) Quais os parâmetros que devem ser relacionados para se obter a velocidade do carrinho?

2) Observando a corrida de carrinhos, o que você pode perceber de diferente entre eles para que cheguem no final da pista em tempos diferentes?

3) No robô que apresenta velocidade variável, qual conceito físico é responsável por essa variação de velocidade?

4) O que influenciou na mudança do movimento do robô na situação observada?

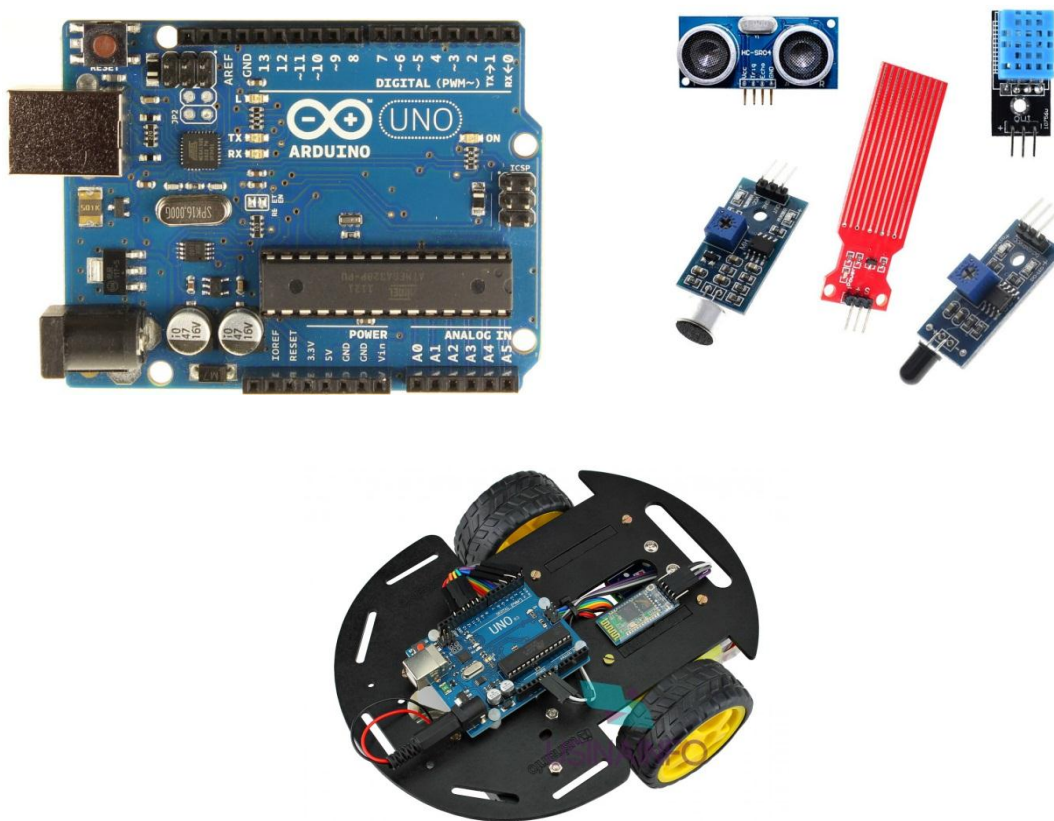
5) Qual foi o motivo para que os dois robôs na atividade cabo de guerra não se movesse?

APÊNDICE B - ROTEIROS DE ATIVIDADES ROBÓTICA EDUCACIONAL

**PPEFis Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Física - MNPEF**



**ROTEIRO DE ATIVIDADES NO ENSINO DA MECÂNICA UTILIZANDO
ROBÓTICA EDUCACIONAL**



AUTOR: EWERTON DE BARCELLOS JÚNIOR

ORIENTADOR: PROF. DR. CLEITON KENUP PIUMBINI

COORIENTADOR: PROF. ME. ROBSON LEONE EVANGELISTA

CARIACICA

2019

CADERNO DO ALUNO

FÍSICA MECÂNICA - CINEMÁTICA

ATIVIDADE 1 – ESPAÇO PERCORRIDO, DESLOCAMENTO E POSIÇÃO

OBJETIVO:

- Diferenciar espaço percorrido, deslocamento e posição com o objetivo de introduzir Física e seus objetos de estudo.

MATERIAIS:

- Um robô utilizando a plataforma Arduíno, com a programação pré-determinada;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTOS

- Espaço percorrido;
- Posição;
- Deslocamento;
- Cinemática.

PROCEDIMENTO

- Esta atividade será realizada em quatro etapas.
- **Primeira etapa da atividade:** Libere o robô, já com a programação “Atividade _1.1”, do bloco 0 do circuito.
- Observe em qual bloco o robô irá parar.
- Neste momento será feita, pelo mediador da atividade, uma indagação. Discuta com os outros visitantes e encontre uma possível resposta.
- **Segunda etapa da atividade:** Libere o robô, agora já com a programação “Atividade _1.2”, do bloco 0 do circuito.
- Observe em qual bloco o robô irá parar.
- Neste momento será feita, pelo mediador da atividade, uma nova indagação. Discuta com os outros visitantes e encontre uma possível resposta.
- **Terceira etapa da atividade:** Libere o robô, agora já com a programação “Atividade _1.3”, do bloco 0 do circuito.
- Observe o movimento do robô e em qual bloco ele irá parar.
- Neste momento será feita, pelo mediador da atividade, duas novas indagações. Discuta com os outros visitantes e encontre as possíveis respostas.
- **Quarta etapa da atividade:** Libere o robô, agora já com a programação “Atividade _1.4”, do bloco 2 do circuito.
- Observe o movimento do robô e em qual bloco ele irá parar.
- Neste momento será feita, pelo mediador da atividade, três novas indagações. Discuta com os outros visitantes e encontre as possíveis respostas.

FÍSICA MECÂNICA - CINEMÁTICA
ATIVIDADE 2 – DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE

OBJETIVO:

- Relacionar os conceitos deslocamento e tempo com a grandeza velocidade escalar média;
- Coletar dados relativos a um movimento.

MATERIAIS:

- Um robô utilizando a plataforma Arduino com a programação pré-determinada;
- Cronômetro (presente em celulares, relógios de pulso, etc.);
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTOS

- Deslocamento;
- Tempo;
- Velocidade;
- Cinemática.

PROCEDIMENTO

- Esta atividade será realizada em uma etapa.
- Observe que o circuito apresenta 9 blocos divididos igualmente.
- Libere o robô, já com a programação “Atividade _2.1”, do bloco 0 do circuito.
- Utilizando um cronômetro, marque o tempo em que o robô se movimento do bloco 0 até o bloco em que o robô para.
- Observe em qual bloco o robô irá parar.
- Neste momento será proposta, pelo mediador, uma atividade. Realize essa atividade com os outros visitantes e encontre uma possível solução.

FÍSICA MECÂNICA - CINEMÁTICA

ATIVIDADE 3 – PONTO DE ENCONTRO

OBJETIVO:

- Relacionar movimento dos corpos com a velocidade média escalar com o objetivo de introduzir Física e seus objetos de estudo;
- Demonstrar que os corpos iguais se movimentam diferentes devido a grandeza velocidade escalar média.

MATERIAIS:

- Dois robôs utilizando a plataforma Arduino, com a programação pré-determinada;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTOS

- Deslocamento;
- Tempo;
- Velocidade;
- Cinemática.

PROCEDIMENTO

- Esta atividade será realizada em duas etapas.
- **Primeira etapa da atividade:** Libere os robôs, já com as programações “Atividade _3.1” e “Atividade _3.2”, em cada um dos robôs, do bloco 0 do circuito.
- Observe os movimentos dos robôs e em qual bloco eles irão parar.
- Neste momento será feito, pelo mediador da atividade, uma indagação. Discuta com os outros visitantes e encontre uma possível resposta.
- **Segunda etapa da atividade:** Neste momento será proposto, pelo mediador da atividade, um desafio.
- Utilizando os robôs com as mesmas programações da etapa anterior, realize esse desafio com os outros visitantes e encontre uma possível solução.

FÍSICA MECÂNICA - CINEMÁTICA
ATIVIDADE 4 – ACELERAÇÃO DOS CORPOS

OBJETIVO:

- Identificar a variação da velocidade no decorrer do tempo e associar tal fenômeno a aceleração;
- Observar os movimentos dos corpos acelerados e desacelerados.

MATERIAIS:

- Dois robôs utilizando a plataforma Arduino com a programação pré-determinada;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTOS

- Deslocamento;
- Tempo;
- Velocidade;
- Aceleração;
- Cinemática.

PROCEDIMENTO

- Esta atividade será realizada em uma etapa.
- Libere os robôs, já com as programações “Atividade _4.1” e “Atividade _4.2”, em cada um dos robôs, do bloco 0 do circuito.
- Observe os movimentos dos robôs e em qual bloco eles irão parar.
- Neste momento será feita, pelo mediador da atividade, três novas indagações. Discuta com os outros visitantes e encontre as possíveis respostas.

FÍSICA MECÂNICA - DINÂMICA

ATIVIDADE 5 – MOVIMENTO COM ATRITO

OBJETIVO:

- Observar diferentes movimentos dos corpos sobre diferentes superfícies de contato.
- Identificar que diferentes superfícies apresentam diferentes atritos com outros corpos.

MATERIAIS:

- Um robô utilizando a plataforma Arduíno com a programação pré-determinada;
- Uma toalha;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTOS

- Aceleração;
- Atrito;
- Dinâmica.

PROCEDIMENTO

- Esta atividade será realizada em duas etapas.
- **Primeira etapa da atividade:** Libere o robô, já com a programação “Atividade _5”, do bloco 0 do circuito.
- Observe o movimento do robô sobre o circuito, que apresenta uma superfície com uma característica diferente (uma toalha de banho).
- **Segunda etapa da atividade:** Libere novamente o robô, já com a programação “Atividade _5” do bloco 0 do circuito.
- Observe novamente o movimento desse robô sobre o circuito, que apresenta uma superfície com uma característica diferente (uma toalha de banho).
- Neste momento será feito, pelo mediador da atividade, uma indagação. Discuta com os outros visitantes e encontre uma possível resposta.

FÍSICA MECÂNICA - DINÂMICA

ATIVIDADE 6 – CABO DE GUERRA

OBJETIVO:

- Identificar as condições de equilíbrio quando a resultante das forças é igual e diferente de zero.

MATERIAIS:

- Dois robôs utilizando a plataforma Arduíno, com a programação pré-determinada;
- Uma toalha;
- Um barbante;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTOS

- Força;
- Velocidade;
- Dinâmica.

PROCEDIMENTO

- Esta atividade será realizada em duas etapas.
- **Primeira etapa da atividade:** Libere os robôs, já com as programações “Atividade _6.1” e “Atividade _6.2”, em cada um dos robôs, no meio do circuito, em sentidos opostos.
- Observe o movimento do robô sobre o circuito.
- Neste momento será feito, pelo mediador da atividade, uma indagação. Discuta com os outros visitantes e encontre uma possível resposta.
- **Segunda etapa da atividade:** Libere novamente os robôs, já com as programações “Atividade _6.3” e “Atividade _6.4”, em cada um dos robôs, no meio do circuito, em sentidos opostos.
- Observe o movimento do robô sobre o circuito.
- Neste momento será feito, pelo mediador da atividade, uma indagação. Discuta com os outros visitantes e encontre uma possível resposta.

CADERNO DO PROFESSOR

FÍSICA MECÂNICA - CINEMÁTICA

ATIVIDADE 1 – ESPAÇO PERCORRIDO, DESLOCAMENTO E POSIÇÃO

OBJETIVO:

O objetivo da atividade é compreender os conceitos posição, espaço percorrido e deslocamento.

Os objetivos específicos são:

- Diferenciar espaço percorrido, deslocamento e posição com o objetivo de introduzir Física e seus objetos de estudo.

MATERIAIS:

- Um robô utilizando a plataforma Arduíno com a programação pré-determinada;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTO

- Espaço percorrido;
- Posição;
- Deslocamento;
- Cinemática.

PROCEDIMENTO

No primeiro momento, baixe no robô a programação “Atividade _1.1”. Os visitantes são orientados a liberar o robô do bloco zero da pista. Neste primeiro momento o robô apresenta uma programação em que ele anda do bloco zero até o bloco 8. Nesta hora é feita uma indagação: “Quais as posições inicial e final no circuito o robô se encontra?”. Espera-se que os visitantes discutam entre si sobre o questionamento proposto e cheguem numa possível resposta. O mediador deve guiá-los na elaboração da resposta, sem fornecê-la diretamente.

Em um segundo momento, baixe no robô a programação “Atividade_1.2” e oriente os visitantes a liberará-lo novamente do bloco zero. O robô deve andar até um ponto qualquer do percurso, localizado antes do final do bloco 9. Neste momento faça uma segunda indagação: “Nesse segundo movimento, qual é o deslocamento realizado pelo robô?”. Novamente, espera-se que os visitantes discutam e alcancem a possível resposta interagindo entre si. A função do mediador continua sendo de guiá-los na elaboração da resposta.

Em um terceiro momento, baixe no robô a programação “Atividade_1.3” e oriente os visitantes a liberar o robô do bloco zero. Com essa nova programação, o robô se desloca até o bloco 9 e retorna até certo ponto ao longo do percurso. Neste momento faça duas indagações: “Qual o deslocamento realizado pelo robô?” e “Qual o espaço percorrido realizado pelo robô?”. Mais uma vez, espera-se que os visitantes discutam e alcancem as possíveis respostas interagindo entre si. A função do mediador continua sendo de guiá-los na elaboração da resposta.

Em um quarto momento, baixe no robô a programação “Atividade_1.4” e oriente os visitantes a liberar-lo do bloco 2 do circuito. Com essa nova programação, o robô se desloca até o bloco 9, retorna até certo ponto ao longo do percurso. Neste momento, faça três indagações: “Quais as posições inicial e final no circuito o robô se encontra”, “Qual o deslocamento realizado pelo robô?” e “Qual o espaço percorrido realizado pelo robô?”. Neste momento é criado um debate, onde os visitantes devem compreender que o espaço percorrido depende da trajetória que o robô realiza e que o deslocamento depende apenas do ponto de partida e do ponto de chegada, não dependendo da trajetória.

FÍSICA MECÂNICA - CINEMÁTICA

ATIVIDADE 2 – DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE

OBJETIVO:

O objetivo dessa atividade é, através do trabalho em equipe, associar a velocidade ao tempo que um corpo gasta para percorrer certa distância.

Os objetivos específicos são:

- Coletar dados relativos a um movimento;
- Relacionar os conceitos deslocamento e tempo com a grandeza velocidade escalar média.

MATERIAIS:

- Um robô utilizando a plataforma Arduíno com a programação pré-determinada;
- Cronômetro (presente em celulares, relógios de pulso, etc.);
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTO

- Deslocamento;
- Tempo;
- Velocidade;
- Cinemática.

PROCEDIMENTO

Inicialmente, baixe a programação “Atividade _2” no robô. Os visitantes são orientados a descobrir a velocidade do robô designados a eles. Inicialmente o robô é liberado do bloco 0. Informando sobre as divisórias em blocos presentes no circuito, faça os visitantes observarem o deslocamento (sendo os blocos do circuito) e o tempo (utilizando qualquer equipamento que tenha a função cronometro, como, por exemplo, celulares, relógios de pulso, etc.) do robô do bloco 0 até onde eles param.

Com as informações adquiridas, faça uma indagação: “Qual a relação que existe entre o deslocamento do robô, o tempo gasto por ele para esse deslocamento e a sua velocidade?”. Espera-se que os visitantes discutam entre si sobre o questionamento proposto e cheguem numa possível resposta. O mediador deve guiá-los na elaboração da resposta, sem fornecê-la diretamente. Após essa conclusão o mediador pode expor a equação de velocidade média escalar para os visitantes.

FÍSICA MECÂNICA - CINEMÁTICA

ATIVIDADE 3 – PONTO DE ENCONTRO

OBJETIVO:

O objetivo da atividade é compreender o conceito de velocidade escalar média.

Os objetivos específicos são:

- Relacionar movimento dos corpos com a velocidade média escalar com o objetivo de introduzir Física e seus objetos de estudo;
- Demonstrar que os corpos iguais se movimentam diferentes devido à grandeza velocidade escalar média.

MATERIAIS:

- Dois robôs utilizando a plataforma Arduíno, com a programação pré-determinada;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTO

- Deslocamento;
- Tempo;
- Velocidade;
- Cinemática.

PROCEDIMENTO

No primeiro momento, inicialmente, baixe a programação “Atividade _3.1” e “Atividade _3.2”, cada programação em um robô diferente. Em seguida, faça a divisão dos visitantes em dois grupos e entregue um robô para cada grupo. Os dois grupos soltam os dois robôs do bloco 0, com o objetivo de chegarem ao bloco 9.

É observado que um dos robôs chega ao bloco 9 antes do outro. Neste momento, faça a seguinte indagação: “O que há de diferente de um robô para outro para que houvesse essa diferença de tempo para chegar ao bloco 9?” Neste momento é criado um debate, onde deve ser observado, pelos grupos, que os robôs apresentam algum parâmetro diferente (velocidades diferentes), onde o robô que tiver a maior velocidade fará o mesmo deslocamento, em menor tempo. A função do mediador é de auxiliar os grupos a alcançarem essa conclusão nessa etapa do processo.

No segundo momento, faça uma segunda indagação: “Sabendo que os robôs apresentam a mesma estrutura e que eles têm velocidades diferentes, o que pode ser feito para que eles passem pelo bloco 8 ao mesmo tempo, permanecendo com suas velocidades constantes e sem alterar as suas estruturas?” Outra vez é criado um debate, onde deve

ser observado, pelos grupos, que os robôs devem ser lançados em posições diferentes para que possam passar pelo bloco 8 no mesmo instante. Mais uma vez, o mediador tem a função de auxiliar os grupos a alcançarem essa conclusão. Após as possíveis respostas, o mediador propõe aos grupos que soltem os robôs em posições diferentes para que eles tenham uma visão das suas conclusões.

FÍSICA MECÂNICA - CINEMÁTICA

ATIVIDADE 4 – ACELERAÇÃO DOS CORPOS

OBJETIVO:

O objetivo da atividade é compreender o conceito de aceleração.

Os objetivos específicos são:

- Identificar a variação da velocidade no decorrer do tempo e associar tal fenômeno a aceleração;
- Observar os movimentos dos corpos acelerados e desacelerados.

MATERIAIS:

- Dois robôs utilizando a plataforma Arduíno, com a programação pré-determinada;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTO

- Deslocamento;
- Tempo;
- Velocidade;
- Aceleração;
- Cinemática.

PROCEDIMENTO

Inicialmente, baixe a programação “Atividade _4.1” e “Atividade _4.2”, cada programação em um robô diferente. Em seguida, faça a divisão dos visitantes em dois grupos e entregue um robô para cada grupo. Então, os grupos são orientados a soltarem os robôs do bloco 0.

É observado que os robôs se se movimentam cada vez mais rápido no decorrer do percurso. Neste momento, faça a seguinte indagação: “O que ocorre com o robô para que haja o aumento da sua velocidade?”. Logo em seguida, no momento de discursão entre os integrantes dos grupos, os visitantes devem observar que os robôs apresentam uma variação de sua velocidade por apresentarem aceleração. O mediador tem a função

de auxiliar os grupos a alcançarem essa conclusão.

No final da atividade inicie uma discussão sobre esse fenômeno em veículos presentes no dia a dia dos visitantes.

FÍSICA MECÂNICA - DINÂMICA

ATIVIDADE 5 – MOVIMENTO COM ATRITO

OBJETIVO:

O objetivo da atividade é identificar o conceito de atrito e sua influência no movimento dos corpos.

Os objetivos específicos são:

- Observar diferentes movimentos dos corpos sobre diferentes superfícies de contato.
- Identificar que diferentes superfícies apresentam diferentes atritos com outros corpos.

MATERIAIS:

- Dois robôs utilizando a plataforma Arduino com a programação pré-determinada;
- Uma toalha;
- Um par de calotas de plástico;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTO

- Aceleração;
- Atrito;
- Dinâmica.

PROCEDIMENTO

Inicialmente, modifique as rodas de um robô. Baixe a programação “Atividade _5” em apenas um robô. Em seguida, oriente os visitantes a soltarem o robô no circuito, partindo sempre do bloco 0 e se movendo até o bloco 9. Oriente os visitantes a observarem o movimento do robô no circuito.

Em seguida, oriente os visitantes a soltarem o mesmo robô sobre uma superfície com uma característica diferente da primeira (uma toalha de banho) e os oriente a observar o movimento do robô nessa nova superfície.

É possível afirmar que, para cada superfície, o robô, se movimenta com velocidades diferentes. Neste momento, faça uma indagação: “O que influenciou na mudança do movimento do carrinho nas duas situações observadas?”. Logo em seguida, no momento

de discursão dos visitantes, deve ser observar que o carrinho apresenta uma variação de sua velocidade devido ao atrito entre suas rodas e a superfície que estão se movimentando. O mediador tem a função de auxiliar os visitantes a alcançarem essa conclusão.

No final da atividade faça uma discussão sobre esse fenômeno em veículos, com rodas diferentes e se movimentando em diferentes superfícies presentes no dia a dia dos visitantes.

FÍSICA MECÂNICA - DINÂMICA

ATIVIDADE 6 – CABO DE GUERRA

OBJETIVO:

O objetivo da atividade é compreender o conceito de equilíbrio dos corpos.

Os objetivos específicos são:

- Identificar as condições de equilíbrio quando a resultante das forças é igual e diferente de zero.

MATERIAIS:

- Dois robôs utilizando a plataforma Arduino, com a programação pré-determinada;
- Uma toalha;
- Um barbante;
- Circuito impresso em lona.

FUNDAMENTO

- Força;
- Velocidade;
- Dinâmica.

PROCEDIMENTO

No primeiro momento, baixe nos robôs as programações “Atividade _6.1” e “Atividade _6.2”. Os visitantes são orientados a liberar os robôs que estão conectados por um barbante, ao mesmo tempo, em sentidos opostos, no meio do tapete. Neste primeiro momento os robôs, ao serem acionados, não conseguirão sair da posição em que foram liberados. Neste momento é feita uma indagação: “O que esses robôs apresentam de semelhante para que não saiam da posição?”. Espera-se que os visitantes discutam entre si sobre o questionamento proposto e cheguem numa possível resposta. O mediador deve guiá-los na elaboração da resposta, sem fornecê-la diretamente.

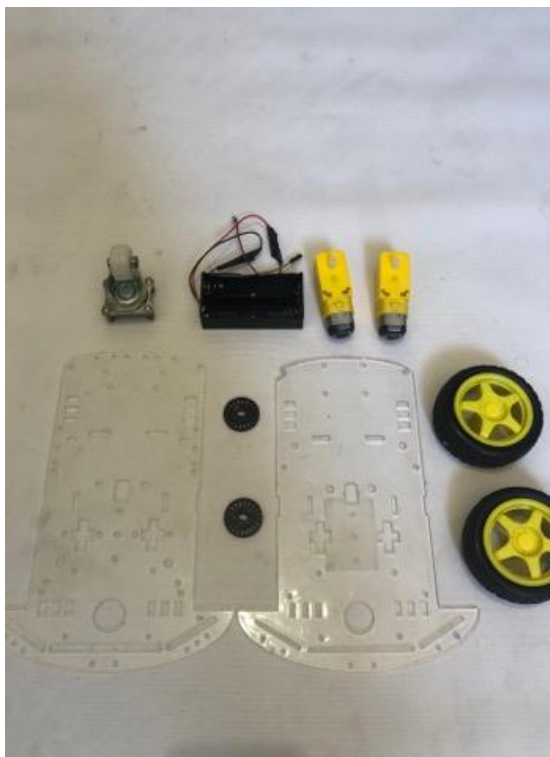
Em um segundo momento, baixe nos robôs as programações “Atividade_6.3” e a “Atividade _6.4” e oriente os visitantes a liberá-los novamente do centro da pista, em sentidos contrários. Um dos robôs irá puxar o outro. Neste momento, faça uma segunda indagação: “Nessa segunda situação, o que levou um dos robôs sair do repouso e ser puxado pelo outro?”. Novamente, espera-se que os visitantes discutam e alcancem a possível resposta interagindo entre si. A função do mediador continua sendo de guiá-los na elaboração da resposta.

CONSTRUÇÃO DO ROBÔ

O robô que é utilizado nas atividades é composto pelos seguintes componentes:

- Um kit Chassi para Robô duas rodas contendo dois chassi de acrílico, dois motores DC (3~6 V), duas rodas de borracha, uma roda articulada, dois discos de Encoder e suporte para duas baterias (Figura 1);
- Um microcontrolador Arduíno Uno R3 (Figura 2);
- Uma placa de ensaio mini (Figura 3);
- Dois sensores de velocidade (Figura 4);
- Um módulo ponte H L298N (Figura 5);
- Duas baterias de Lítio de 3.7 V (Figura 6).

Figura 1: Kit Chassi para Robô duas rodas.



Fonte: Autor (2019).

Figura 2: Microcontrolador Arduino R3.



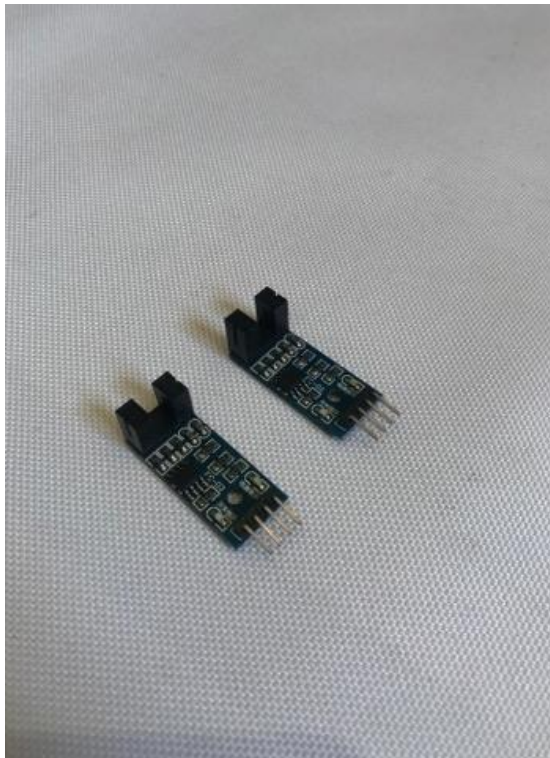
Fonte: Autor (2019).

Figura 3: Protoboard mini.



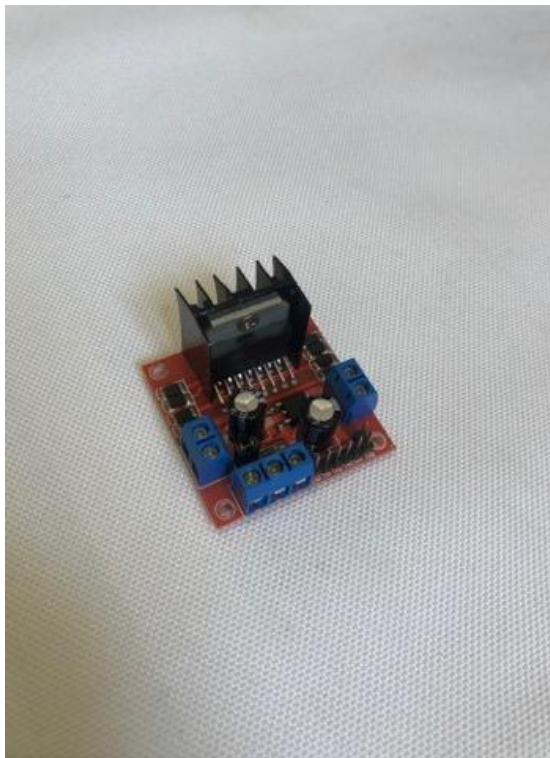
Fonte: Autor (2019).

Figura 4: Sensores de velocidade Encoder.



Fonte: Autor (2019).

Figura 5: Módulo ponte H L298N.



Fonte: Autor (2019).

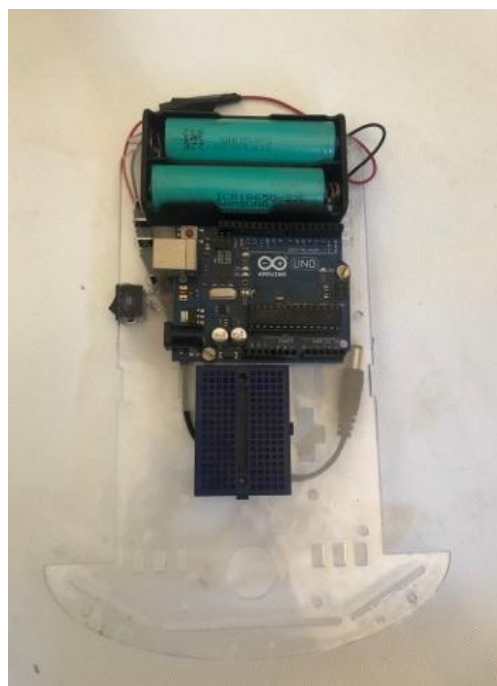
Figura 6: baterias de Lítio de 3.7 V.



Fonte: Autor (2019).

Anexamos em uma das placas de acrílico presente no kit o microcontrolador Arduíno Uno R3, a placa de ensaio mini e o suporte duplo de bateria. Essa esquematização está demonstrada na Figura 7.

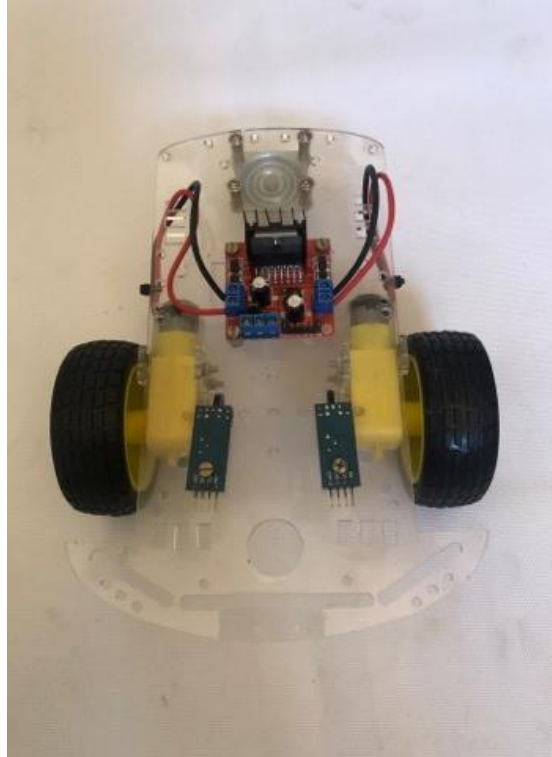
Figura 7: Chassi superior do robô.



Fonte: Autor (2019).

Em seguida anexamos na segunda placa de acrílico o módulo ponte H, os dois motores DC com as rodas emborrachadas e os dois discos de Encoder, os dois sensores de velocidade e a roda articulada. Essa esquematização está demonstrada na Figura 8.

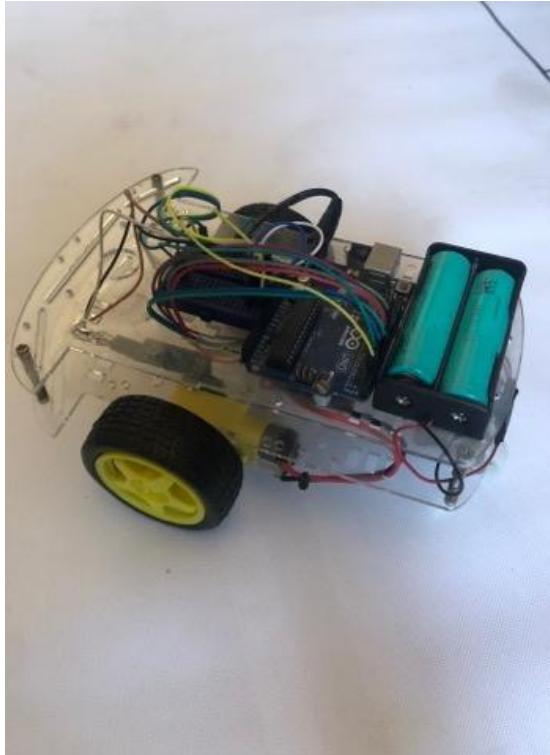
Figura 8: Chassi inferior do robô.



Fonte: Autor (2019).

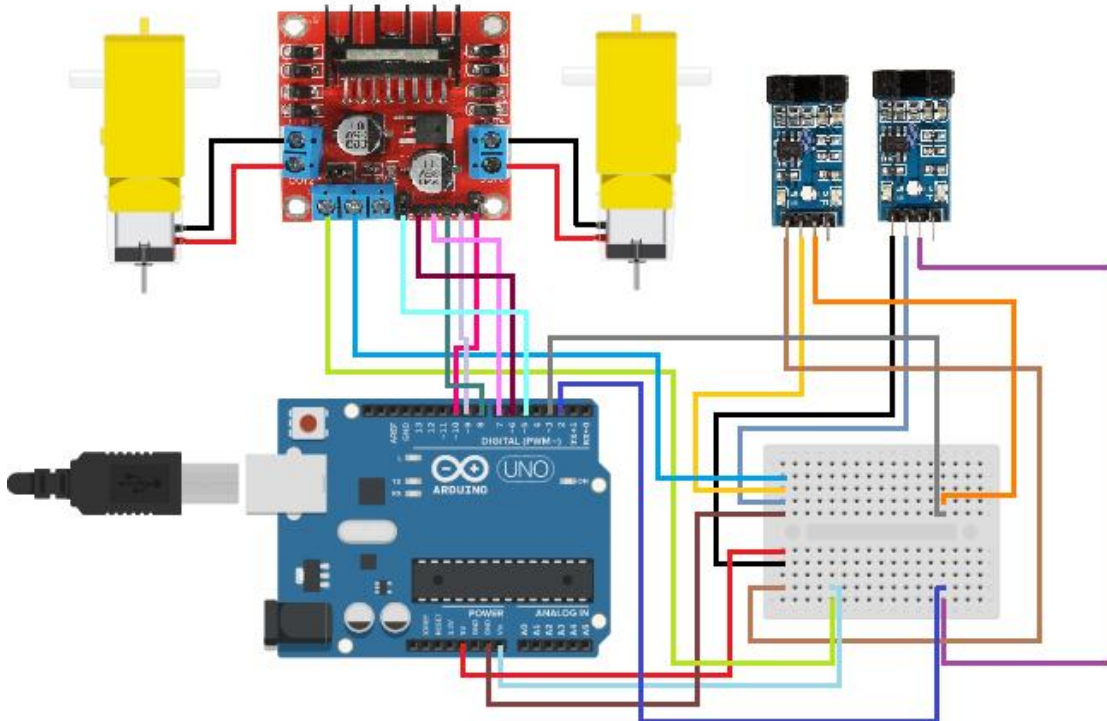
Logo após, unimos o chassi inferior com o superior e conectamos os fios (Fig. 9). Na Figura 10 é possível observar a esquematização de conexão dos componentes com o Arduíno

Figura 9: Robô com o chassi superior e inferior conectados.



Fonte: Autor (2019).

Figura 10: Esquemática de conexão dos componentes utilizada no robô.



Fonte: Autor (2019).

**APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIMENTO**

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), do Projeto de Pesquisa sob o título **“UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS COM ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA ENSINO DE CINEMÁTICA”**. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não sofrerá qualquer tipo de penalidade, de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com qualquer um dos responsáveis pela pesquisa: Ewerton de Barcellos Junior, pelo telefone: (27) 99749-2444, e-mail: ewerton.junior@hotmail.com ou com o orientador da pesquisa Prof. Dr. Cleiton Kenup Piumbini (Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes – Campus Cariacica) pelo telefone: (27) 99940-1232, e-mail: cleitonkp@gmail.com ou com o co-orientador da pesquisa Prof. Me. Robson Leone Evangelista (Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes – Campus Cariacica) pelo telefone: (27) 999737307, e-mail: robson.leone@ifes.edu.br.

Nesse trabalho, buscamos entender como os alunos se comportam e interagem no processo ensino-aprendizagem ao estudarem o tema abordado utilizando como ferramenta de ensino robótica educacional. A coleta de dados será feita na Praça da Ciência, que poderão ser gravadas em vídeo e/ou áudio e posteriormente utilizadas e analisadas unicamente com o intuito desta pesquisa, não havendo qualquer repasse a terceiros com intuito comercial/financeiro.

Esclarecemos ainda que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Garantimos também sigilo que assegura a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Reiteramos, mais uma vez, que você tem toda liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA
PESQUISA**

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador Prof. Ewerton de Barcellos Junior sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____, _____ de _____ de 2019.

(Aluno: _____)

Assinatura do participante

Assinatura do responsável legal

Eu, Prof. Ewerton de Barcellos Junior, obtive de forma voluntária o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** do sujeito da pesquisa ou representante legal para a participação da pesquisa.

Ewerton de Barcellos Junior

ANEXO A – PROGRAMAÇÕES DAS ATIVIDADES

A linguagem de programação utilizada nesse trabalho foi o C++, que é uma linguagem compilada e multi-paradigma. Para compilar o programa, ou seja, converter essa linguagem para a máquina é preciso utilizar um compilador. O compilador integrado que utilizamos foi o Arduíno IDE, disponível no site oficial do Arduíno (www.arduino.cc). As programações que escrevemos e compilamos nos robôs para a realização das atividades estão descritas a baixo.

ATIVIDADE_1.1

```
// Programa: Atividade 1 - 1
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//          // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
```

```

void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

  int result; // Resultado final do calculo
  float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
  em cm
  float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

  float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
  result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
  return result; // Resultado final e retorno
}

// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
  // Defini o motor B para frente
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  // Avança ate o valor do passo ser atingido
  while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
      analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
      analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enB, 0);
    }
  }
  // Para quando termina
  analogWrite(enA, 0);
  analogWrite(enB, 0);
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
}

```



```

    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o reverso do motor A
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o reverso do motor B
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);

    // Avança ate o valor do passo seja atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

        if (steps > counter_A) {

```

```

    analogWrite(enA, mspeed);
  } else {
    analogWrite(enA, 0);
  }
  if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
  } else {
    analogWrite(enB, 0);
  }
}

// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}
// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // reset counter A to zero
  counter_B = 0; // reset counter B to zero
// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
  // Andar até que o valor do passo seja atingido
  while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
      analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
      analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enB, 0);
    }
  }
  // Para quando terminar
  analogWrite(enA, 0);
  analogWrite(enB, 0);
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
void setup()
{
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //

```

```
Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  // Realizando o atividade 1-1
  MoveForward(CMtoSteps(800), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,7
mestros com velocidade de 190
  delay(50); // Espera 50 milisegundos
}
void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```

ATIVIDADE_1.2

```

// Programa: Atividade 1 - 2
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//                               // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milimetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centimetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```

```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
// Defini o motor B para frente
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando termina
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

```

```

// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{

```

```

counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

// Defini o reverso do motor A
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o reverso do motor B
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);

// Avança ate o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}

// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{

```

```

counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Andar até que o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
void setup()
{
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    // Realizando o atividade 1-2

```



```
    MoveForward(CMtoSteps(500), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,5
mestros com velocidade de 255
    delay(50); // Espera 50 milisegundos
}
void loop()
{
    // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```

ATIVIDADE_1.3

```

// Programa: Atividade 1 - 3
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//                               // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milimetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centimetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```

```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
// Defini o motor B para frente
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando termina
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

```

```

// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{

```

```

counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

// Defini o reverso do motor A
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o reverso do motor B
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);
    // Avança ate o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero

```

```

// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);

digitalWrite(in4, HIGH);
    // Andar até que o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
void setup()
{
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    // Realizando o atividade 1-3
MoveForward(CMtoSteps(700), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,7

```

```
mestros com velocidade de 255
delay(50); // Espera 50 milisegundos
  MoveReverse(CMtoSteps(400), 255);
delay(1000); // Espera 1000 milisegundos
}
void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```

ATIVIDADE_1.4

```

// Programa: Atividade 1 - 4
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//          // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```



```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
// Defini o motor B para frente
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando termina
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

```

```

// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{

```

```

counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

// Defini o reverso do motor A
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o reverso do motor B
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);
// Avança ate o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

  if (steps > counter_A) {
    analogWrite(enA, mspeed);
  } else {
    analogWrite(enA, 0);
  }
  if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
  } else {
    analogWrite(enB, 0);
  }
}
// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // reset counter A to zero
  counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

```

```

// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Andar até que o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
void setup()
{
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    // Realizando o atividade 1-4
MoveForward(CMtoSteps(700), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,7
mestros com velocidade de 255

```

```
delay(50); // Espera 50 milisegundos
  MoveReverse(CMtoSteps(200), 255); // Andar para tras a uma distância de 0,2
mestros com velocidade de 255
  delay(1000); // Espera 1000 milisegundos
}
void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```

ATIVIDADE_2

```

// Programa: Atividade 2
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//                               // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```

```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
// Defini o motor B para frente
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando termina
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

```

```
// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{
```



```

counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

// Defini o reverso do motor A
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o reverso do motor B
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);
    // Avança ate o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero

```

```

// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Andar até que o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
void setup()
{
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    // Realizando o atividade 2
MoveForward(CMtoSteps(700), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,7
mestros com velocidade de 255

```

```
delay(50); // Espera 50 milisegundos
}
void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```

ATIVIDADE_3.1

```

// Programa: Atividade 3.1
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//                               // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milimetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centimetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```

```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
// Defini o motor B para frente
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando termina
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

```

```

// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{

```

```

counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

// Defini o reverso do motor A
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o reverso do motor B
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);
    // Avança ate o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

```

```

// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Andar até que o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
void setup()
{
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    // Realizando o atividade 3-1
MoveForward(CMtoSteps(850), 140); // Andar para frente a uma distância de 0,85
mestros com velocidade de 140

```



```
delay(50); // Espera 50 milisegundos
}
void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```

ATIVIDADE_3.2

```

// Programa: Atividade 3.2
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//                               // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```

```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
// Defini o motor B para frente
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando termina
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

```

```

    if (steps > counter_A) {
    analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enB, 0);
    }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o reverso do motor A
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o reverso do motor B
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Avança ate o valor do passo seja atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
    analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enB, 0);
    }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero
}
// Função de virar para a direita

```

```

void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // reset counter A to zero
  counter_B = 0; // reset counter B to zero
  // Defini o motor A para frente
  digitalWrite(in1, HIGH);
  digitalWrite(in2, LOW);
  // Defini o motor B para tras
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  // Andar até que o valor do passo seja atingido
  while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
      analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
      analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enB, 0);
    }
  }
  // Para quando terminar
  analogWrite(enA, 0);
  analogWrite(enB, 0);
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

void setup()
{
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
  Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
  Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  // Realizando o atividade 3-2
  MoveForward(CMtoSteps(850), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,85
  mestros com velocidade de 255
  delay(50); // Espera 50 milisegundos
}

void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}

```

ATIVIDADE_4.1

```

// Programa: Atividade 4.1
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//                               // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milimetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centimetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```

```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
    // Defini o motor B para frente
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando termina
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

```

```

    if (steps > counter_A) {
    analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enB, 0);
    }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o reverso do motor A
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o reverso do motor B
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Avança ate o valor do passo seja atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
    analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enB, 0);
    }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero
}
// Função de virar para a direita

```



```

void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // reset counter A to zero
  counter_B = 0; // reset counter B to zero
  // Defini o motor A para frente
  digitalWrite(in1, HIGH);
  digitalWrite(in2, LOW);
  // Defini o motor B para tras
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  // Andar até que o valor do passo seja atingido
  while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
      analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
      analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enB, 0);
    }
  }
  // Para quando terminar
  analogWrite(enA, 0);
  analogWrite(enB, 0);
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

void setup()
{
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
  Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
  Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  // Realizando o atividade 4-1
  MoveForward(CMtoSteps(100), 140); // Andar para frente a uma distância de 0,1
  mestros com velocidade de 140
  delay(1); // Espera 1 milisegundos
  MoveForward(CMtoSteps(100), 160); // Andar para frente a uma distância de 0,1
  mestros com velocidade de 160
  delay(1); // Espera 1 milisegundos
  MoveForward(CMtoSteps(100), 180); // Andar para frente a uma distância de 0,1
  mestros com velocidade de 180
  delay(1); // Espera 1 milisegundos
  MoveForward(CMtoSteps(100), 200); // Andar para frente a uma distância de 0,1
  mestros com velocidade de 200
  delay(1); // Espera 1 milisegundos
  MoveForward(CMtoSteps(100), 220); // Andar para frente a uma distância de 0,1
  mestros com velocidade de 220
}

```

```
    delay(1); // Espera 1 milisegundos
    MoveForward(CMtoSteps(100), 240); // Andar para frente a uma distância de 0,1
    mestros com velocidade de 240
    delay(1); // Espera 1 milisegundos
    MoveForward(CMtoSteps(300), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,1
    mestros com velocidade de 255
    delay(1); // Espera 1 milisegundos
  }
void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```

ATIVIDADE_4.2

```

// Programa: Atividade 4.2
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//                               // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```

```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
    // Defini o motor B para frente
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando termina
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

```

```

    if (steps > counter_A) {
    analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enB, 0);
    }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o reverso do motor A
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o reverso do motor B
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Avança ate o valor do passo seja atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
    analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enB, 0);
    }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero
}
// Função de virar para a direita

```

```

void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // reset counter A to zero
  counter_B = 0; // reset counter B to zero
  // Defini o motor A para frente
  digitalWrite(in1, HIGH);
  digitalWrite(in2, LOW);
  // Defini o motor B para tras
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  // Andar até que o valor do passo seja atingido
  while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
      analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
      analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enB, 0);
    }
  }
  // Para quando terminar
  analogWrite(enA, 0);
  analogWrite(enB, 0);
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

void setup()
{
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
  Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
  Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  // Realizando o atividade 4-2
  MoveForward(CMtoSteps(850), 200); // Andar para frente a uma distância de 0,85
  mestros com velocidade de 200
  delay(50); // Espera 50 milisegundos
}

void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}

```

ATIVIDADE_5

```

// Programa: Atividade 5
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//                               // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```

```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
// Defini o motor B para frente
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando termina
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

```



```

// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{

```

```

counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

// Defini o reverso do motor A
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o reverso do motor B
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);
// Avança ate o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

  if (steps > counter_A) {
    analogWrite(enA, mspeed);
  } else {
    analogWrite(enA, 0);
  }
  if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
  } else {
    analogWrite(enB, 0);
  }
}
// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // reset counter A to zero
  counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

```

```

// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Andar até que o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
void setup()
{
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    // Realizando o atividade 5
MoveForward(CMtoSteps(900), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,9
mestros com velocidade de 255

```

```
delay(50); // Espera 50 milisegundos
}
void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```

ATIVIDADE_6.1

```

// Programa: Atividade 6.1
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

//                               // --- Mapeamento de Hardware ---
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da
direita
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da
esquerda

// Constante para as voltas do disco
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros

// Inteiros para contadores de pulsos
volatile int counter_A = 0;
volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

```

```

int result; // Resultado final do calculo
float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
em cm
float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
return result; // Resultado final e retorno
}
// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
// Defini o motor B para frente
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    // Avança ate o valor do passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando termina
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

```

```

// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{

```

```

counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

// Defini o reverso do motor A
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o reverso do motor B
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);
    // Avança ate o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

```



```

// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
    // Andar até que o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
    // Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
void setup()
{
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
    // Realizando o atividade 6-1
MoveForward(CMtoSteps(900), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,9
mestros com velocidade de 255

```

```
delay(50); // Espera 50 milisegundos
}
void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```

ATIVIDADE_6.2

```
// Programa: Atividade 6.2
```

```
// Autor: Ewerton de Barcellos Junior
```

```
//          // --- Mapeamento de Hardware ---
```

```
const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da  
direita
```

```
const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da  
esquerda
```

```
// Constante para as voltas do disco
```

```
const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco
```

```
// Constante para o diametro da roda
```

```
const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros
```

```
// Inteiros para contadores de pulsos
```

```
volatile int counter_A = 0;
```

```
volatile int counter_B = 0;
```

```
// Motor A
```

```
int enA = 10;
```

```
int in1 = 9;
```

```
int in2 = 8;
```

```
// Motor B
```

```
int enB = 5;
```

```
int in3 = 7;
```

```
int in4 = 6;
```

```
// Rotinas de serviço de interrupção
```

```

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

  int result; // Resultado final do calculo
  float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
  em cm
  float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

  float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
  result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
  return result; // Resultado final e retorno
}

// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
  // Defini o motor B para frente
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  // Avança ate o valor do passo ser atingido

```

```

while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
        analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}
// Para quando termina
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);

```

```

    } else {
    analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enB, 0);
    }
    }

    // Para quando terminar
    analogWrite(enA, 0);
    analogWrite(enB, 0);
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o reverso do motor A
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    // Defini o reverso do motor B
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    // Avança ate o valor do passo seja atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
    analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
    analogWrite(enA, 0);

```

```

    }
    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}

// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero
// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);

    // Andar até que o valor do passo seja atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {

```

```
    analogWrite(enB, 0);
  }
}
// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}
void setup()
{
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //
  Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //
  Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto
  // Realizando o atividade 6-2
  MoveForward(CMtoSteps(900), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,9
  mestros com velocidade de 255
  delay(50); // Espera 50 milisegundos
}
void loop()
{
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser
}
```


ATIVIDADE_6.3

// Programa: Atividade 6.3

// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

// --- Mapeamento de Hardware ---

const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da direita

const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da esquerda

// Constante para as voltas do disco

const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda

const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros

// Inteiros para contadores de pulsos

volatile int counter_A = 0;

volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;

int in1 = 9;

int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;

int in3 = 7;

int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

```

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

  int result; // Resultado final do calculo
  float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
  em cm
  float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

  float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
  result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
  return result; // Resultado final e retorno
}

// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
  // Defini o motor B para frente
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  // Avança ate o valor do passo ser atingido
  while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

```

```
    if (steps > counter_A) {
analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
analogWrite(enB, 0);
    }
}

// Para quando termina
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);

    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
```

```

    analogWrite(enA, 0);
  }
  if (steps > counter_B) {
    analogWrite(enB, mspeed);
  } else {
    analogWrite(enB, 0);
  }
}

// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

  // Defini o reverso do motor A
  digitalWrite(in1, LOW);
  digitalWrite(in2, HIGH);
  // Defini o reverso do motor B
  digitalWrite(in3, HIGH);
  digitalWrite(in4, LOW);
  // Avança ate o valor do passo seja atingido
  while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

    if (steps > counter_A) {
      analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
      analogWrite(enA, 0);
    }
  }
}

```

```

    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}

// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero
// Defini o motor A para frente
    digitalWrite(in1, HIGH);
    digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, HIGH);

    // Andar até que o valor do passo seja atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
}

```

```
    }  
  }  
  // Para quando terminar  
  analogWrite(enA, 0);  
  analogWrite(enB, 0);  
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero  
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero  
}  
void setup()  
{  
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //  
  Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto  
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //  
  Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto  
  // Realizando o atividade 6-3  
  MoveForward(CMtoSteps(900), 255); // Andar para frente a uma distância de 0,9  
  mestros com velocidade de 255  
  delay(50); // Espera 50 milisegundos  
}  
void loop()  
{  
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser  
}
```

ATIVIDADE_6.4

// Programa: Atividade 6.4

// Autor: Ewerton de Barcellos Junior

// // --- Mapeamento de Hardware ---

const byte MOTOR_A = 3; // Sensor de velocidade do Motor 2 - INT 1 - Motor da direita

const byte MOTOR_B = 2; // Sensor de velocidade do Motor 1 - INT 0 - Motor da esquerda

// Constante para as voltas do disco

const float stepcount = 20.00; // 20 Slots no disco

// Constante para o diametro da roda

const float wheeldiameter = 66.10; // O diametro da roda em milímetros

// Inteiros para contadores de pulsos

volatile int counter_A = 0;

volatile int counter_B = 0;

// Motor A

int enA = 10;

int in1 = 9;

int in2 = 8;

// Motor B

int enB = 5;

int in3 = 7;

int in4 = 6;

// Rotinas de serviço de interrupção

```

// Contagem de impulsos do motor A ISR
void ISR_countA()
{
  counter_A++; // incremento do valor do contador do motor A
}

// Contagem de impulsos do motor B ISR
void ISR_countB()
{
  counter_B++; // incremento do valor do contador do motor B
}

// Função para converter de centímetros para passos
int CMtoSteps(float cm) {

  int result; // Resultado final do calculo
  float circumference = (wheeldiameter * 3.14) / 10; // Calculo da circunferencia da roda
  em cm
  float cm_step = circumference / stepcount; // CM por passo

  float f_result = cm / cm_step; // Resultado do calculo como float
  result = (int) f_result; // Converte para um inteiro
  return result; // Resultado final e retorno
}

// Função para avançar
void MoveForward(int steps, int mspeed)
{
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
  // Defini o motor B para frente
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  // Avança ate o valor do passo ser atingido
  while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

```



```

    if (steps > counter_A) {
analogWrite(enA, mspeed);
    } else {
analogWrite(enA, 0);
    }
    if (steps > counter_B) {
analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
analogWrite(enB, 0);
    }
}

// Para quando termina
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função para se mover no sentido inverso
void MoveReverse(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
    counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

    // Defini o motor A para tras
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);

    // Retorna ate o valor de passo ser atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
    if (steps > counter_A) {
analogWrite(enA, mspeed);
    } else {

```

```

analogWrite(enA, 0);
}
if (steps > counter_B) {
analogWrite(enB, mspeed);
} else {
analogWrite(enB, 0);
}
}

// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero
}

// Função de girar para a direita
void SpinRight(int steps, int mspeed)
{
counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero
counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero

// Defini o reverso do motor A
digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
// Defini o reverso do motor B
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in4, LOW);
// Avança ate o valor do passo seja atingido
while (steps > counter_A && steps > counter_B) {

if (steps > counter_A) {
analogWrite(enA, mspeed);
} else {
analogWrite(enA, 0);
}
}
}

```

```

    if (steps > counter_B) {
        analogWrite(enB, mspeed);
    } else {
        analogWrite(enB, 0);
    }
}

// Para quando terminar
analogWrite(enA, 0);
analogWrite(enB, 0);
counter_A = 0; // reset counter A to zero
counter_B = 0; // reset counter B to zero
}

// Função de virar para a direita
void SpinLeft(int steps, int mspeed)
{
    counter_A = 0; // reset counter A to zero
    counter_B = 0; // reset counter B to zero
// Defini o motor A para frente
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
// Defini o motor B para tras
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);

    // Andar até que o valor do passo seja atingido
    while (steps > counter_A && steps > counter_B) {
        if (steps > counter_A) {
            analogWrite(enA, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enA, 0);
        }
        if (steps > counter_B) {
            analogWrite(enB, mspeed);
        } else {
            analogWrite(enB, 0);
        }
    }
}

```

```
    }  
  }  
  // Para quando terminar  
  analogWrite(enA, 0);  
  analogWrite(enB, 0);  
  counter_A = 0; // Reseta o contador A para zero  
  counter_B = 0; // Reseta o contador B para zero  
}  
void setup()  
{  
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_A), ISR_countA, RISING); //  
  Aumento do contador A quando o pino do sensor de velocidade estiver alto  
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (MOTOR_B), ISR_countB, RISING); //  
  Aumento do contador B quando o pino do sensor de velocidade estiver alto  
  // Realizando o atividade 6-4  
  MoveForward(CMtoSteps(900), 190); // Andar para frente a uma distância de 0,9  
  mestros com velocidade de 190  
  delay(50); // Espera 50 milisegundos  
}  
void loop()  
{  
  // Espaço destinado a fazer a repetição do que quiser  
}
```