

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS, MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO A
ROBÓTICA LEGO® EV3 NO ENSINO MÉDIO E
FUNDAMENTAL**

Leonardo da Silva Garcia

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MN-PEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa
Coorientadora: Prof^ª. Dra. Jusciane da Costa e Silva

Mossoró - RN
Setembro de 2018

G216e GARCIA, LEONARDO DA SILVA.
EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO A
ROBÓTICA LEGO® EV3 NO ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL /
LEONARDO DA SILVA GARCIA. - 2018.
97 f. : il.

Orientador: LÁZARO LUIS DE LIMA SOUSA.
Coorientadora: JUSCIANE DA COSTA E SILVA.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Física, 2018.

1. Robótica. 2. LEGO®. 3. Ensino de Física. 4.
Experimentos. I. SOUSA, LÁZARO LUIS DE LIMA,
orient. II. SILVA, JUSCIANE DA COSTA E, co-
orient. III. Título.

EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO A ROBÓTICA LEGO® EV3 NO ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL

Leonardo da Silva Garcia

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa

Coorientadora: Prof^a. Dra. Jusciane da Costa e Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa
(UFERSA - Orientador e Presidente da Banca)

Prof^a. Dra. Jusciane da Costa e Silva
(UFERSA - Coorientadora e Membro Interno)

Prof. Dr. Carlos Humberto Oliveira Costa
(UFC - Membro Externo)

Prof. Dr. Carlos Antonio López Ruiz
(UERN - Membro Interno)

Mossoró - RN
Setembro de 2018

*Dedico esta dissertação a Deus, a meus pais,
familiares e amigos pelo apoio na realização
deste trabalho.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar situações de aprendizagem e caminhos que me fizeram alcançar mais esta conquista.

A minha mãe Elizabete Xavier, meu pai José Ribamar, minha tia Maria Xavier, meu irmão Paulo Henrique e a meus amigos, por toda paciência, companheirismo e amor.

Aos meus Orientadores Professora Dra. Jusciane da Costa e Silva e o Professor Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa por toda paciência, dedicação e disponibilidade durante a realização deste trabalho.

Aos professores do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFERSA, pelo boa ministração das disciplinas e pela disponibilidade em nos receber.

A Universidade Federal Rural do Semi Árido por toda estrutura e pelo programa de pós-graduação.

A Sociedade Brasileira de Física pela oportunidade do Mestrado Profissional em Ensino de Física.

A meus colegas de turma, durante as horas de estudo nas disciplinas.

Ao Serviço Social da Indústria (SESI) pelo recursos tecnológicos usados para o produto educacional, e por utiliza-lo com os alunos.

Por fim, a meus alunos que participaram dos experimentos do produto educacional.

“Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende.”.

Guimarães Rosa

RESUMO

EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO A ROBÓTICA LEGO EV3 NO ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL

Leonardo da Silva Garcia

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa

Coorientadora: Prof^a. Dra. Jusciane da Costa e Silva

É crescente o número de escolas da rede privada e pública que adquirem a robótica educacional como recurso pedagógico auxiliar no processo de ensino aprendizagem. Um equipamento robótico que ganha cada vez mais espaço nas escolas é a robótica educacional LEGO[®], que por ser de peças de encaixe e programações por blocos facilitam a aprendizagem e criatividade dos alunos. A presente dissertação tem como objetivo propor roteiros experimentais de Física para o Ensino Médio e Fundamental utilizando a robótica educacional LEGO[®] como ferramenta didática. Ao adquirir o equipamento este não acompanha atividades experimentais para serem utilizados como recurso pedagógico nas escolas e se faz necessário que estas obtenham separadamente. Nas atividades experimentais existentes fornecidas por algumas empresas de educação tecnológicas utiliza-se um tempo significativo na construção do robô. Com base nisto, este trabalho propõe quatro atividades experimentais que contemplam as áreas de Mecânica e Termologia voltado as escolas e professores que possuem a robótica LEGO[®] MINDSTORMS[®] EV3 ou LEGO[®] MINDSTORMS[®] NXT como recurso tecnológico educacional. Com os guias experimentais propostos, o professor terá acesso a atividades de montagens rápidas e que exploram os conceitos físicos do Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Circular Uniforme, Pêndulo Simples e a Lei do Resfriamento de Newton. As atividades experimentais destes assuntos foram fundamentadas nas teorias de aprendizagem de Piaget, Vygotsky e Papert, elaborados utilizando a tecnologia robótica LEGO MINDSTORMS[®]EV3 (que também podem ser feitas com o LEGO[®] MINDSTORMS[®] NXT), e foram aplicados com alunos da 1^o e 2^o série do Ensino Médio, onde eles puderam trabalhar em grupo e utilizar os assuntos teóricos de sala de aula para a resolução de situações problemas utilizando recursos tecnológicos atuais de ensino. Com a aplicação do produto educacional constatou-se maior interesse dos alunos em aprender os assuntos teóricos de sala quando utilizaram o robô LEGO[®] em uma atividade específica do assunto, além de amadurecerem as Competências e Habilidades almejadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais de Física nos respectivos assuntos. Os guias experimentais desenvolvidos atingiram os objetivos esperados além de beneficiar no processo de ensino aprendizagem dos alunos, ainda auxiliam nas aulas dos professores de física, tornando-as mais dinâmicas, práticas e significativas.

Palavras-chave: Robótica, LEGO[®], Ensino de Física, experimentos.

ABSTRACT

EXPERIMENTS IN PHYSICAL EDUCATION USING THE ROBOT LEGO® EV3 IN MIDDLE AND FUNDAMENTAL TEACHING

Leonardo da Silva Garcia

Supervisor: Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa

Co-supervisor: Prof^ª. Dra. Jusciane da Costa e Silva

The number of private and public schools that acquire educational robotics as a pedagogical resource in the process of teaching and learning is increasing. LEGO® educational robotics is a Robotic equipment that gains more and more space in schools, which, due to its building docking parts and the block programming system used, facilitate students' learning and creativity. The purpose of this dissertation is to propose experimental scripts of Physics for High and Fundamental school using LEGO® educational robotics as a didactic tool. The acquirement of the equipment does not include suggested experimental activities to be used as a pedagogical resource in schools, it is necessary that they obtain separately. Existing experimental activities provided by some technology education companies use a significative amount of time in the construction of the robot. Based on this, this work proposes four experimental activities that include the areas of Mechanics and Thermology for schools and teachers who have LEGO® MINDSTORMS® EV3 or LEGO® MINDSTORMS® NXT robotics as an educational technology resource. With the proposed experimental guides, the teacher will have access to quick assembly activities that explore the physical concepts of Uniform Rectangular Motion, Uniform Circular Motion, Simple Pendulum, and Newton's Cooling Law. The experimental activities of these subjects were based on the learning theories of Piaget, Vygotsky and Papert, elaborated using the LEGO® MINDSTORMS® EV3 robotic technology (which can also be done with LEGO® MINDSTORMS® NXT), and applied with 1st and 2º series of middle school, where students were able to work in groups and use the theoretical subjects of the classroom to solve situations using this current technological resources of teaching. With the application of the educational product, students were more interested in learning the theoretical subjects of the study room when they used the LEGO® robot in a specific activity of the subject, besides the technique helped develop the skills desired by the National Curricular Parameters of Physics in the respective subjects. The developed experimental guides have achieved the expected objectives, besides benefiting in the process of teaching and students' learning, it made the classes of physics more dynamic, practical and meaningful.

Key words: Robotics, LEGO®, Physics teaching, experiments.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	5
1.1.1	Objetivos Gerais	5
1.1.2	Objetivos Específicos	5
2	ROBÓTICA LEGO®	6
2.1	HISTÓRIA DA LEGO®	6
2.2	LEGO MINDSTORMS	8
2.2.1	LEGO RCX	9
2.2.2	LEGO MINDSTORMS NXT 2.0	10
2.2.3	LEGO® MINDSTORMS® EV3	11
3	TEORIAS DE APRENDIZAGEM	14
3.1	O Construtivismo de Piaget na Robótica	15
3.2	A Construcionismo de Papert na Robótica Educacional	17
3.3	A Teoria de Vygotsky e a Robótica Educacional	18
3.3.1	Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)	19
3.3.2	A teoria de Vygosky aplicado na Robótica Educacional	20
3.4	O Ensino de Física com a Robótica	21
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
4.1	Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)	24
4.2	Movimento Circular Uniforme (MCU)	26
4.3	Pêndulo Simples	28
4.4	Lei de Resfriamento de Newton	29
5	METODOLOGIA E EXPERIMENTAÇÃO	32
5.1	Aplicação dos Experimentos	33

6	RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES	36
6.1	Lei do Resfriamento de Newton	36
6.1.1	Sobre a aplicação do experimento	39
6.2	Movimento Retilíneo Uniforme	39
6.2.1	Sobre a aplicação do experimento	40
6.3	Pêndulo Simples	41
6.3.1	Sobre a aplicação do experimento	43
6.4	Movimento Circular Uniforme	43
6.4.1	Sobre a aplicação do experimento	46
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
	Referências Bibliográficas	50
A	LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÕES LEGO® MINDSTORMS® NXT E EV3	54
A.1	Linguagem de Programação LEGO® MINDSTORMS® NXT 2.0	54
A.2	Linguagem de programação LEGO MINDSTORMS Education EV3	59
B	PRODUTO EDUCACIONAL	67
B.1	APRESENTAÇÃO	67
B.2	GUIAS EXPERIMENTAIS	67
B.2.1	Experimento 01: A Lei do Resfriamento de Newton	68
B.2.2	Movimento Retilíneo Uniforme	72
B.2.3	Pêndulo Simples	76
B.2.4	Movimento Circular Uniforme	81

Lista de Figuras

2.1	Fotos de Ole Kirk, da empresa LEGO e dos brinquedos iniciais da LEGO em 1953.	7
2.2	LEGO RCX, equipado com seus sensores e motores.	9
2.3	Kit lego NXT Mindstorms Education 9797.	11
2.4	Bloco LEGO NXT conectado com seus servo motores e sensores	11
2.5	Kit lego EV3 Mindstorms Education 455443.	12
2.6	Bloco LEGO EV3 conectado com seus servo motores e sensores.	13
4.1	Ilustração do deslocamento em função do tempo.	25
4.2	Gráficos da posição em função do tempo de movimento, em (A) progressivo e, em (B) retrógrado.	26
4.3	Deslocamento linear S , angular θ , e o raio r	27
4.4	Ilustração de um Pêndulo Simples retirado de sua posição de equilíbrio. . .	28
4.5	Transferência de calor entre corpos A e B até o equilíbrio térmico.	30
4.6	Ilustração da temperatura de um corpo T em função do tempo t , quando imerso em um banho térmico a T_A	31
6.1	Respostas das questões 3 e 4 do experimento da Lei do Resfriamento de Newton do grupo I.	38
6.2	Respostas das questões 3 e 4 do experimento da Lei do Resfriamento de Newton do grupo II.	38
6.3	Respostas das questões de 06 a 10 do experimento de MRU do grupo III. .	41
6.4	Respostas das questões de 11 a 14 do experimento de MRU do grupo IV. .	42
6.5	Respostas das questões 13 e 14 do experimento de pêndulo simples do grupo V.	44
6.6	Respostas das questões 13 e 14 do experimento de pêndulo simples do grupo VI.	45
6.7	Respostas das questões 04, 05 e 06 do experimento do MCU do grupo VII. .	47
A.1	Tela Inicial do NXT Programing.	55
A.2	Ambiente de Programação do NXT Programing.	55

A.3	Paleta Completa com suas ferramentas.	58
A.4	Paleta Personalizada	58
A.5	tela inicial do LEGO MINDSTORMS Education EV3 edição para Professores	59
A.6	Ambiente de Programação do LEGO MINDSTORMS Education EV3 edição para Professores	60
A.7	Paletas e ferramentas de programação do EV3.	61
B.1	Gráfico Temperatura em função do tempo.	69
B.2	Montagem do aparato do sensor de temperatura e da vasilha com gelo. . .	70
B.3	Esquema de conexão do EV3 com o computador e com o sensor de temperatura.	71
B.4	Espaço para o gráfico $S \times t$;	76
B.5	Espaço para o gráfico $V \times t$;	76
B.6	Pêndulo simples com fio inextensível de comprimento L	77
B.7	Representação do suporte para o pendulo simples.	78
B.8	Exemplo de montagem para estrutura do pêndulo.	78
B.9	Tela do software MINDSTORMS EV3 edição para professor, criando novo experimento.	79
B.10	Tela do software MINDSTORMS EV3 edição para professor, ajustando as configurações das unidades.	80
B.11	Tela do software MINDSTORMS EV3 edição para professor, executando as medições.	80
B.12	Tela do software MINDSTORMS EV3 edição para professor, ferramenta análise de seção.	80
B.13	Deslocamento linear S , angular θ , e o raio r	82
B.14	Robô educacional equipado com os sensores de luz,sobre a pista circular. .	83
B.15	Programação para seguidor de linha com dois sensores de luz/cor para LEGO® MINDSOTORMS EV3.	83

Lista de Tabelas

2.1	Pequena Linha do Tempo	8
B.1	Medidas de posição do robô	74
B.2	MRU	75

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

O ser humano está cercado por tecnologias em seu cotidiano, desde dos eletrodomésticos, com aparelhos cada vez mais inteligentes, como a smart TV ou a geladeira que possui funções de acordo com a necessidade do consumidor, até os dispositivos móveis, como smartphones e notebooks. Nossos alunos, todos adolescentes, têm grande intimidade com a tecnologia, já que desde de muito cedo foram apresentados a eles. Para Nonato et al [25] pessoas nascidas entre 1990 a 2010 são da Geração Z, os nativos digitais, que cresceram conectadas na rede de internet seja pelo computador, smartphone e video games. Apesar de ser uma geração que tem intimidade com a tecnologia, o que observa-se é que algumas instituições de ensino não conseguem acompanhar esse avanço em tempo real, tornando cada vez mais difícil manter a atenção dos alunos em sala de aula. Embora esse crescimento esteja acontecendo de forma lenta, algumas instituições já estão implementando em seus currículos o uso de tecnologias, de forma a facilitar e melhorar a assimilação de assuntos do currículo básico.

Para Mercado [22] as novas tecnologias da informação trazem mais possibilidades à educação, permitindo o aluno integrar a tecnologia com assuntos escolares. É crescente as contribuições no processo de ensino aprendizagem com as tecnologias educacionais. Na área da matemática existe muitos trabalhos que usa a robótica para ensinar forma lúdica e divertida. Fagundes et al.[15], Maliuk e Karina [20]; Ribeiro et al. [32]; Araújo [2] são alguns dos vários autores que tem estudado a importância da robótica no ensino da matemática. No entanto, na área de física, o número de trabalhos acadêmicos e de propostas educacionais que utiliza a robótica é bem menor, ou seja, é uma área menos

explorada.

O uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) no Ensino de Física possibilita ao professor e aos alunos novas ferramentas de aprendizagens como softwares didáticos, simuladores, jogos informativos sobre os conteúdos, como também programas de extração de dados para uso experimentais de Física. Para Bezerra e Oliveira [5] usar o computador como instrumento de aquisição de dados nos laboratórios didáticos de física é uma ferramenta de grande potencialidade e cada vez mais explorada.

A tecnologia voltada para a área da educação chama-se de Tecnologias Educativas, e para Miranda [23], a Tecnologia Educativa são os recursos tecnológicos voltados para o ensino e nos processos de concepções, desenvolvimentos e avaliações de aprendizagem. O mesmo autor se refere as TICs como um conjunto de tecnologias da informática e de telecomunicação tendo a internet como sua ferramenta mais forte. Quando as TICs são utilizadas para fins educativos o autor coloca como um subdomínio das Tecnologias Educativas.

Algumas instituições de ensino apresentam um cenário de constantes mudanças e avanços tecnológicos tanto no seu material didático quanto nas metodologias de ensino. Aos poucos os recursos tecnológicos ganham mais espaços no ambiente educacional e um deles é a robótica que surge como uma ferramenta didática, utilizadas tanto na Educação de nível Fundamental quanto no Médio. Para Ullrich [40] a robótica é uma ciência de sistemas interagentes com o mundo real que pode ou não ter a intervenção humana. A robótica no ambiente escolar é uma ferramenta que pode ser utilizada de forma interdisciplinar, contemplando principalmente as áreas de Matemática, Física, Engenharia e Informática.

A robótica é uma tecnologia educacional e pode ser explorada de diversas formas, tanto nas escolas de nível técnico nos cursos de Informática e Computação que a utilizam para desenvolver nos alunos o raciocínio lógico de programação, bem como para os alunos utilizarem recursos tecnológicos para resolverem situações problemas do cotidiano. Além disto, outras potencialidades desenvolvidas são a criatividade na hora de confeccionar seus robôs, o senso crítico ao chegar nas conclusões da atividade, além de deixar os alunos mais autônomos, ou seja, possibilitando a liberdade de realizar o que pensa aprendendo por tentativa e erro. Para Ribeiro [32], a robótica educativa cria

ambientes interdisciplinares onde os alunos devem utilizar conhecimentos de distintas áreas para solucionarem problemas.

O programa de robótica LEGO[®] MINDSTORMS EV3 versão para educadores é uma destas ferramentas que auxiliam o processo de ensino aprendizagem, pois através deste é possível que o professor e seus alunos possam realizar medições experimentais consolidando os conteúdos vistos teoricamente na aula.

Muitas escolas não possuem laboratórios de Física para aulas experimentais, e os professores produzem e/ou utilizam experimentos de baixo custo de forma a fazer uma aula demonstrativa e experimental com seus alunos, outra opção é utilizar as TICs como softwares de laboratórios virtuais, haja vista que, muitas escolas possuem sala de informática. Isso proporciona novos horizontes educacionais aos alunos, pois estes percebem que na internet possui softwares e jogos online ou para download gratuitos que os ajudam a fortificar e exercitar os saberes vistos em sala de aula.

A robótica LEGO que adentra nas escolas direcionada ao ensino de física possui pouco acervo de experimentos além de restrições, obrigando as instituições de ensino a contratar determinadas empresas de educação tecnológica que vendem cadernos e/ou revistas com experimentos que podem ser feito utilizando o robô. No entanto esses experimentos costumam levar muito tempo para sua montagem e muitas das vezes não abordam adequadamente os princípios físicos.

Com o objetivo de proporcionar experimentos de física utilizando a robótica LEGO de forma aberta a todos os professores que possuam este recurso tecnológico, como também proporcionar experimentos de confecção mais simples e objetivo, com programações básicas e questionários que abordam competências e habilidades pertinentes ao assunto estudado, serão trazidos alguns experimentos que trabalham os assuntos de Mecânica e Termologia, voltada para alunos do Ensino Fundamental e Médio, utilizando a robótica LEGO EV3 e que também podem ser realizadas com o modelo NXT. É ressaltado ainda a importância do uso das tecnologias educacionais contemporâneas no Ensino de Física, conectando com as teorias de aprendizagem de Piaget, Papert e Vygostky na utilização da robótica educacional.

A estrutura dessa dissertação é dividido em capítulos onde no Capítulo 2 será abordado a Robótica Educacional LEGO[®], um breve histórico da lego e seus robôs edu-

cacionais, o RCX, NXT e, o utilizado nos experimentos do produto educacional, o EV3.

No Capítulo 3 será exposto a importância da robótica educacional e as teorias de aprendizagem de Piaget, Papert e a de Vygostky na utilização da robótica, além da importância do ensino de física no uso da robótica.

No Capítulo 4, o leitor terá acesso a física utilizada em cada experimento utilizando a robótica LEGO[®], sendo estes a Lei do Resfriamento de Newton, o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), o Movimento Circular Uniforme (MCU) e o Pêndulo Simples como descrito no Apêndice A.

O Capítulo 5 expõe a metodologia dos experimentos realizados com os alunos, para que o professor possa ver e comparar se é compatível com sua realidade escolar para utilizar em sua escola com seus alunos, como também compreender os resultados obtidos.

No Capítulo 6 é apresentado os resultados e as discussões sobre a aplicação dos experimentos com os alunos do ensino médio. Podendo analisar inclusive algumas das respostas dos alunos nos guias experimentais nas respectivas figuras do capítulo.

Nas Considerações Finais, o leitor tomará conhecimento sobre as considerações do autor após aplicar os experimentos com as turmas.

Essa dissertação apresentará também o Apêndice A onde o leitor terá acesso a linguagem de programação do LEGO[®] Mindstorms[®] NXT e também do EV3, caso o leitor desconheça estas linguagens de programação e queira aprender antes de aplicar os experimentos em suas aulas, com as informações apresentadas já é o bastante para o docente aplicar os experimentos além de conhecer um pouco sobre cada bloco das linguagens de programações.

No produto educacional é possível observar os guias experimentais utilizando a robótica LEGO[®] no Ensino de Física, onde consta dos guias experimentais do MRU, MCU, Pendulo Simples e da Lei do Resfriamento de Newton.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Gerais

Proporcionar quatro guias experimentais no ensino de Física utilizando a robótica LEGO[®] MINDSTORMS[®].

1.1.2 Objetivos Específicos

- Utilizar as tecnologias educacionais no Ensino de Física;
- Auxiliar o professor de Física para utilizar a robótica educacional com atividades experimentais;
- Desenvolver habilidades e competências de Física através da experimentação em diferentes tipos de movimentos e na Terminologia;

Capítulo 2

ROBÓTICA LEGO[®]

Este capítulo abordará a história da LEGO[®] e sua importância na educação desde sua fundação até o lançamento do atual robô educacional o LEGO[®] MINDSTORMS[®] Education EV3. Além disso, será apresentado sobre os demais modelos de robô da LEGO[®].

2.1 HISTÓRIA DA LEGO[®]

A trajetória da LEGO[®] teve início em 1932 na Dinamarca, com Ole Kirk Christiansen e seu filho Godtfred Kirk de apenas 12 anos, que começaram a produzir brinquedos artesanais de madeira, em sua oficina, com o objetivo de aumentar a renda familiar. Posteriormente, em 1934, adotou o nome LEGO[®], advindo de *Leg Godt*, que em tradução livre significa “brincar bem”. Na década de 40, já com uma empresa física, Ole Kirk e seu filho começaram a produção de brinquedos desmontáveis. Anos depois, em 1958, Ole Kirk faleceu e seu filho Godtfred ficou a frente dos negócios, onde já haviam criado um sistema de montagem e encaixe dos blocos, o Lego System of Play, que viabilizava inúmeras possibilidades de formatos e estruturas dos blocos. A LEGO[®] começou a exportar seus brinquedos para Suécia e outros países da Europa. Em 1960, a empresa começou a fabricar apenas brinquedos de plástico [1].

Na figura 2.1 (A) mostra Ole Kirk Christiansen em seu escritório na empresa, na figura (B) é exposto a LEGO em 1958, já na figura (C) pode-se ver os brinquedos de encaixe da mesma em 1953.



Figura 2.1: Fotos de Ole Kirk, da empresa LEGO e dos brinquedos iniciais da LEGO em 1953.

De acordo com Feitosa [16], a LEGO[®] criou em 1980 uma linha de atividades dedicada exclusivamente para a educação, a LEGO[®] Education, utilizando a metodologia de trabalho em equipe, jogos educativos e análise, construção e contextualização de situações problemas em atividades para as crianças e adolescentes.

Em 1984, Kjeld Kirk Christiansen, diretor de operações da LEGO[®] e neto de Ole Kirk Christiansen, conheceu o professor do Massachusetts Institute of Technology (MIT), Seymour Papert, tomou conhecimento da LOGO, uma linguagem de programação simples para computadores que Papert desenvolveu. Então foi criada uma parceria entre o professor Papert e Kjeld. Assim foi desenvolvido o Projeto LEGO[®] LOGO, por Mitch Resnick e Steve Ocko. Neste projeto as crianças podiam associar a linguagem com os brinquedos como também controlá-los [1].

Em 1996 nasceu a primeira empresa do Grupo ZOOM Holding, uma empresa de educação tecnológica utilizando a robótica e relacionando com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Dois anos depois a empresa assumiu a operação LEGO[®] Education no Brasil. Desde sua fundação a empresa se preocupava em inovar o modelo de ensino tradicional do Brasil e fazia isso com base nas Leis de Diretrizes e Bases da Educação (LDB).

Os laboratórios da LEGO[®] e do MIT Media Lab, desenvolveram pesquisas para controlarem sensores e motores, para isto estes deveriam ficar conectados continuamente ao computadores. Uma forma de suprir essa limitação de conexão foi a criação de um bloco que substituísse o computador, este deve executar os programas e conectar os sensores e motores blocos LEGO[®], daí surgiu os Mindstorms, que são os blocos programáveis, que foi apresentado ao mundo no Royal College of Art em Londres em 1998.

A Tabela abaixo mostra uma pequena linha do tempo da empresa LEGO®

Tabela 2.1: Pequena Linha do Tempo

ANO	Fato Histórico
1932	A LEGO® é fundada na Dinamarca
1958	Invenção dos blocos como conhecemos hoje
1980	A LEGO® Education teve seu início
1986	Os produtos da LEGO® chegaram ao Brasil
1998	Foi lançado o LEGO® MINDSTORMS® Education RCX
2003	Lançado o Programa ZOOM
2006	Lançamento do LEGO® MINDSTORMS® Education NXT
2013	Foi lançado o LEGO® MINDSTORMS® Education EV3

Ainda segundo Feitosa [16] em 2006 foi idealizado e implementado o modelo LEGO ZOOM de Educação Tecnológica, com a ideia de integrar os conteúdos curriculares propostos pelo Ministério da Educação (MEC). O modelo LEGO ZOOM se tornou um grande sucesso no Brasil atingindo em 2013 cerca de 1,5 milhões de alunos, em rede pública e privada. Com o tempo a ZOOM desenvolveu vários programas voltados para diferentes faixas etárias e propósitos, tais como: a LÍDER da Liderança e Empreendedorismo; o programa ZOOM de Educação para o Trânsito; o programa GENIUS de Robótica Educacional; o programa ZOOM para Educação de Jovens e Adultos e o programa de Aprendizagem e Autodesenvolvimento para o ensino técnico e profissionalizante.

2.2 LEGO MINDSTORMS

O MINDSTORMS é um software de programação onde o aluno é induzido a pensar, utilizando os blocos de programação para realizar tarefas. De acordo com Papert [28], a criança é colocada na posição ativa programando o computador, que o estimula a pensar e agir, desenvolvendo desde cedo competências para resolver situações problemas com os conhecimentos já adquiridos.

Os Robôs LEGO[28] que utilizam o Mindstorms são brinquedos pedagógicos compostos por um conjunto de peças de encaixe e do bloco principal que processa e executa a programação feita. Estes conjuntos de peças são compostos por motores e sensores prontos para encaixes nos blocos de comando, onde é necessário apenas conectar o motor no bloco de processamento de dados e fazer as devidas programações.

Três modelos de robôs LEGO[®] já foram ao mercado: Robotic Command eXplorers (RCX), Bloco NXT 2.0 e Bloco EV3. Devido as peças serem de encaixe e os alunos terem que montar seus próprios robôs esses modelos estimulam a criatividade e auto-confiança dos alunos. Segundo Nunes e Santos [26] o construcionismo consiste na meta de ensinar para que o aluno possa aprender com o mínimo de ensino, ou seja, o aluno deve ser atuante no seu processo de ensino-aprendizagem. Através da robótica educacional LEGO[®] os alunos são atuantes na sua aprendizagem, além de desenvolver sua criatividade e habilidades em montagem.

A seguir será abordado os três modelos dos robôs pedagógicos, o RCX, o NXT e o EV3.

2.2.1 LEGO RCX

O primeiro robô da LEGO[®], o Bloco Robotics Invention System, chamado de Robotic Command eXplorers (RCX), foi lançado em 1998. Para controlar os robôs RCX, o programador usava um software em código RCX ou ROBO-LAB no computador. Quando se adquiria o Kit LEGO[®] RCX, este vinha com dois servo motores¹, dois sensores de toque, um sensor de luz e um o bloco RCX, como pode ser visto na Figura 2.2.

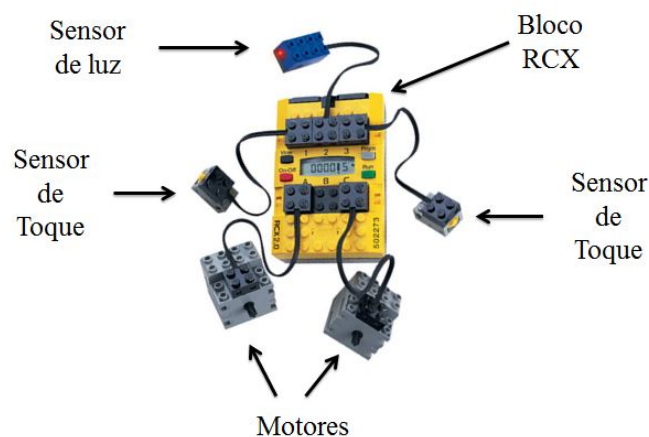


Figura 2.2: LEGO RCX, equipado com seus sensores e motores.

O Bloco RCX tem memória RAM de 32 K e um processador de 16 MHz, é uma memória de pouco espaço, porém os arquivos de programações gerados não ocupam

¹Servo motor é um mecanismo que permite o controle de sua velocidade através de uma programação definida.

muito espaço na memória, o que possibilita ao usuário ter várias programações em seu robô. Os kits além dos servo motores e sensores vêm com as peças de encaixes tradicionais da LEGO[®], possibilitando aos usuários criarem os robôs que acharem conveniente.

Atualmente o software de programação do LEGO RXC não está mais disponível nos sites da LEGO[®] por se tratar de um produto obsoleto.

2.2.2 LEGO MINDSTORMS NXT 2.0

Em 2006, a LEGO[®] lançou o modelo LEGO[®] MINDSTORMS[®] NXT 2.0, o robô da LEGO[®] muito usual comparado ao antigo, haja vista que, até os dias atuais ainda é muito usado nas escolas de rede privadas e públicas. O NXT possui 64 KB de memória RAM, quatro entradas para uso de sensores e três para servo motores. Esse modelo da LEGO[®] se apresenta com um design moderno, comparado ao anterior, sensores mais precisos e resistentes e apresenta uma linguagem de programação mais simples que o RCX, o MINDSTORMS[®] NXT 2.0 Programming.

A figura 2.3 mostra o kit NXT, que é equipado com uma bandeja laranja onde estão as peças de encaixes como: eixos, vigas, engrenagens e conectores e a bandeja cinza com as peças eletromecânicas, como: servo motores, sensores, cabos de transmissão de dados, bateria, o bloco de programação NXT, além das rodas. O kit vem com um total de 437 peças para encaixe.

O kit NXT, vem com dois sensores de toque, um sensor de luz, três servo motores, um sensor ultrassônico, que é usado com a finalidade de conhecer a distância dos objetos até o robô. além de sete cabos conectores que ligam os servo motores e sensores ao bloco inteligente NXT.

Na Figura 2.4 é possível observar o NXT equipado com seus respectivos sensores: 1 - servo motores; 2 - sensor ultrassônico; 3 - sensor de luz; 4 - sensor de som; 5 - sensor de toque. Na parte superior do bloco NXT há três entradas: A, B e C, que são para serem conectadas aos servo motores, como pode ser observado na figura, na parte inferior há quatro entradas, são estas: 2, 3, 4 e 5 que servem para conexão com os sensores, como também é possível observar a conexão pela figura.



Figura 2.3: Kit lego NXT Mindstorms Education 9797.



Figura 2.4: Bloco LEGO NXT conectado com seus servo motores e sensores

O NXT tem seu próprio ambiente de programação que pode ser visto no Apêndice B, caso o leitor deseje aprender um pouco sobre esta linguagem de programação.

2.2.3 LEGO[®] MINDSTORMS[®] EV3

Após sete anos do lançamento do NXT 2.0 a LEGO[®] lança seu mais novo e atual robô, o LEGO[®] MINDSTORMS[®] EV3. O bloco EV3 possui Sistema Operacional

Linux, memória RAM de 64 MB, e entrada para cartão Micro SD com capacidade de até 32 GB, além de possuir 4 entradas para servo motores.

A figura 2.5 mostra as peças do kit EV3 45544, com um total de 541 peças de encaixe. Semelhante ao kit NXT, este tem seus eixos, pneus, conectores, engrenagens, vigas etc, como também as peças eletromecânicas, os servo motores, sensores, cabos de conexão e o bloco inteligente EV3.



Figura 2.5: Kit lego EV3 Mindstorms Education 455443.

Na Figura 2.6 é possível ver o EV3 equipado com seus respectivos sensores, de luz/cor, rotação, ultrassônico, toque, e seus servo motores grandes e médio. Os números a próximos aos sensores correspondem respectivamente a: 1 - servo motor médio; 2 - sensor ultrassônico; 3 - sensor de luz/cor; 4 - sensor de giro; 5 - sensor de toque; 6 - servo motor grande.

O kit EV3, vem equipado com 02 servo motores grandes, 01 servo motor médio, 01 sensor ultrassônico, 01 sensor de luz/cor pois é possível usá-lo para as duas finalidades tanto com reflexão de luz quanto com sensor de cor pois no software tem cores pré-definidas, 01 sensor de giro, 02 sensores de toque, 07 cabos conectores que ligam os sensores e servo motores ao bloco EV3 e o cabo USB que conecta o bloco EV3 ao computador. Com uma porta a mais para motores e sensores mais precisos se amplia a possibilidade de construção dos robôs tendo maior precisão nas leituras de luz refletida como também de cor específica.

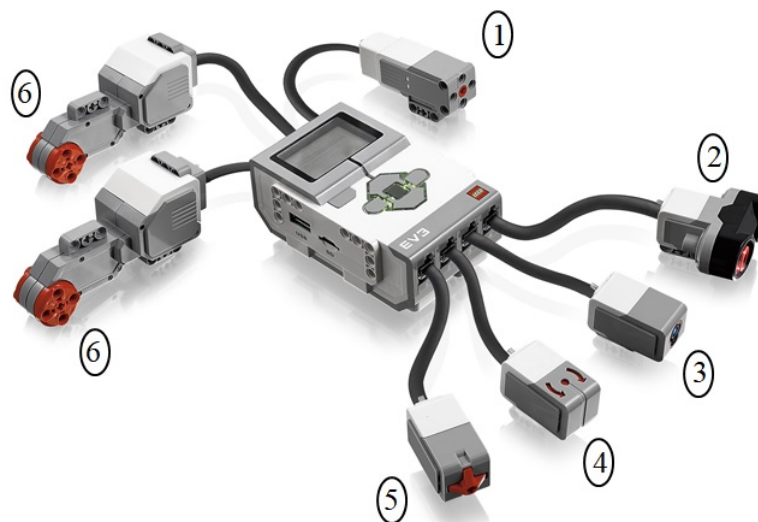


Figura 2.6: Bloco LEGO EV3 conectado com seus servo motores e sensores.

Um dispositivo muito utilizado nos robôs dos modelos NXT e EV3, com finalidades científicas para Ensino Fundamental e Médio é o sensor de temperatura, cuja LEGO[®] só produziu um para NXT que é compatível com EV3 e de mesma eficácia. Além das diferenças na parte física do robô, a LEGO[®] também, mudou o software de programação, um próprio para EV3, o LEGO[®] MINDSTORMS[®] Education[®] EV3 disponível em versão livre para estudantes e versão para professor como é possível ver no Apêndice ??.

Capítulo 3

TEORIAS DE APRENDIZAGEM

A robótica é uma área de conhecimento que estuda e desenvolve a construção e programação de equipamentos eletrônicos para funcionarem automaticamente, ou seja, como robôs. De acordo com Dos Santos [34], os registros da Robótica Educacional teve um marco em 1964 quando Seymour Papert saiu do Centro de Epistemologia Genética de Genebra e ingressou no Laboratório de Inteligência artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), desde então esta ferramenta tecnológica vem ganhando uso didático em diversos países, inclusive aqui no Brasil.

Segundo d'Abreu [12], a Robótica Educacional também chamada de Robótica Educativa ou Robótica Pedagógica, vem sendo usada para auxiliar, diversificar e enriquecer a forma de transmitir conceitos científicos tanto para o ambiente escolar, quanto para o mundo tecnológico cotidiano. De acordo com Silva [36] a robótica educacional é caracterizada como um ambiente de trabalho e aprendizagem onde os alunos têm a oportunidade de montar e programar seus próprios robôs utilizando o computador e os softwares adequados.

Para d'Abreu e Garcia [11] algo bastante significativo é o planejamento pedagógico elaborado pelo professor, pois este deve ser desenvolvido de forma interdisciplinar para ser trabalhado com os alunos o máximo de conteúdos curriculares possíveis. A Robótica Educacional proporciona aos alunos o contato com aparelhos tecnológicos contemporâneos, permitindo a estes o acesso a dispositivos eletrônicos e ao entendimento de seus conceitos cada vez mais rápido, além de estimular a criatividade e o raciocínio lógico.

Utilizar esta ferramenta didática no ambiente escolar de forma interdisciplinar para desenvolver as habilidades e competências dos alunos do Ensino Fundamental e Médio torna as crianças e os adolescentes mais motivados a aprender os conteúdos da sala de aula. Zilli [45] destaca entre vários objetivos específicos do uso da robótica, as habilidades manuais e de estética, trabalho com pesquisa e o desenvolvimento do raciocínio lógico, além do objetivo geral deste recurso tecnológico, a fortificação dos conceitos de desenho, Física, Álgebra e Geometria.

3.1 O Construtivismo de Piaget na Robótica

Jean Piaget foi um grande estudioso da Psicologia do Desenvolvimento, que estuda as mudanças no comportamento do ser humano relacionados à idade. Piaget dedicou-se ao estudo do desenvolvimento cognitivo dos alunos, desenvolvendo a teoria de aprendizagem construtivista. Esta teoria, tem por objetivo estudar o conhecimento científico na perspectiva do aluno, para compreender as etapas da aprendizagem. Para Piaget [31] cada indivíduo passa por conflitos cognitivos e isto faz com que se busque reformulações de hipóteses, ampliando assim seus sistemas de compreensão, de acordo com o nível de desenvolvimento que se encontre, que pode ser pela idade e/ou pelo ambiente em que convive.

Com estudos do exercícios dos reflexos Piaget constatou existe uma tendência fundamental para o desenvolvimento intelectual, que através da repetição de condutas e utilização de objetos externos a criança assimila melhor e atinge um novo estágio de desenvolvimento. De acordo com Piaget [29] existem três circunstâncias que consideram a assimilação como um desenvolvimento psicológico, a primeira afirma que o processo de assimilação é constituído à vida orgânica e atividade mental, ou seja, fisiológica e psicológica, que é através do uso que os órgãos entram em equilíbrio entre o exercício e a fadiga. Em segundo lugar, o autor destaca que, a assimilação do indivíduo se dá pela repetição, que é um fato primitivo elementar da vida psíquica e que esta assimilação será mais significativa se a repetição tiver um valor próprio para o sujeito. No terceiro lugar é colocado o processo de avaliação, constituído pela coordenação passiva entre o hábito novo e o antigo, pois a repetição traz a incorporação de um dado atual. Piaget ainda destaca que a assimilação é a origem de todos os mecanismos intelectuais. Assim sendo percebe-se

que Piaget trás a assimilação pela repetição como um processo reprodutor, generalizador e reconhecedor e que constitui o exercício funcional que se descreve a propósito de um objetivo.

Piaget[29] ainda nos traz que, a adaptação intelectual de um indivíduo é uma equilíbrio progressiva entre um mecanismo que faz a assimilação e uma acomodação complementar, que o individuo se adapta quando há uma coerência entre nas atitudes motoras e funcionais e isto proporciona uma melhor assimilação, fazendo assim o indivíduo partir para um nível mais elevado de conhecimento.

Para Paiva Sanchis e Mahfoud [27] no construtivismo de Piaget, o processo de construção do conhecimento se confunde com o próprio processo de constituição e de desenvolvimento do sujeito, na sua relação com o mundo físico e ao mesmo tempo simbólico. Assim falar na construção do conhecimento é também falar na construção do indivíduo. Segundo Uchôa [39] existe uma relação entre o desenvolvimento pessoal do indivíduo com sua passagem de um estado de menor conhecimento para uma de maior conhecimento.

Na teoria construtivista existem estágios de desenvolvimentos, estes estágios explicam que cada criança age e se comporta de uma forma diferente. Nesta teoria os alunos aprendem por meio da ação, pois constroem seu conhecimento. De acordo com Carretero [9], o sujeito é um ser ativo estabelecendo relações com o meio que está inserido e o objeto de estudo, isto faz com que o indivíduo construa seus conhecimentos.

Para Piaget [30], educar é fazer o individuo se adaptar ao meio social ambiente, ou seja, Piaget considera que o aluno deve interagir para adquirir seus conhecimentos dentro da sociedade em que está inserido, utilizando os aspectos sociais e culturais de forma que ele venha a utilizar o objeto de estudo de forma ativa na sua aprendizagem. De acordo com Bachelard [3] é preciso conduzir os alunos para o conhecimento do objeto, os ajudando na ansiedade que se apodera de qualquer pessoa diante da necessidade de corrigir sua maneira de pensar.

Nas situações que envolvem problemas experimentais utilizando a robótica, os estudantes são forçados a pensar em como resolver a atividade proposta, sentindo-se desafiados, criando e recriando hipóteses, até chegar nas suas próprias conclusões, haja vista que, o aluno pode repetir diversas vezes o experimento, como também alterar os

valores da programação e ver o que acontece com a atividade experimental até possuir uma boa observação dos fenômenos envolvidos e se apropriar dos conceitos trabalhados.

Utilizando a robótica como ferramenta didática no ensino de Física, o aluno pode conectar os conteúdos teóricos vistos em sala de aula com situação experimental proposta e isto possibilita que o mesmo assimile melhor os componentes curriculares da disciplina e assim aumente seu nível intelectual.

3.2 A Construcionismo de Papert na Robótica Educacional

O cientista e pesquisador em estudos cognitivos do Massachusetts Institute of Technology (MIT), Seymour Papert, já desenvolvia em 1960 a robótica educacional. Papert, conhecido pelas suas significativas contribuições na educação com o uso de computadores e também por criar a linguagem de programação LOGO, que tinha como objetivo propiciar uma nova forma de aprendizagem onde o aluno interagira com computador, e consequentemente sendo um agente ativo na sua aprendizagem.

Seymour Papert desenvolveu a teoria de aprendizagem Construcionista, que propõe que o aluno contribua com sua aprendizagem com os recursos que possui na situação em que está inserido, colocando o aluno como um agente interagente com o meio. Para Papert [10] a criança pode aprender, e a maneira que aprende depende dos modelos que tem disponível. Seymour defendia que uso do computador nas escolas auxiliava na aprendizagem das crianças.

Para Gomes et al [18] a criança, como qualquer construtor, se apropria de materiais que ela encontra para o seu próprio uso. No Construcionismo de Papert a criança utiliza o computador e robô como elementos auxiliares no seu processo de aprendizagem. Papert concordava com o construtivismo de Piaget, ao afirmar que a criança colabora com suas próprias estruturas cognitivas.

Segundo Nunes e Santos [26], o objetivo do construcionismo é que o aluno aprenda o máximo possível com o mínimo de ensino. Para que isto aconteça o professor sai do papel de transmissor de conhecimento e vai para o papel de mediador, submetendo

os alunos situações de aprendizagem desafiadoras.

Nunes e Santos [26] também dizem que na proposta construcionista de Papert quando o aluno usa o computador ele consegue visualizar suas construções mentais e isto facilita a relação entre o abstrato e o concreto e essa interação com os recursos didático contribui com a construção do seu próprio conhecimento.

3.3 A Teoria de Vygotsky e a Robótica Educacional

A robótica educacional proporciona aos alunos facilidades para desenvolver as habilidades e competências esperadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), desafiando o aluno a utilizar e relacionar seus conhecimentos, além de resolver situações problemas associadas ao cotidiano dos mesmos. Outra característica são as relações sócio-interacionistas estimuladas pela prática do trabalho em grupo e na aprendizagem de lógicas de programação que podem ser usadas nas resoluções de atividades experimentais científicas, gerando a possibilidade do aluno aprender seja sozinho, com orientação do professor e/ou com colegas que tenham mais conhecimentos. Tais situações de aprendizagem são explicadas por Lev Semenovich Vygotsky.

Lev Semenovich Vygostky, nasceu na cidade de Orsha, próximo a Minsk, capital de Bielarus, país da hoje extinta União Soviética, em 17 de novembro de 1896. Era membro de família judia, sendo o segundo de oito irmãos. Seu pai era chefe de departamento em um banco e sua mãe era professora e sua família tinha situação financeira confortável. Formou-se em Direito na Universidade de Moscou em 1917, frequentou cursos de História e Filosofia na Universidade Popular de Shanyavskii. Embora não tenha recebido títulos acadêmicos nessa faculdade, aprofundou seus conhecimentos em psicologia, filosofia e literatura.

Devido a seu interesse em trabalhar com problemas neurológicos como forma de compreender o funcionamento psicológico do homem estudou também Medicina, parte em Moscou, parte em Kharkov. Foi Professor pesquisador nas áreas de Psicologia, Pedagogia, Filosofia, Literatura, Deficiência Física e Mental; e Pedologia, que é a ciência da criança, que integra os aspectos biológicos, psicológicos e antropológicos.

Criou um laboratório de psicologia na escola de formação de professores de

Gomel e participou da criação do Instituto de Deficiências, em Moscou. Além de ser coordenar o setor de teatro do Departamento de Educação de Gomel.

3.3.1 Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)

Vygostky estudou o desenvolvimento das crianças, buscando compreender o que ela é capaz de fazer sozinha, nas fases alcançadas, e as tarefas que elas conseguem realizar com a ajuda de pessoas mais intruidas. Vygotsky denomina essa capacidade das crianças realizarem tarefas sozinhas de nível de desenvolvimento real e a capacidade de desempenhar tarefas com a ajuda de adultos ou companheiros mais capazes de nível de desenvolvimento potencial.

Não é qualquer indivíduo que pode, a partir da ajuda de outro, realizar qualquer tarefa, ou seja, a capacidade de se beneficiar de uma colaboração de outra pessoa vai ocorrer num certo nível de desenvolvimento, mas não antes. O desenvolvimento individual se dá num ambiente social determinado e a relação com o outro, nas diversas esferas e níveis da atividade humana, é essencial para o processo de construção do ser psicológico individual.

É a partir da postulação da existência desses dois níveis de desenvolvimento – real e potencial – que Vygotsky [41] define a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), como “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes”.

A zona de desenvolvimento proximal refere-se, assim, ao caminho que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções consolidadas, estabelecidas no seu nível de desenvolvimento real. Assim a ZDP é, pois, um domínio psicológico em constante transformação, fazendo hoje com alguém para amanhã fazer sozinha.

A ZDP estabelece fortemente a ligação entre o processo de desenvolvimento e a relação do indivíduo com seu ambiente sociocultural e com sua situação de organismo que não se desenvolve plenamente sem suporte de outros indivíduos de sua espécie. A

implicação dessa concepção de Vygotsky para o ensino escolar é imediata. Se o aprendizado impulsiona o desenvolvimento, então a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico adulto dos indivíduos que vivem em sociedades escolarizadas, mas o desempenho desse papel só se dará adequadamente quando, conhecendo o nível de desenvolvimento dos alunos, a escola dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas sim para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, funcionando realmente como um motor de novas conquistas psicológicas.

Para a criança que frequenta a escola, o aprendizado escolar é elemento central no seu desenvolvimento, como na escola o aprendizado é um resultado desejável, é o próprio objetivo do processo escolar, a intervenção é um processo pedagógico privilegiado e o professor tem o papel explícito de interferir na ZDP dos alunos, provocando avanços que não ocorreriam espontaneamente. Os grupos de criança são sempre heterogêneos quanto ao conhecimento já adquirido nas diversas áreas e uma criança mais avançada num determinado assunto pode contribuir para o desenvolvimento das outras.

3.3.2 A teoria de Vygotsky aplicado na Robótica Educacional

Para Amaral et al. [36] é na interação social com os recursos materiais disponibilizados pela cultura que ocorre o processo de interiorização fazendo com que o aluno tenha melhor desenvolvimento cognitivo. Através da robótica educativa os alunos são inseridos em uma aprendizagem problematizada, e assim devem utilizar seus desenvolvimentos reais para resolverem determinadas tarefas. Já o desenvolvimento potencial, mediado pelo professor ou colegas, faz com que o aluno consiga atingir um nível mais alto de conhecimento, e assim, elevando seu desenvolvimento real. É aplicando seus saberes científicos nas atividades experimentais que os alunos são estimulados a trabalharem em grupos, a pensarem, criarem não apenas hipóteses mas também conclusões por meios empíricos, tais situações proporcionam os alunos ao um conhecimento mais significativo.

O aluno inserido na ZDP devido a robótica pedagógica pode desenvolver várias inteligências, como afirma Gomes [18], quando os alunos formam grupos, sempre há um com maiores habilidades em montagens, outros com programação, uns com mais domínio nos conhecimentos em matemática e/ou física, o que torna o grupo diversificado e um ambiente propício a trocas de conhecimento, e os desenvolvem em diferentes competências

e habilidades. O professor entra como um desafiador e não apenas como um transmissor de conhecimentos, e os estudantes como responsáveis pelas buscas de seus saberes, atingindo suas conclusões de forma teórica e experimental.

3.4 O Ensino de Física com a Robótica

É sabido que as aulas experimentais fazem com que os alunos absorvam melhor os conceitos físicos de determinados assuntos escolares, como ressaltado por Campos et al. [8] é com as atividades experimentais que os alunos têm a oportunidade do contato direto com o concreto pois irão manipular o experimento. Ao professor é atribuído a responsabilidade de propiciar aos alunos a conexão da teoria estudada em sala de aula com a prática, como informado na própria LDB [33] na seção IV do Artigo 35, onde é dito que os alunos devem relacionar a teoria com a prática no ensino de cada disciplina. Assim sendo, utilizar a robótica como uma ferramenta tecnológica atual para confecção e realização dos experimentos é algo bastante significativo para que os estudantes percebam que a física não é apenas uma ciência abstrata, mas sim concreta.

Para Trentim et al. [38] utilizar a robótica no ensino permite uma vasta possibilidade de ensinar física aos estudantes, discutindo fenômenos e os funcionamento dos equipamentos, além de trazer conhecimentos tecnológicos ao ambiente de aprendizagem e transcende o convencional. De acordo com Borba [6], o professor pode propor situações problemas na qual há uma exploração de diversos temas relacionados, não só a disciplina específica, mas trabalhando a interdisciplinaridade.

Um levantamento feito por Lima e Ferreira [13] entre 2005 e 2014 sobre a produções científicas sobre o uso de robótica no ensino de Física, constataram que o uso de robótica nas escolas é um cenário crescente e que se faz necessário a realização de estudos sobre o uso de robótica educacional que buscam estratégias de melhorar o ensino. Os mesmos autores ainda concluem que há um número reduzido de produção científica que possibilitam o uso de robótica no Ensino de Física.

O uso da robótica educacional permite explorar diversos conhecimentos da física do ensino médio e fundamental, dependendo dos equipamentos tecnológicos disponíveis pela escola pode trabalhar, desde da mecânica clássica até a física moderna,

passado por termodinâmica, ondas e eletricidade.

É possível fazer experimentos de Mecânica tanto na cinemática quanto na dinâmica dos corpos, exercitar a convenção de unidades, identificar o tipo de movimento do robô se é retilíneo uniforme ou uniformemente variado, haja vista que é comum os alunos apresentarem dificuldades em diferenciar estes dois movimentos. Fazer o aluno programar seu robô para medir a velocidade média, verificar sua massa e calcular a energia cinética do robô naquele momento, como também relacionar transmissão de movimentos com engrenagens aplicar em movimentos circulares, trazendo desta maneira o assunto teórico de sala para a prática relacionando situações cotidianas com a física estudada em sala.

É possível abordar também assuntos de Ondas, utilizando sensores ultrassônicos explora-se os conceitos e propriedades de ondas, comprimento de onda, velocidade, período e frequência. É possível também trabalhar os assuntos de física térmica com sensores de temperaturas, propiciando ao aluno verificar a temperatura de um ambiente, de um sistema isolado, construindo situações de uso e relacionando aos assuntos de sala. Logicamente isso tudo é possível dependendo dos equipamentos tecnológicos que escola possua a viabilidade do uso de tais recursos como ferramenta didática.

Na eletricidade e os componentes elétricos de um circuito como resistores, fontes de tensão, capacitores etc, são ferramentas que o professor pode explorar em suas aulas, além dos alunos poderem montar seus próprios circuitos elétricos e fazerem suas medições.

Algo que se observa em sala de aula desde anos atrás é a dificuldade dos alunos em interpretar e analisar gráficos, Murphy [24] fez uma revisão da literatura e identificou que os estudantes apresentam dificuldade em extrair informações de gráficos, apresentando confusão entre altura e inclinação dos gráficos e sendo a principal dificuldade em Cinemática. Com a robótica educacional é possível que os alunos construam seus próprios gráficos experimentais, como também observar através do software de programação, a construção do gráficos de seus experimentos, podendo compreender e analisar informações gráficas os estudantes podem assimilar melhor os conteúdos da sala de aula como também leitura e compreensão de dados científicos de jornais, revistas e artigos.

Nos exames que os alunos prestam para alguns processos seletivos que envol-

vem assuntos do ensino médio, como por exemplo o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), está sendo bastante explorando a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias a interpretação e a utilização de gráficos na resolução de questões. O uso da robótica educacional experimental com os alunos além de ajudá-los a adquirir as habilidades e competências esperadas nos componente curricular da educação básica , está concomitantemente servindo para que eles se preparem também para o ENEM. A exemplo disto na matriz de referência do Novo ENEM [14], mostra as competências e habilidades que os alunos devem ter para serem avaliados e na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias a Competência 5 na Habilidade 17 informa que os alunos devem relacionar as informações científicas com interpretações gráficas. Percebe-se a interdisciplinaridade da matemática com as ciências naturais na resolução de uma situação problema, e com a utilização pedagógica tais situações problemas podem ser exploradas devidamente garantindo melhor aprendizagem para os alunos.

Assim utilizar a robótica educacional no ensino de física, faz com que o aluno utilize novos recursos tecnológicos atuais no ambiente escolar, realize experimentos e medidas, utilize conceitos físicos, aprenda a trabalhar em grupo, exercite os assuntos estudados em sala e desenvolva suas habilidades e competências direcionadas pelos PCN+ [7], pela LDB como também auxilia no preparo dos estudantes para o ENEM e outros processos seletivos.

Com os recurso robótico pedagógico certos o docente irá submeter os alunos a situações onde os mesmos devem identificar e utilizar os assuntos estudados em Física como também de outras disciplinas como matemática fazendo com que estes percebam que os assuntos embora estudados separadamente em sala de aula, são interdisciplinares.

Capítulo 4

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos físicos que servirão de base para entendimento dos experimentos propostos, além de servir de suporte na resolução dos questionamentos que se fizerem necessários nas discussões, iniciando pela Lei de Resfriamento de Newton.

4.1 Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Antes de iniciar o estudo do MRU se faz necessário definir alguns conceitos da cinemática como o Tempo (t) que pode-se definir, para alguns fins científicos, sendo a duração entre os estados de um objeto, ou ainda sendo utilizado para ordenar eventos. O referencial inercial, é constituído por um sistema de referências que não possui o seu estado alterado com o decorrer do tempo. A posição de um objeto, determina a localização onde este se encontra em relação a um referencial inercial [42].

O corpo pode efetuar diferentes trajetórias, por exemplo, retilínea, circular, curvilínea etc, para tanto se faz necessário o referencial inercial. A figura 4.1 esboça o deslocamento do móvel em função do tempo, em um comportamento linear, mostrando assim que quando a velocidade de um corpo é constante, o espaço percorrido e o tempo são diretamente proporcionais.

O estudo do movimento dos corpos se faz necessário em nosso dia a dia, pois estudando a posição que um móvel inicia seu deslocamento é possível determinar onde ele

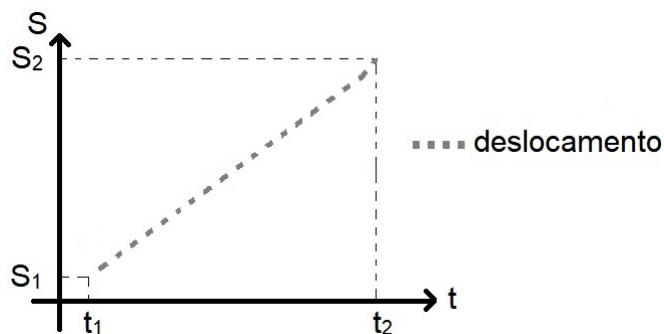


Figura 4.1: Ilustração do deslocamento em função do tempo.

estará, sua velocidade, a aceleração e o tempo gasto até o final do percurso.

Quando um móvel está em uma trajetória reta e com velocidade constante, é dito que o movimento é retilíneo uniforme (MRU). A velocidade v pode ser determinada pela razão entre o espaço percorrido e o tempo necessário para completar este percurso, então, de forma escalar,

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_F - S_0}{t_F - t_0} \quad (4.1)$$

onde, ΔS é a variação do espaço percorrido pelo móvel, equivalente a diferença entre a posição final do móvel S_F , e a posição inicial S_0 , Δt é o intervalo de tempo que o móvel utilizou para percorrer esta distância, equivalente a diferença entre o tempo em que se encerrou o movimento t_F e o tempo em que se iniciou a medida t_0 . Quando ΔS é positivo a posição do móvel é crescente com o tempo, dizemos assim que, este apresenta um movimento progressivo, e quando ΔS é negativo, o móvel se desloca no sentido oposto a trajetória e dizemos que este desempenha um movimento retrógrado.

Na Figura 4.2 (A) observa-se que o móvel afasta-se da origem com o tempo, logo caracteriza um movimento progressivo e a velocidade v apresenta valor positivo, já na Figura 4.2 (B) é possível observar o decaimento da posição em função do tempo, estando assim em um movimento retrógrado.

A Equação Horária do Espaço é obtida escrevendo a função da posição para qualquer valor de tempo, e da equação 4.1, fazendo $t_0 = 0$ e assumindo que $S_F \equiv S(t)$ e $t_F \equiv t$, assim

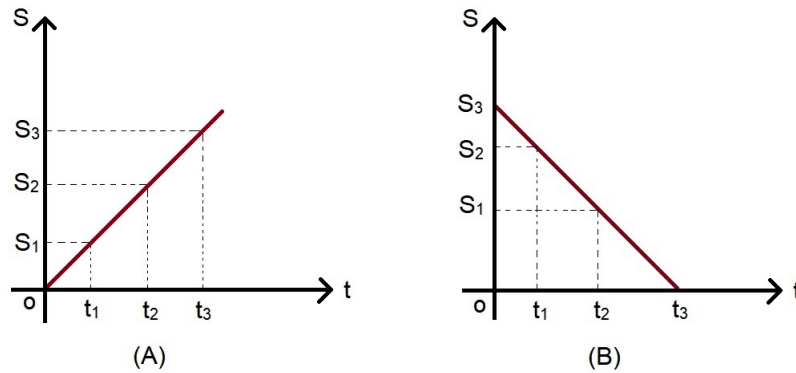


Figura 4.2: Gráficos da posição em função do tempo de movimento, em (A) progressivo e, em (B) retrógrado.

$$S(t) = S_0 + v.t \quad (4.2)$$

onde S_0 e v são constantes.

Com a Equação Horária do Espaço para o MRU, determinada pela equação 4.2, pode-se determinar a posição exata de um móvel sabendo sua origem e velocidade no tempo exato da medição.

4.2 Movimento Circular Uniforme (MCU)

Quando um ponto material descreve a uma trajetória circular com velocidade angular constante, dizemos que esse ponto descreve um movimento circular uniforme (MCU) movimento circular uniforme, Gaspar [17].

Quando estudamos o MCU se faz necessário compreender algumas grandezas físicas como a frequência (f), e o período (T). O período T^1 , que é o tempo necessário para que o corpo efetue uma volta completa na trajetória, e a frequência f , sendo o número de oscilações que o corpo efetua em determinado intervalo de tempo. Eles estão relacionado pela equação 4.3, assim,

¹O leitor não deve confundir a notação de temperatura com período, apesar de ambas serem representadas pela mesma letra T . A principal diferente está na grande área de estudo. Em calorimetria, T representa temperatura, já quando o conteúdo for de oscilações, T deverá ser associado ao período de oscilação;

$$f = \frac{1}{T}. \quad (4.3)$$

Como também o deslocamento angular (θ), e a velocidade angular (ω).

O deslocamento angular ($\Delta\theta$) de uma partícula em certo momento é dado pela marcação do ângulo no sentido do movimento, a partir do raio de referência até o raio que passa pela partícula, como pode-se observar na figura 4.3. Podemos relacionar o espaço angular com o linear por,

$$\Delta S = \Delta\theta \cdot r, \quad (4.4)$$

no SI o espaço angular é dado em radianos (rad). Desta equação pode se perceber que o deslocamento linear é diretamente proporcional a ao deslocamento angular como também ao raio. como é possível observar na figura 4.3, onde o móvel se desloca do ponto 1 ao ponto 2.

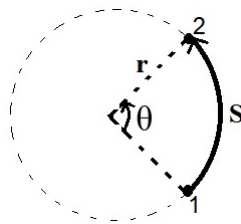


Figura 4.3: Deslocamento linear S , angular θ , e o raio r .

A velocidade angular ω , consiste na rapidez com que um corpo percorre determinado ângulo de sua trajetória circular em certo intervalo de tempo dado por,

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (4.5)$$

ou ainda que,

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (4.6)$$

onde, v a velocidade linear do corpo, no SI a velocidade angular é dado em rad/s .

Quando a partícula se movimenta em uma trajetória circular, a sua velocidade sempre está na direção tangencial a circunferência, no sentido do movimento, assim sendo, a aceleração está em uma direção radial orientada para o centro da circunferência e é chamada de aceleração centrípeta (a_c), dada por:

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad (4.7)$$

no SI ela também é dada em m/s^2 . A aceleração centrípeta é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade e inversamente proporcional ao raio da trajetória circular. Usando a Equação 4.6, temos ainda que:

$$a_c = \omega^2 \cdot r \quad (4.8)$$

4.3 Pêndulo Simples

O pêndulo simples é um sistema ideal, composto por uma massa m , suspensa por um fio inextensível e de massa desprezível e comprimento l . Quando retirado da sua posição de equilíbrio, ele tende a oscilar em movimento periódico. A Figura 4.4 mostra um pêndulo simples deslocado de θ que, por uma componente da força peso, como uma força restauradora, tende a trazê-lo para origem, pelo acúmulo de energia tende a executar um movimento oscilatório.

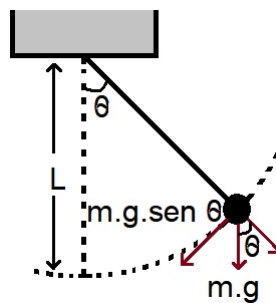


Figura 4.4: Ilustração de um Pêndulo Simples retirado de sua posição de equilíbrio.

Algumas grandezas físicas estão associadas ao movimento oscilatório do pêndulo, como por exemplo, a frequência (f), e o período (T) ambos já foram abordados anteriormente.

Em pequenas angulações, o valor de T é dependente somente do comprimento do fio l e do valor da gravidade g , como mostra a equação 4.9, então

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (4.9)$$

esta equação mostra que o tempo de oscilação é dependente do comprimento do pêndulo, uma vez que a aceleração da gravidade g é constante. A equação 4.9 é utilizada em aulas didáticas experimentais para medição do valor de g , sendo l e T medidas de fácil acesso em laboratórios, com obtenção de boas aproximações com o valor real.

4.4 Lei de Resfriamento de Newton

O processo de transmissão de calor por condução ocorre em corpos de diferentes temperaturas, onde o corpo mais quente fornece calor para o corpo mais frio até que ambos possuam a mesma temperatura, ou seja, entrem em equilíbrio térmico. Joseph Fourier estabeleceu que o fluxo de calor através de um material é proporcional á temperatura, e esta relação foi conhecida como lei de Fourier, também chamada de lei da condução térmica.

Utilizando uma barra metálica Fourier observou que a temperatura varia linearmente por toda a barram e que o fluxo de calor que atravessa a barra é proporcional à sua área de seção transversal e a diferença de temperatura $\Delta T = T_f - T_i$, e inversamente proporcional ao seu comprimento L [37]. Matematicamente a lei de Fourier pode ser dada por:

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L} \quad (4.10)$$

onde k é a constante de condutividade térmica depende do material.

Inicialmente é importante definir alguns conceitos no estudo da Termologia, como por exemplo a temperatura, que é um parâmetro diretamente relacionado a energia interna das moléculas de um sistema [43], tendo como unidade kelvin (K), no SI. O calor é a energia térmica em trânsito, que flui espontaneamente de um corpo com maior temperatura para um de menor temperatura, de unidade joule (J) no SI. Quando o fluxo de calor é zero o sistema é encontrado no equilíbrio térmico.

A figura 4.5 é uma representação do processo de transferência de calor entre dois corpos A e B, com temperaturas T_A e T_B , respectivamente, até o equilíbrio térmico, onde é mostrado dois corpos isolados termicamente com temperaturas diferentes, com

$T_A > T_B$. Quando postos em contato ocorre a transferência de calor no sentido de A para B. Neste processo, a temperatura de A tende a diminuir em quanto a de B tende a aumentar até o equilíbrio térmico, onde o fluxo de calor é cessado.

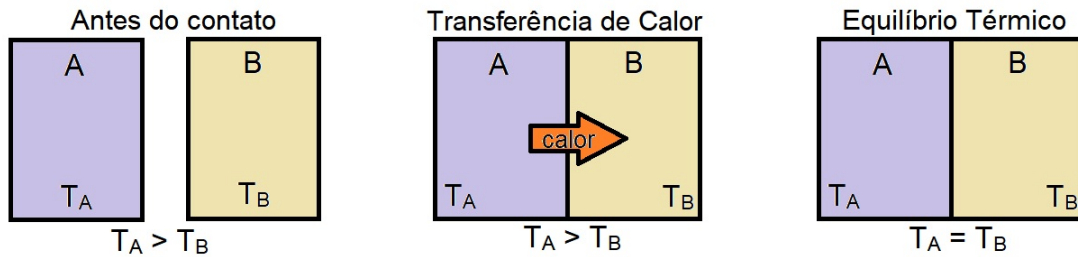


Figura 4.5: Transferência de calor entre corpos A e B até o equilíbrio térmico.

Considerando um corpo, inicialmente a uma temperatura T_0 , que é colocado em um ambiente com temperatura T_A , sabendo que $T_0 > T_A$, é permitido a troca de calor com o ambiente em questão. Newton propôs que a taxa de diminuição da temperatura de um corpo é proporcional à diferença entre a temperatura momentânea do mesmo e o banho térmico ao qual está imerso, como mostra a Equação 4.11, que é conhecida como a Lei de Resfriamento de Newton, assim [4],

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_A) \quad (4.11)$$

onde k é uma constante de proporcionalidade, sendo característica de cada corpo em questão, de unidade no SI (Sistema Internacional) dado por s^{-1} (1/segundo). A solução da Equação 4.11 é dada por:

$$T(t) = mT_A + (T_0 - T_A) \exp(-kt) \quad (4.12)$$

onde $T(t)$ é a medida da temperatura do corpo em no tempo t , inicialmente a T_0 num ambiente com temperatura T_A , esta equação é válida para variação de temperatura dentro de certos limites. O coeficiente de transferência de calor é frequentemente relativo a temperatura de resfriamento por condução mas, se torna função da temperatura quando a transferência de calor é por convecção, neste caso a Lei de Newton aproxima os resultados.

De uso da Equação 4.12, a figura 4.6 mostra graficamente o comportamento térmico de um corpo T ao longo do tempo t que perde calor para o banho térmico a uma

temperatura T_A . O decaimento é do tipo exponencial à medida que o tempo passa. O equilíbrio térmico é dado quando $T(t) \equiv T_A$.

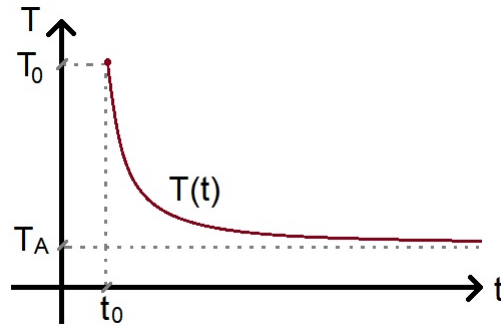


Figura 4.6: Ilustração da temperatura de um corpo T em função do tempo t , quando imerso em um banho térmico a T_A .

É através da lei de resfriamento de Newton que foi possível mensurar a temperatura de um corpo em qualquer momento, dependente somente das temperaturas inicial do corpo e a do banho térmico, uma vez conhecido o valor da constante de proporcionalidade k .

Capítulo 5

METODOLOGIA E EXPERIMENTAÇÃO

Neste capítulo o leitor irá acompanhar os procedimentos metodológicos durante a aplicação dos experimentos com os alunos. É importante a leitura do Apêndice A antes deste capítulo, pois este mostra cada guia experimental usado nas atividades.

Os robôs LEGO[®] são uma ferramenta pedagógica poderosa que podem ser usadas para experimentação de física, pois com as peças do kit podem ser feitas várias atividades e experimentos diferentes, haja vista que, são peças de encaixe que monta e desmonta. Isto permite com um único equipamento a realização de várias atividades experimentais.

Os experimentos propostos tem como público alvo o professor, para que o mesmo utilize essa ferramenta pedagógica em experimentos simples, práticos e que abordem os conteúdos de forma dinâmica. Uma dificuldade que existe ao trabalhar com o recurso tecnológico da robótica é encontrar robôs que o tempo de montagem e sua utilização seja compatível ao horário de aula do professor. Assim sendo, um diferencial de nossa sequência proposta é que o tempo de montagem é bem inferior a alguns experimentos propostos por empresas utilizam o LEGO para este fim, estes apresentam o tempo de montagem e de realização superior até a carga horária semanal de Física.

Cada experimento proposto apresenta programação rápida e simples, pois o robô LEGO[®] estará sendo usado como recurso didático para a disciplina de Física e não

para ensinar programação, o importante é que o aluno veja e manipule o experimento para fortalecer conceitos e exercitar seus saberes dos conteúdos.

Os experimentos foram aplicados com alunos do Ensino Médio, a faixa etária dos estudantes eram de 15 a 17 anos que cursavam a 1º e a 2º série. Na escola que foi realizado as atividades os alunos possuem 06 aulas diárias de 45 minutos. Na 1º série os discentes possuem 02 aulas de Física por semana e 03 aulas de robótica, ministrada pelo professor de Física, para o ensino e uso da robótica. Na 2º série os discentes possuem 02 aulas de Física e 02 de robótica por semana.

Antes de iniciar este tópico se faz necessário ler o guia experimental da Lei do Resfriamento de Newton no Apêndice B.

5.1 Aplicação dos Experimentos

A atividade experimental da Lei do Resfriamento de Newton tem como objetivo expor a Lei de Newton do resfriamento dos corpos, pois esta não é abordada a nível de ensino médio, como também fazer os discentes compreender o fenômeno do resfriamento de um corpo e estabelecer relações com o aquecimento do corpo além de fazê-los levantarem hipóteses e discutirem com os colegas do grupo sobre cada questão. Esta atividade foi aplicada com alunos da 2º série do Ensino Médio, justamente quando os mesmos estavam estudando os assuntos de Termologia na disciplina de Física. A atividade foi desenvolvida no laboratório de informática para que os alunos pudessem utilizar os robôs e computadores em um ambiente mais adequado. Para realização do experimento foi utilizado 03 aulas com duração de 45 minutos cada. A turma constava com 34 (trinta e quatro) alunos, estes foram divididos em grupos de cinco e seis componentes.

Os exercícios do guia experimental da lei do resfriamento tem por objetivo fazer os alunos estabelecerem relações do gráfico característicos do resfriamento do corpo com o o de aquecimento. Esta atividade experimental fortalece as Competências I e II dos Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação no Ensino Médio (PCN+) de Física, além de fazê-los comparar o gráfico de seus próprios experimentos e interpretá-los. Com esta atividade ainda é possível fazer com que os alunos utilizem seus conceitos físicos da termologia na compreensão de um fenômeno relacionando o resfriamento do corpo com

os coeficientes de dilatação dos mesmos.

A atividade experimental do Movimento Retilíneo Uniforme tem como objetivo auxiliar nas competências e habilidades do assunto homônimo de Física no estudo da cinemática, sendo estas:

- reconhecer o movimento uniforme e identificar as grandezas envolvidas;
- ler, construir e analisar gráficos de movimento uniforme;
- especificar as unidades de medida das grandezas.

Esta atividade experimental foi utilizada em três turmas de 1º série, totalizando 78 (setenta e oito) alunos que formaram 05 grupos de 05 a 06 componentes para realizar o experimento. Foi utilizado 03 horas aulas para montagem e execução da atividade.

Neste experimento os alunos devem efetuar a montagem de seus robôs, fazer a devida programação, que consiste em um único bloco e passá-la para o robô. Em seguida marcar a posição inicial onde o robô irá iniciar o seu deslocamento e executar a programação. Decorrido o tempo de programação, eles devem marcar a posição final do robô, repetir o procedimento para se obter uma velocidade média com mais precisão. Com os dados obtidos os alunos devem escrever a função horária da posição do seu robô e, utilizando sua própria função horária efetuar uma programação em um novo tempo e analisar se a sua função serve para se obter a nova posição do robô.

Após algumas medidas os alunos devem construir seus próprios gráficos da posição em função do tempo como também da velocidade em função do tempo. Após a construção dos gráficos estes devem interpretar as informações físicas que estes fornecem.

O guia experimental do Pêndulo Simples auxilia o aluno desenvolver a habilidade de empregar os princípios da ondulatória na compreensão de processos e sistemas físicos contemplando também a Competência I e II do PCN+. Esta atividade também foi aplicada com os alunos da 1º série, da mesma forma que a anterior, a atividade foi feita com três turmas, totalizando 78 (setenta e oito) alunos. Cada turma foi dividida em cinco grupos de cinco a seis componentes. Neste experimento foi utilizado 02 aulas, os alunos utilizaram aproximadamente 30 minutos para montagem do robô e uma hora para responderem o guia experimental.

A atividade tem como objetivo calcular a aceleração da gravidade local utilizando o pêndulo simples. Os alunos devem construir o experimento com seu kit LEGO. Com a estrutura pronta e o sensor devidamente conectado os discentes devem abrir o programa mindstorms e criar um experimento no software, conforme mostrado no guia, e iniciar a o experimento.

Finalizado as medições os alunos devem coletar os dados fornecidos para utilizá-los na equação do período para determinar a aceleração da gravidade. Após calcularem os mesmos devem comparar o resultado obtido com o esperado, e caso não seja satisfatório, devem levantar hipóteses sobre o experimento que contribuído para o resultado obtido.

A atividade experimental do Movimento Circular Uniforme possibilita que os alunos apliquem o modelo de movimento circular uniforme em situações reais como também possam utilizar o conceitos de velocidade na resolução de problemas, e tem como objetivo central que os alunos compreendam o MCU relacionando com fenômenos do cotidiano.

Da mesma forma que as atividades anteriores, ela foi aplicada com três turmas de 1º série, totalizando 78 alunos. Cada turma foi dividida em 05 grupos de cinco a seis componentes cada. Para realizar o experimento foram utilizados duas aulas onde na primeira foi feito a leitura do experimento com os alunos e montagem do robô e na segunda realizaram todo o experimento.

Para a realização da atividade os alunos fizeram o círculo como solicitado no guia, montaram o equipamento e programaram seus robôs. Nesta atividade os alunos devem realizar medições e transformações de unidades, com a frequência de oscilação os discentes devem calcular o período do movimento, determinar a velocidade angular e identificar quais equações possibilitam determinar a velocidade linear do robô.

Capítulo 6

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

Com a aplicação dos experimentos foi constatado o maior interesse dos alunos nas aulas teóricas, haja vista que, puderam acompanhar uma atividade experimental simples, mas que os colocavam em uma situação de aprendizagem proporcional aos saberes estudados, onde puderam participar, interagir e exercitar os assuntos abordados em sala de aula.

Cada experimento pôde colocar os estudantes em situações de aprendizagem, além de verificar seus conhecimentos, onde estes poderiam estar corretos ou não, fazê-los utilizar seus saberes para resolverem situações-problemas, onde tiveram que pensar em grupo para chegarem as suas próprias conclusões.

A seguir segue os resultados de cada experimento realizado, respectivamente a Lei do Resfriamento de Newton, Movimento Retilíneo Uniforme, Pêndulo simples e do Movimento Circular Uniforme.

6.1 Lei do Resfriamento de Newton

A Lei do Resfriamento de Newton não é um assunto abordado no ensino médio, assim quando foi apresentada a proposta da atividade os alunos ficaram curiosos sobre o assunto, pois conheciam apenas as contribuições de Newton na Mecânica quando estuda-

ram as três Leis de Newton.

Após ver o gráfico teórico do resfriamento de um corpo exposto no roteiro experimental, três grupos responderam na questão 01, que solicitava como seria o gráfico do aquecimento e a relação entre os gráficos, que gráfico do aquecimento seria o oposto ao do resfriamento, os outros três grupos debateram mais a questão, lembram que o aquecimento de um corpo se dá de forma linear e não logarítmica/exponencial.

A segunda questão do experimento, que solicitava a medição do ambiente, da água e do gelo, teve um destaque maior do que o esperado. Os alunos deveriam realizar as três medições, porém a questão serviu também para que os estudantes desconstruíssem algumas concepções erradas, eles perceberam empiricamente que a forma da realização do experimento interfere diretamente na medida, os cuidados que devem tomar em preparar um experimento, como medir a temperatura da sala, e ver que a leitura do termômetro varia nos diferentes locais da sala, eles pensavam que a temperatura marcada na tela do controle do ar-condicionado era justamente a mesma temperatura em toda a sala, e assim perceberam que teriam que medir a temperatura da sala no local onde deixariam o experimento funcionando para não terem imprecisões.

Na terceira questão, que solicitava o desenho do gráfico obtido no experimento, todos os grupos obtiveram o gráfico experimental com o mesmo comportamento do esperado.

É possível ver na figura 6.1 que o experimento do grupo teve um decaimento de acordo com o esperado, onde a temperatura inicial do sistema estava em 60°C e começou a estabilizar em 20°C . O grupo também colocou que havia uma relação direta entre o coeficiente de dilatação volumétrica do aquecimento com o resfriamento.

A quarta questão do experimento, mede as habilidades de relacionar, os alunos foram colocados em uma situações onde deveriam dizer se havia ou não uma relação com o coeficiente de dilatação volumétrico dos corpos com o do resfriamento. Todos os grupos colocaram que haviam uma relação entre eles, onde dos seis grupos, três colocaram que eles eram diretamente proporcionais, dois disseram apenas que existiam uma relação entre eles, e um grupo colocou que eles eram inversamente proporcionais.

Na figura 6.2 mostra que o grupo II também começou as medidas na temperatura de 60°C e que o sistema começou a entrar em equilíbrio a 18°C .

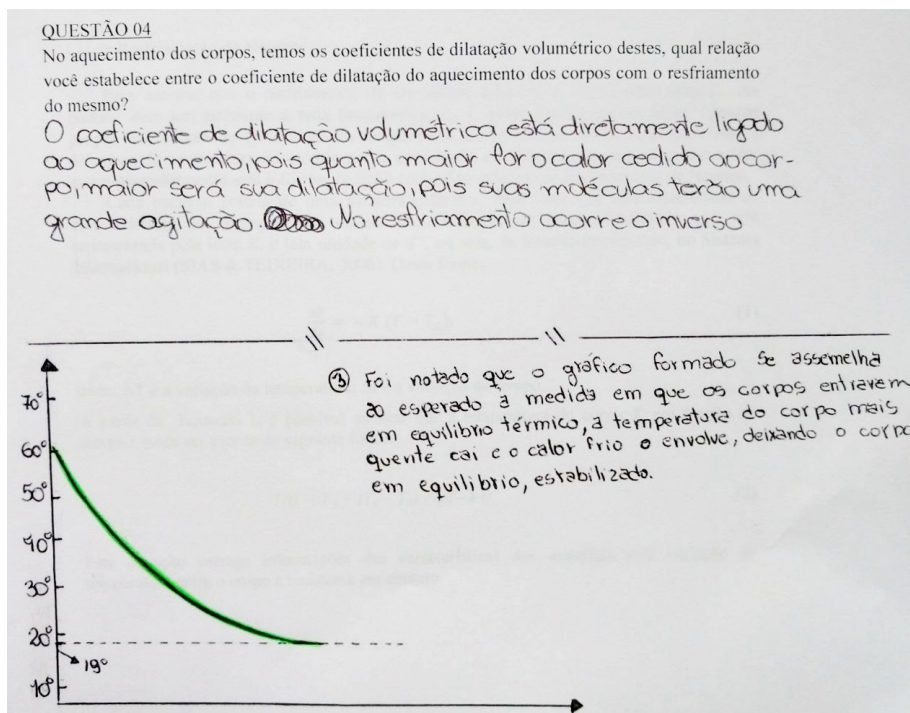


Figura 6.1: Respostas das questões 3 e 4 do experimento da Lei do Resfriamento de Newton do grupo I.

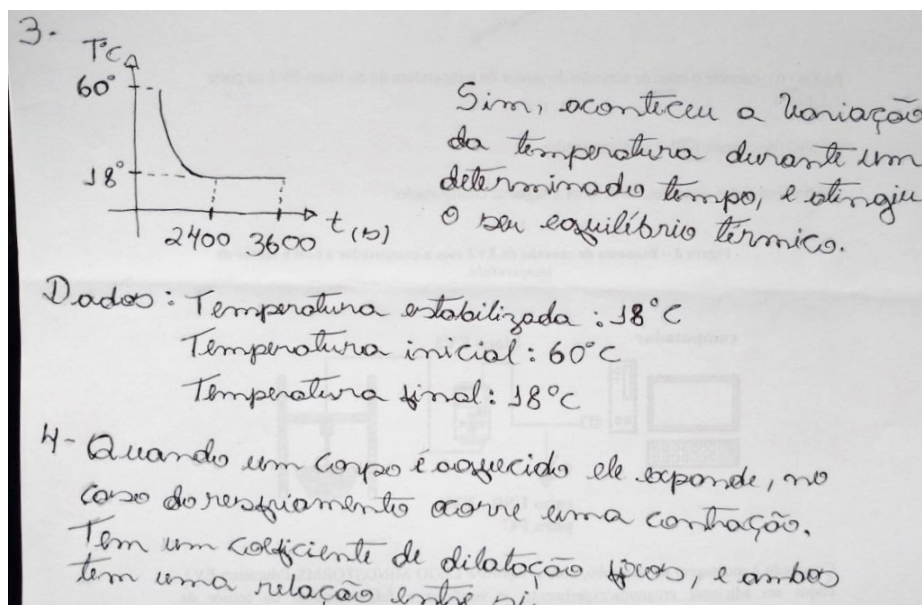


Figura 6.2: Respostas das questões 3 e 4 do experimento da Lei do Resfriamento de Newton do grupo II.

Já na resolução da questão 04, eles informaram que havia uma relação mas sem definir se era direta ou inversamente proporcional.

6.1.1 Sobre a aplicação do experimento

Foi observado com aplicação deste experimento que, quando colocados em uma situação-problema diferente das teóricas de sala de aula, alguns alunos não tinham o real domínio de certos fenômenos físicos, e que mesmo ao terem estudado os aquecimentos de corpos anteriormente, alguns agiram por impulso e colocaram que o aquecimento de um corpo ocorre de forma inversa ao resfriamento.

Apresentar a Lei do Resfriamento de Newton de forma empírica como um saber extra, deixou os alunos curiosos e entusiasmados para conhecerem e manipularem os experimentos pois para eles era algo completamente novo e um fenômeno do dia a dia.

Após os experimentos alguns alunos pesquisaram por conta própria esta Lei de Newton e fizeram leituras complementares sem que tivesse sido pedido pelo professor. Assim foi percebido que os alunos se motivaram a aprender e buscar novos conhecimentos.

Com a retomada do experimento pelo professor em sala discutindo cada questão foi notado o interesse e a participação dos alunos em compreender o assunto e discutir em sala de aula, sem contar que os alunos estavam mais motivados nas aulas de Termologia.

6.2 Movimento Retilíneo Uniforme

A atividade foi de grande utilidade para os alunos revisarem os assuntos estudados, os que tiveram dificuldades no MRU puderam aprender de uma forma diferente, haja vista que, estavam em uma atividade experimental, onde os mesmos interagiram diretamente com os equipamentos.

Os estudantes puderam construir tanto o gráfico do deslocamento quanto o da velocidade em função do tempo de seu próprio experimento e estas atividades fizeram os estudantes identificar bem melhor o comportamento gráfico de um móvel.

Como o primeiro passo do experimento foi montar o robô que demora aproximadamente 30 minutos, os passos de 02 a 06 foram de medições logo foi algo rápido, no passo 07 os alunos responderam sem dificuldade. Com os passos 08 e 09, eles puderam montar a equação horária do movimento de seus próprios robôs e ao compararem com o resultado do passo 10 ficaram animados pois os valores foram bem próximos.

Na obtenção dos dados e nas montagens dos gráficos correspondentes aos passos de 11 e 12, os alunos não apresentaram nenhuma dificuldade. O passo 14, o de conclusão dos comportamentos gráficos, eles viram empiricamente a diferença de um gráfico de uma linear crescente e o de uma grandeza constante. Como a atividade era em grupo, justamente para que os estudantes ficassem na ZDP com os colegas de classe, foi observado que alguns alunos tinham dificuldades em diferenciar um gráfico de uma função constante, algo que se não fosse a atividade experimental desenvolvida provavelmente estes estudantes ficariam mais algum tempo sem saber.

A figura 6.3 mostra a resolução do Passo 06 ao 10 de um dos grupos da 1ª série, com os valores teóricos e experimentais os estudantes chegaram a conclusão que os valores coincidiam, ou seja, que seus medidas e cálculos estavam corretos.

Na figura 6.3 é possível os gráficos que outro grupos fez da posição e da velocidade em função do tempo e suas conclusões no Passo 14.

É possível ver nesta figura, que os estudantes construíram seus próprios gráficos e que chegaram as conclusões corretas, ou seja, eles não leram no livro como seria o resultado, eles mesmos chegaram a conclusão correta.

6.2.1 Sobre a aplicação do experimento

Durante a aplicação da atividade foi constatado que alguns alunos ainda apresentavam dificuldades em montar a equação horária da posição do móvel, onde estes foram mediados pelo professor e principalmente pelos demais colegas do grupo.

Após a aplicação do experimento, foi percebido que os estudantes aprenderam a usar com mais facilidade a equação horária do espaço, eles conseguiam identificar mais rapidamente cada variável, assim percebeu-se que o experimento simples foi eficaz.

Esta atividade foi aplicada no fim do ano escolar, e logo serviu como revisão dos assuntos estudados no primeiro bimestre do ano. Como a atividade realmente surtiu efeito, ele será utilizada em anos seguintes quando o aluno estiver vendo o assunto, como realmente deve ser, uma atividade experimental do assunto, para que o aluno veja a teoria e a prática.

Passo 06: repita o passo 03,04 e 05 mais duas vezes e preencha a tabela abaixo,

	1° medida (em metros)	2° medida (em metros)	3° medida (em metros)
Posição inicial:	0	0	0
Posição final:	0,95	0,89	0,915
Distância percorrida:	0,95	0,89	0,915
Velocidade (em um tempo de 3 s)	0,31	0,29	0,30

Tabela 01

Passo 07: com os resultados obtidos em sua tabela, determine a média das velocidades,
 $V_m = 0,305$ m/s

Passo 08: usando a equação horária do espaço do MRU, escreva a função horária do espaço do seu robô.
 $S = S_0 + v \cdot t \rightarrow S = 0 + 0,305 \cdot t$

Passo 09: com sua função horária do passo anterior, determine a posição do seu robô em um tempo de 5s.
 $S = 0 + 0,305 \cdot 5$
 $S = 1,525$

Passo 10: em sua programação, mude o tempo do bloco mover para 5 segundos e execute sua programação. Meça a distância percorrida pelo seu robô. O valor obtido é compatível com o calculado? Justifique sua resposta.
Podemos observar que o nosso valor teórico está condizente com o valor experimental.
A distância percorrida pelo robô foi de 1,52m

Figura 6.3: Respostas das questões de 06 a 10 do experimento de MRU do grupo III.

6.3 Pêndulo Simples

Os estudantes tiveram facilidade em realizar os experimento pois já haviam visto os conceitos tanto no assunto de movimento circular quanto de movimento periódico nos bimestres, então a atividade foi bem objetiva.

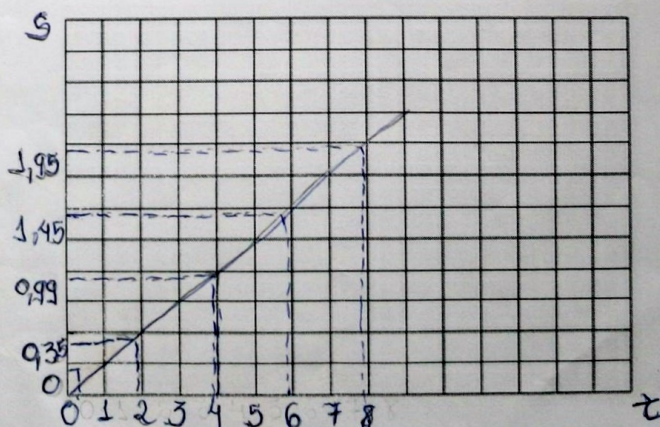
Na parte de programação as imagens fornecidas foram suficientes para que os discentes não tivessem dúvidas ao operar a programação, porém na parte da análise gráfica para determinar o período de oscilação foi preciso a mediação do professor, para que os alunos pudessem interpretar o gráfico fornecido pelo programa, após extraírem o

Passo 11: Realize três medições do espaço percorrido pelo seu robô em um tempo de: $t_1 = 2s$, $t_2 = 4s$, $t_3 = 6s$, $t_4 = 8s$, e preencha a tabela abaixo:

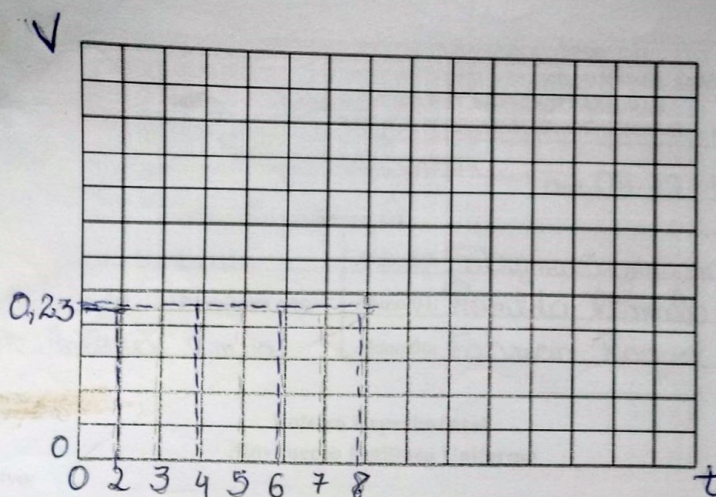
	Distância percorrida (em metros):
$t_0 = 0s$	0 m
$t_1 = 2s$	0,35 m
$t_2 = 4s$	0,99 m
$t_3 = 6s$	1,45 m
$t_4 = 8s$	1,95 m

Tabela 02

Passo 12: Com os dados da Tabela 02, esboce um gráfico da posição em função do tempo.



Passo 13: com o valor obtido de sua velocidade média no Passo 07, esboce o gráfico da velocidade em função do tempo com os mesmos valores de tempo do Passo 11.



Passo 14: quais conclusões você obtém do seu gráfico do Passo 12? e do Passo 13?

Podemos concluir que no passo 12, quanto maior o tempo maior a distância, e no passo 13 o tempo muda mas a velocidade é constante.

Figura 6.4: Respostas das questões de 11 a 14 do experimento de MRU do grupo IV.

período desejado, os alunos usaram as devidas equações e mediram o valor da aceleração da gravidade com resultados satisfatórios.

Alguns grupos obtiveram valores da aceleração da gravidade com $8,8 \text{ m/s}^2$, grupos que obtiveram $9,1 \text{ m/s}^2$ outros com $9,2 \text{ m/s}^2$, onde também houve grupos que tiveram maiores cuidados e precisões na hora de medir os comprimentos e ângulos, obtendo valores bem próximos do esperado como $9,67 \text{ m/s}^2$ e outros com $10,07 \text{ m/s}^2$.

É possível observar nas figuras 6.5 que em um dos grupos, os alunos utilizaram da equação do período, fizeram os devidos cálculos e substituições e obtiveram um resultado bem satisfatório para o experimento simples, onde obtiveram aproximadamente $10,07 \text{ m/s}^2$.

Outro grupo também obteve um valor bem condizente com o esperado como é possível ver na figura 6.6, nestes os alunos chegaram ao resultado aproximado de $9,67 \text{ m/s}^2$.

6.3.1 Sobre a aplicação do experimento

Da mesma forma que o outro experimento da 1ª série, esta atividade foi aplicada do no fim do ano, onde os alunos já haviam visto os assuntos logo, com uma simples leitura os alunos revisaram o assunto e realizaram o experimento.

Os estudantes têm o primeiro contato com frequência e período dentro do assunto de movimento circular, que é um assunto com muitas fórmulas e equações para eles assimilarem, com este experimento foi possível trabalhar separadamente os conceitos e aplicações de frequência e período, além deles poderem medir a aceleração da gravidade.

Este simples aparato e o recurso robótico que a escola já possui foi suficiente para que os alunos tivessem uma atividade lúdica, interativa, e tecnológica simultaneamente com os conceitos físicos estudados.

6.4 Movimento Circular Uniforme

Este experimento também foi realizado com os estudantes da 1ª série no fim do ano escolar, assim os estudantes já haviam estudados este assunto, mas com uma leitura

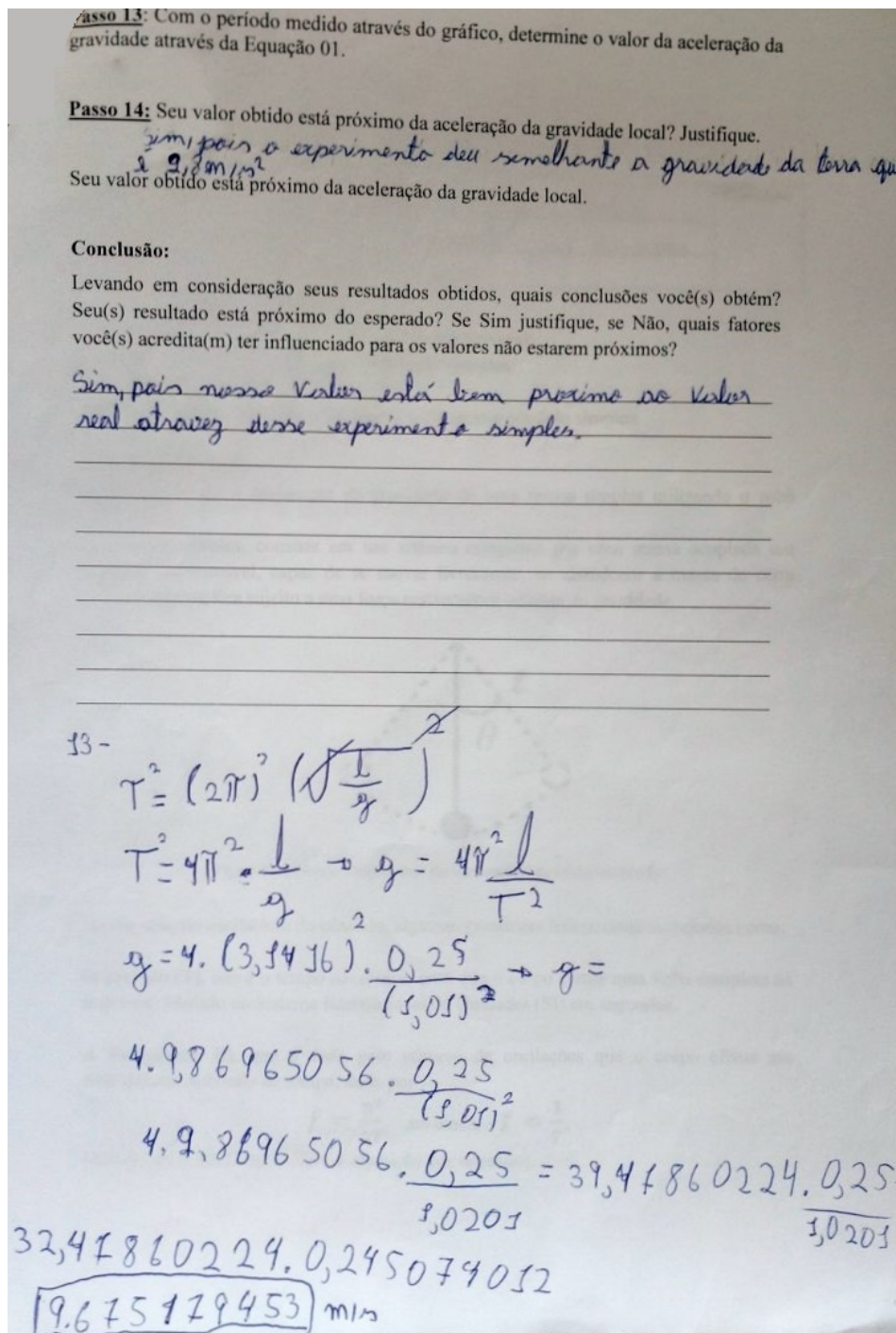


Figura 6.6: Respostas das questões 13 e 14 do experimento de pêndulo simples do grupo VI.

angular e linear do robô na trajetória circular.

Nesta atividade a montagem e execução do experimento deve ser feito com cuidado, pois o robô pode oscilar na quando percorrer a trajetória e isto logicamente afetará os resultados esperados.

Nas questões 01 a 05 os alunos não tiveram dificuldades pois seguiram o passo

a passo do guia experimental e sabiam utilizar as equações matemáticas. Na questão 06 que era pra eles compararem os valores calculados com os obtidos é que os grupos tiveram mais variâncias nos resultados.

Dos 14 (quatorze) grupos que realizaram este experimento, 01 teve um resultado igual ao esperado, 02 tiveram valores que altamente próximos, 05 obtiveram valores próximos ao esperado onde foi colocado a força de atrito como contribuinte para a não exatidão dos valores, mostrando assim que já dominavam certos conceitos físicos e os relacionavam em situações do cotidiano, 05 grupos obtiveram valores satisfatórios e apenas 01 grupo que obteve um valor um pouco distante do esperado.

Através da figura 6.7 é possível observar um dos grupos que realizaram as devidas medições e cálculos e obtiveram o valor teórico bem próximo do medido.

6.4.1 Sobre a aplicação do experimento

Com esta atividade de movimento circular, os alunos viram na prática um sentido mais próximo do real de estudar o assunto, pois puderam experienciar o conteúdo e interagir com o mesmo.

Os discentes conseguiram utilizar melhor as fórmulas matemáticas as distinguindo com mais facilidade, a utilização deste experimento com o do pêndulo simples, proporciona ao alunos duas situações distintas utilizando os mesmos praticamente os mesmo conceitos físicos, proporcionando duas novas possibilidades de aprender e relacionar os saberes em situações científicas como também cotidianas.

QUESTÃO 04

Determine a velocidade angular do seu robô.

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

$$\omega = 2 \cdot 3,1416 \cdot 0,0625$$

$$\omega = 0,3927 \text{ Rad/s}$$

QUESTÃO 05

Determine a velocidade linear do seu robô em torno da pista.

$$v = 2\pi \cdot R \cdot f$$

$$v = 2 \cdot 3,1416 \cdot 0,3 \cdot 0,0625$$

$$v = 0,35785 \text{ m/s}$$

QUESTÃO 06

Qual o espaço linear percorrido em um intervalo de tempo de 5s? Verifique experimentalmente se seu robô percorre essa distância neste intervalo de tempo. Seu valor calculado confere com o experimental? Justifique

Calculo: $\Delta s = v \cdot t$ Experimento: 0,58 m
 $\Delta s = 0,35785 \cdot 5$
 $\Delta s = 0,58905 \text{ m}$

Sim, o valor deu exatamente ~~o~~ o valor do cálculo, pois a física busca compreender o que acontecerá no futuro.

Figura 6.7: Respostas das questões 04, 05 e 06 do experimento do MCU do grupo VII.

Capítulo 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta dissertação foi ressaltada a importância de tecnologias educacionais no ambiente escolar e das TICs voltadas ao Ensino de Física. Como também foi proposto guias experimentais de física utilizando a robótica LEGO® EV3 para auxiliar o professor de Física do Ensino Médio e Fundamental. Inspirada no Ensino de Física e nas teorias sócio-interacionistas de Vygostky.

Com quatro guias experimentais de diferentes assuntos da Física do Ensino Médio e do Fundamental é possível o professor utilizá-los no decorrer de suas aulas de forma lúdica e educativa, na finalidade de fortalecer os assuntos conceituais e teóricos vistos em sala de aula.

O que orientou o desenvolvimento deste trabalho foi a necessidade de atividades experimentais de física onde o professor possa utilizar a robótica LEGO® construindo protótipos rápidos onde o foco principal fosse o ensino de física de assuntos específicos, pois as atividades experimentais existentes utilizando esta ferramenta são atividades onde se utiliza muito tempo com a montagem dos robôs e pouco tempo sobra discutir fisicamente os fenômenos da atividade durante a aula. Na finalidade de tornar as montagens mais rápidas onde o foco principal seja a fixação, experimentação e desenvolvimento das habilidades e competências dos assuntos teóricos de sala de aula foi idealizado e concretizado este trabalho.

Com a utilização da robótica e das teorias de Piaget, Parpet e Vygostky na aprendizagem, os discentes na ZDP construíram robôs e puderam fortalecer e aprofundar

os conhecimentos nos assuntos de Mecânica e Termologia no Ensino Médio, com atividades de MRU, MCU, Pêndulo Simples e a Lei do Resfriamento de Newton.

Com os resultados obtidos da aplicação do produto educacional foi percebido que os alunos de forma divertida e trabalhando em grupo exercitaram como também aprenderam os assuntos dos experimentos. Onde foi detectado que alguns alunos ainda apresentavam dúvidas básicas sobre os assuntos e conceitos errôneos que foram sanados utilizando os experimentos, tanto pelo professor quanto pelos colegas de sala que estavam em seus grupos. Onde estes submetidos a uma situação problema puderam ser agentes ativos na resolução e perceberam se realmente dominavam os assuntos ou se possuíam dúvidas.

Com a aplicação de cada experimento os alunos puderam ter uma metodologia diferente de aprendizagem, tanto de confeccionarem seus próprios experimentos utilizando a robótica com peças de encaixe, quanto lendo e comentando cada parte do roteiro. Onde eles puderam discutir cada questão, os fenômenos físicos de cada situação, fazer medidas e cálculo até chegarem em um consenso.

Foi percebido que os alunos ficaram mais interessados e curiosos nos assuntos de cada experimento. Com a Lei do Resfriamento de Newton os alunos puderam analisar o gráfico de um sistema experimental que eles mesmos construíram, relacionar os fenômeno de aquecimento com o resfriamento dos corpos. Com os experimentos de MRU e de MCU os alunos exercitaram as transformações nas unidades de medidas, e exercitar empiricamente os conteúdos teóricos da sala de aula, esboçar os próprios gráficos e concluir fisicamente aquilo que estava no gráfico. O experimento do pêndulo simples, despertou o interesse nos alunos, pois eles calcularam o valor da aceleração da gravidade através de seus protótipos e chegaram em resultados próximos aos de seus livros didáticos, além de os fazer compreender melhor as relações de proporcionalidade do período, gravidade, comprimento e as relações entre essas grandezas.

Por fim a aplicação do produto educacional como idealizado atingiu seus objetivos, pois utilizou a robótica educacional no auxílio do ensino de Física, trazendo experimentações onde o foco principal foram os fenômenos físicos abordados e não a confecção e a programação dos robôs e os alunos puderam exercitar e fortificar as habilidades e competências respectivas a cada assunto dos experimentos.

Referências Bibliográficas

- [1] Evolution of the lego logo. Disponível em: <http://www.logodesignlove.com/lego-logo>. Acesso em: 21 de Julho, 2017.
- [2] T. M. S. Araújo. Práticas de ensino de matemática com a utilização da robótica educacional. 2016.
- [3] G. Bachelard. A formação do espírito científico. *Rio de janeiro: Contraponto*, page 7, 1996.
- [4] U. Besson. The history of the cooling law: When the search for simplicity can be an obstacle. *Science & Education*, 21(8):1085–1110, 2012.
- [5] A. G. Bezerra Jr., L. P. Oliveira, J. A. Lenz, and N. Saavedra. Videoanálise com o software livre tracker no laboratório didático de física: movimento parabólico e segunda lei de newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29:469–490, 2012.
- [6] M. Borba. Calculadoras gráficas no brasil. *Rio de Janeiro: Art Bureau*, 1999.
- [7] M. d. E. S. d. E. M. e. T. Brasil. Pcn+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais-ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, 2002.
- [8] B. Campos, S. Fernandes, A. Ragni, and N. Souza. Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 34(1):1402, 2012.
- [9] M. Carretero. *Construtivismo e educação*. Artemed, 2002.
- [10] P. G. Cysneiros. Papert, seymour. a máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. *Revista entreideias: educação, cultura e sociedade*, 12(12), 2008.

- [11] J. V. V. D'Abreu and M. Garcia. Robótica pedagógica e currículo. In *WORKSHOP DE*, 2010.
- [12] J. V. V. D'Abreu, J. J. Ramos, L. G. Mirisola, and b. v. y. Bernardi, N. Robótica educativa/pedagógica na era digital.
- [13] J. R. T. de Lima and H. S. Ferreira. Uma revisão das produções científicas nacionais sobre o uso da robótica no ensino da física. 2015.
- [14] M. d. R. Enem. Ministério da educação instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais anísio teixeira. 2007.
- [15] C. A. N. Fagundes, E. M. Pompermayer, M. V. de Azevedo B., and R. F. Jardim. Aprendendo matemática com robótica. *RENOTE*, 3(2), 2005.
- [16] G. Feitosa. Projeto de educação e tecnologia: Manual didático pedagógico lego. *Curitiba: Zoom Editora Education*, pages 1–120, 2003.
- [17] A. Gaspar. *Compreendendo a Física*, volume 1 - Mecânica. Editora Ática, 2016.
- [18] C. G. Gomes, F. O. Silva, J. C. Botelho, and A. R. Souza. A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de matemática no ensino fundamental. *Ensino de Ciências e Matemática IV-Temas e Investigações. São Paulo: Editora UNESP Cultura Acadêmica. Disponível em <http://books.scielo.org/id/bpkng/pdf/pirola-9788579830815-11.pdf> [GS Search]*, 2010.
- [19] L. A. Heidemann, I. S. Araujo, and E. A. Veit. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: uma alternativa para a resignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. *Revista brasileira de ensino de física. São Paulo. Vol. 38, n. 1 (jan./mar. 2016), 1504, 15 p.*, 2016.
- [20] K. D. Maliuk. Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática. 2009.
- [21] C. A. Martinazzo, D. S. Trentin, D. Ferrari, and M. M. Piaia. Arduíno: uma tecnologia no ensino de física.
- [22] L. P. L. Mercado. *Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática*. UFAL, 2002.

- [23] G. L. Miranda et al. Limites e possibilidades das tic na educação. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 3:41–50, 2007.
- [24] L. D. Murphy. Graphing misinterpretations and microcomputer-based laboratory instruction, with emphasis on kinematics. *Online:* <http://www.mste.uiuc.edu/murphy/Papers/GraphInterpPaper.html>, 1999.
- [25] M. N. Nonato, T. A. F. Pimenta, and F. J. Pereira. Geração z: Os desafios da mídia tradicional. In *Congresso de Ciências da Comunicação na Região Nordeste*, volume 14, 2012.
- [26] S. Nunes and R. P. dos Santos. O construcionismo de papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxionomia de bloom. 2013.
- [27] I. Paiva S. and M. Mahfoud. Interação e construção: o sujeito e o conhecimento no construtivismo de piaget. *Ciências & Cognição*, 12, 2007.
- [28] S. M. Papert. Logo: Computadores e educação. São Paulo, Editora Brasiliense, 1985. Tradução e prefácio de José A. Valente, da Unicamp, SP.
- [29] J. Piaget. o nascimento da inteligência na criança. *mental*, 258:259, 1986.
- [30] J. Piaget and F. F. Buey. *Psicología y pedagogía*. Ariel Barcelona, 1972.
- [31] J. Piaget and M. Merlone. *A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento*. Zahar, 1976.
- [32] C. R. Ribeiro, C. P. Coutinho, and M. F. Costa. A robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no ensino básico. In *6ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI 2011)*, pages 440–445. Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (AISTI), 2011.
- [33] L. D. Ribeiro et al. Lei de diretrizes e bases da educação.
- [34] T. N. Santos, E. Pozzebon, and L. B. Frigo. A utilização de robótica nas disciplinas da educação básica. *Revista Técnico Científica do IFSC*, 1(5):616, 2013.
- [35] D. B. Sias and R. M. R. Teixeira. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de física no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(3):361–382, 2006.

- [36] A. F. Silva, A. Silva, L. M. G. Gonçalves, A. M. G. Guerreiro, and D. Barrios-Aranibar. Utilização da teoria de vygotsky em robótica educativa, em ‘. In *Caracas-Venezuela. Congreso Iberoamericano de Informatica Educativa RIBIE 2008*, 2008.
- [37] D. C. M. d. SILVA. ”lei de fourier”; brasil escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lei-fourier.htm>. Acessado em 19/11/18 as 23:45, 2018.
- [38] M. A. S. Trentin, C. W. Rosa, A. B. da Rosa, and A. C. Teixeira. Robótica educativa livre no ensino de física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 8(3), 2015.
- [39] K. C. A. Uchôa. Construtivismo em piaget, 2004.
- [40] R. Ullrich. Robótica: uma introdução. *Rio de Janeiro: Campus*, 1987.
- [41] L. Vygostky. A formg.-50 social da mente. *Martises fontes, S50 Paulo*, 1984.
- [42] J. Walker et al. Fundamentos de física. *São Paulo: LTC*, 2002.
- [43] H. D. Young, R. A. Freedman, and A. L. Ford. *Sears and Zemansky’s university physics*, volume 1. Pearson education, 2006.
- [44] H. D. Young, R. A. Freedman, and A. L. Ford. *Sears and Zemansky’s university physics*, volume 2. Pearson education, 2006.
- [45] S. R. Zilli et al. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. 2004.

Apêndice A

LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÕES LEGO[®] MINDSTORMS[®] NXT E EV3

A.1 Linguagem de Programação LEGO[®] MINDSTORMS[®] NXT 2.0

A LEGO[®] utiliza nos seus robôs sua própria linguagem de programação, a MINDSTORMS adequada para cada versão de seus robôs. Para o modelo NXT 2.0, a LEGO[®] utiliza o NXT 2.0 Programming. Ao abrir o programa do NXT irá abrir a tela inicial da Figura A.1

Ao clicar em Inicie um novo Programa e o renomeando e clicando no botão IR, irá abrir o ambiente de programação do NXT Programming, como se pode observar na Figura A.2

Na Figura A.2, cada bloco do ambiente de programação está identificado. A programação do MINDSTORMS vem de forma mais simples para os estudantes do que outras linguagens de programação como JAVA, Payton, C++ etc, haja vista que, o programador não precisa escrever a programação, na linguagem MINDSTORMS a programação é feita apenas clicando nos blocos desejados e os arrastar a tela de programação, onde se tem INICIAR na tela.

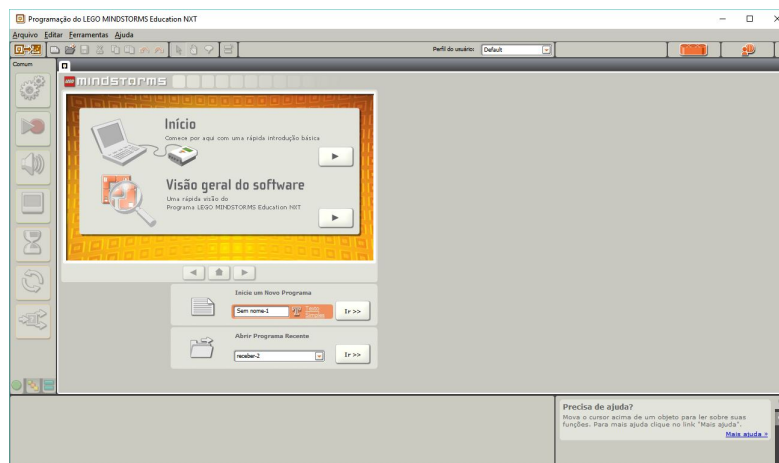


Figura A.1: Tela Inicial do NXT Programming.

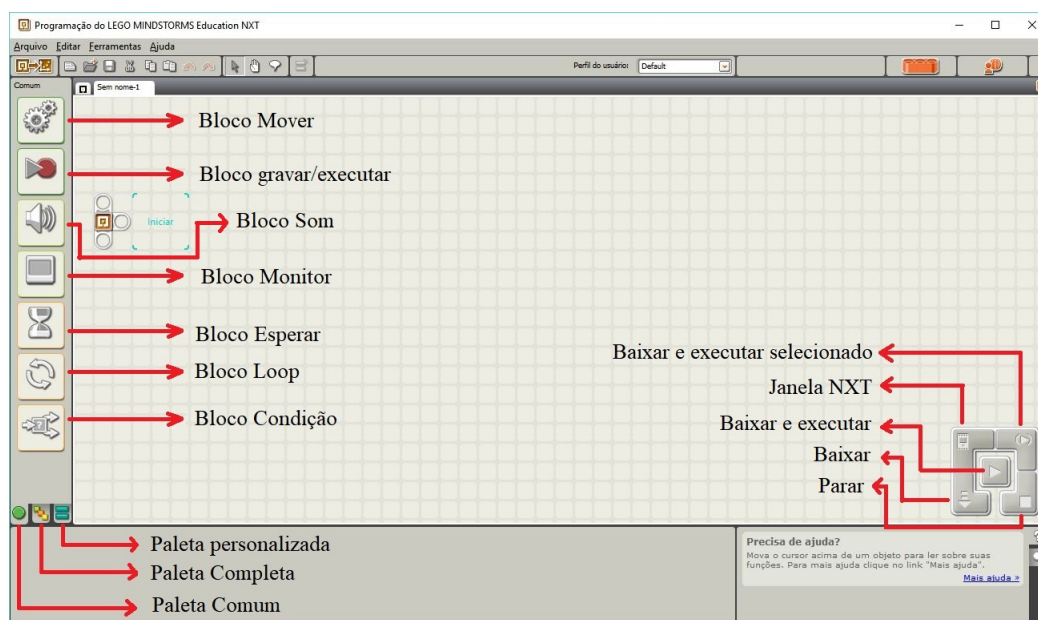








Figura A.2: Ambiente de Programação do NXT Programming.

Para efetuar uma programação o usuário clica e arrasta os blocos um na frente do outro até efetuar sua programação desejada.

Cada Paleta tem seus blocos de programação, iniciando pela mais usual, a Comum, esta consta de sete blocos como podemos ver no Quadro A.1 e no Quadro A.2.

O Quadro A.1 mostra seis blocos da Paleta Comum, o de Mover, Grava/executa, Som, Monitor, Loop e Condição, cada um com sua devida função. O bloco Mover, permite ainda escolher qual motor o programador deseja selecionar, como também dois ou os três motores simultaneamente. Caso se queira cada motor separadamente se faz necessário um bloco para cada comando do respectivo motor.

BLOCOS E FUNÇÕES DA PALETA COMUM	
BLOCOS	FUNÇÃO
Mover 	Responsável por movimentar o(s) motor(es) selecionado(s), onde se pode alterar a força, direção e sentido de rotação do motor.
Grava/Executa 	O robô irá gravar não a programação, mas sim o movimento que seja feito manualmente com o robô, depois de gravado o robô irá executar o que foi gravado manualmente.
Som 	Reproduz sons pré-definidos no programa permitindo controlar o volume.
Monitor 	Mostra imagens pré-definidas no programa, permitindo controlar sua localização. Como também permite mostrar textos e desenhos sendo estes um ponto uma linha ou um círculo.
Loop 	Utilizado quando se deseja que a programação no interior do bloco sempre se repita, a menos que, se interrompa o ciclo com algum comando lógico ou de sensor.
Condição 	Utilizado quando se tem pelo menos duas condições a ser executada pela programação, pode ser por comando lógico de verdadeiro ou falso, ou por sensor caso acionado ou não.







Quadro A.1: Blocos e Funções da Paleta Comum.

O Quadro A.2 mostra os blocos da função Esperar da Paleta Comum, haja vista que, dentro deste bloco a cinco blocos.

Ao clicar em qualquer bloco de uso dos sensores é possível alterar a função do bloco para qualquer outro sensor, incluindo para os de Rotação, Temperatura e Mensagens Bluetooth.

Como mostrado no Quadro A.2, na mesma pode-se observar mais duas Paletas, a Completa e a Personalizada. A Paleta Completa mostrada no Quadro A.3.

A Paleta Completa, corresponde a todos os Blocos usados na Paleta Comum, além de outros Blocos adicionais, tais como comunicação do Bloco NXT com outros blocos NXT via bluetooth, ferramentas de leitura interna dos sensores para calibração, ao invés de recepção de informações como nos sensores, operações lógicas de programação, uso

FUNÇÕES DO BLOCO ESPERAR DA PALETA COMUM	
BLOCO	FUNÇÃO
Esperar 	Utilizado para uso dos sensores de: Tempo, Toque, Luz, Som Distância, Temperatura, Rotação, Mensagem via Bluetooth. Dentro da Função Esperar há cinco blocos respectivamente, Tempo, Toque, Luz, Som Distância, porém clicando em qualquer um destes é possível alterar para qualquer sensor
Esperar Tempo 	O programador pode fazer o robô esperar certa quantidade de tempo em segundos para realizar determinada função.
Esperar Tocar 	Permite três funções para leitura do sensor de toque: Pressionar, Soltar e Pulsar. A primeira, o robô realiza certa função quando o botão do sensor for pressionado. A segunda permite que a programação seja executada quando o botão estiver solto. A terceira permite que a programação seja efetuada apenas quando o botão pressionado e solto.
Esperar Luz 	O sensor de Luz não permite captar uma cor específica, este capta a frequência de luz refletida da superfície desejada, e o valor é colocado na programação é possível captar a frequência de luz refletida de forma manual usando o sensor de luz conectado no bloco NXT.
Esperar Som 	Este sensor capta os ruídos externos para leitura da programação desejada, nesta o programador pode optar por captar ruídos abaixo ou acima de determinada intensidade.
Esperar Distância 	O sensor irá captar a sua distância até um obstáculo para realizar determinada tarefa. Ainda é possível configurar a medida da distância em centímetros ou em polegadas. O programador irá ajustar para uma distância menor ou maior que determinado valor.

Quadro A.2: Funções do Bloco Esperar da Paleta Comum.

de variáveis e constantes para programações mais elaboradas, e as ferramentas de gerar gráficos.

Na terceira Paleta que se tem no NXT Programming é a Personalizada, como mostra a Figura A.4.

Esta Paleta¹ possibilita ao programador a opção de criar seus próprios blocos, para isto o programador deve criar uma sequência de programação normalmente e agrupar todas elas criando assim seu próprio bloco personalizado, isto se faz de grande utilidade haja vista que ao invés do programado sempre repetir determinada sequência

¹Caso o leitor deseje mais informações sobre a Paleta Completa e a Paleta Personalizada é indicada a leitura do manual do LEGO NXT, disponível em: http://mz.pro.br/Engenharia_Processo/04-Manual_MindStorms_Portugues.pdf.

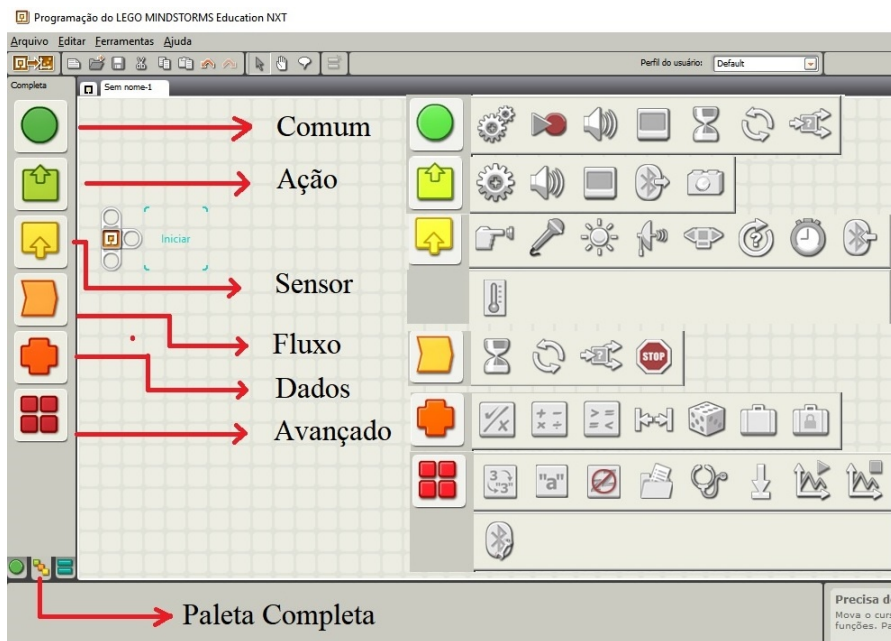


Figura A.3: Paleta Completa com suas ferramentas.

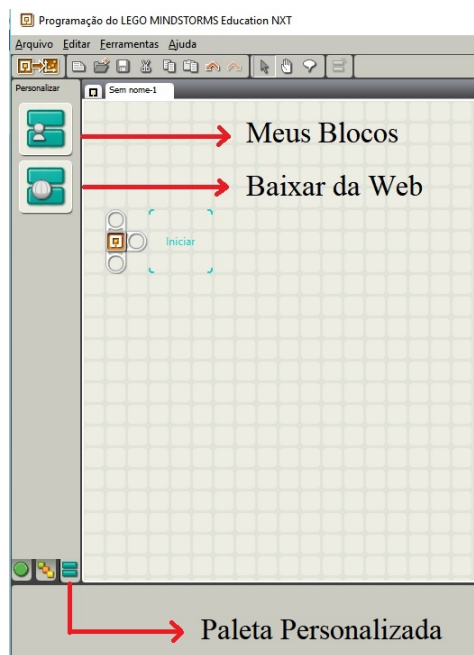


Figura A.4: Paleta Personalizada

de programação, pode utilizar seu próprio bloco personalizado. Ainda é possível também baixar algum bloco personalizado da internet caso deseje.

A.2 Linguagem de programação LEGO MINDSTORMS Education EV3

A interface de programação do EV3 muda um pouco do NXT, mas continua com a mesma metodologia de programação, blocos de encaixe. Novamente para facilitar a linguagem de programação para os alunos de diferentes níveis, seja Fundamental e/ou Médio da Educação Básica, logo o aluno se preocupa mais com a lógica de programação do que com a escrita, principalmente para os alunos de 9 a 15 anos, idade que geralmente os estudantes se encontram no ensino fundamental e têm os primeiros contatos com uma linguagem de programação quando se trata da robótica educacional. A Figura A.5 mostra a tela inicial do LEGO MINDSTORMS Education EV3 versão para Professores.

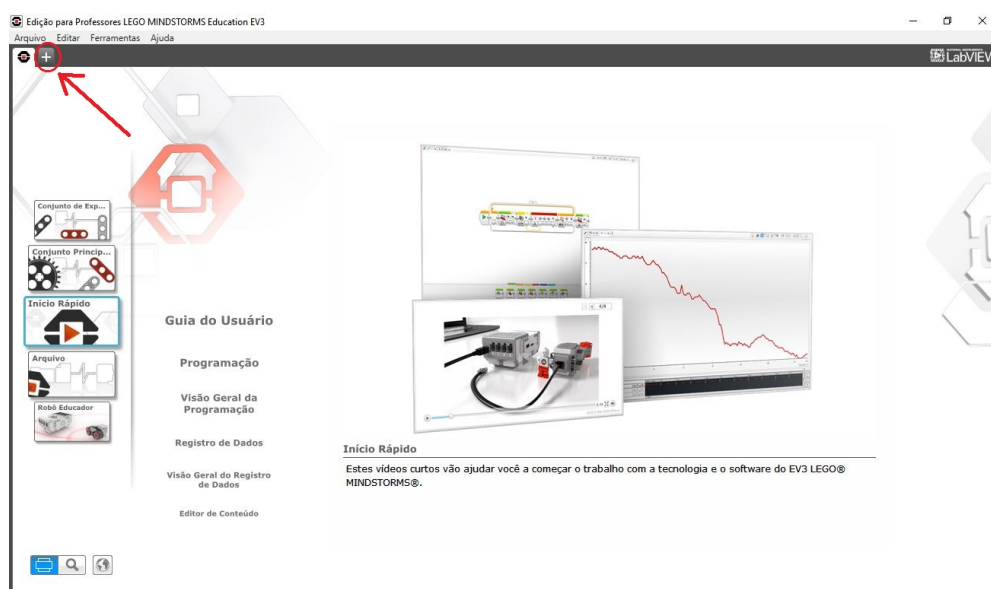


Figura A.5: tela inicial do LEGO MINDSTORMS Education EV3 edição para Professores

Nesta área inicial do programa, o usuário terá acesso ao Guia do Usuário² já em PDF para download, onde neste fala sobre o bloco EV3, suas configurações, motores e sensores, também é explicado como funciona a programação do EV3, como gerar gráficos através dos sensores, tudo isso acompanhado de vídeos para facilitar a aprendizagem e manuseio. Além disso este software já trás alguns robôs que podem ser montados com o kit principal do EV3, este mostrado na Figura 2.5, além de outros robôs que só podem

²Caso o leitor deseje mais informações das Paletas como também do Software do LEGO MINDSTORMS EV3 é indicado a leitura do manual Guia do Usuário, que já vem no software versão do Educador, manual em Português, caso o usuário esteja na versão livre, é indicado a leitura do Guia do Usuário disponível em: <https://www.lego.com/pt-br/mindstorms/downloads/user-guide>.

ser construídos com o kit expansivo, neste kit não há peças robóticas apenas peças de encaixe a mais para fazer novos robôs, todos estes já vem acompanhado de suas respectivas programações. Geralmente esses robôs são acompanhados do passo a passo da montagem e da programação.

Ao clicar na aba com o sinal de +, indicado pela seta vermelha, o programador será direcionado ao ambiente de programação, conforme mostra a Figura A.6.

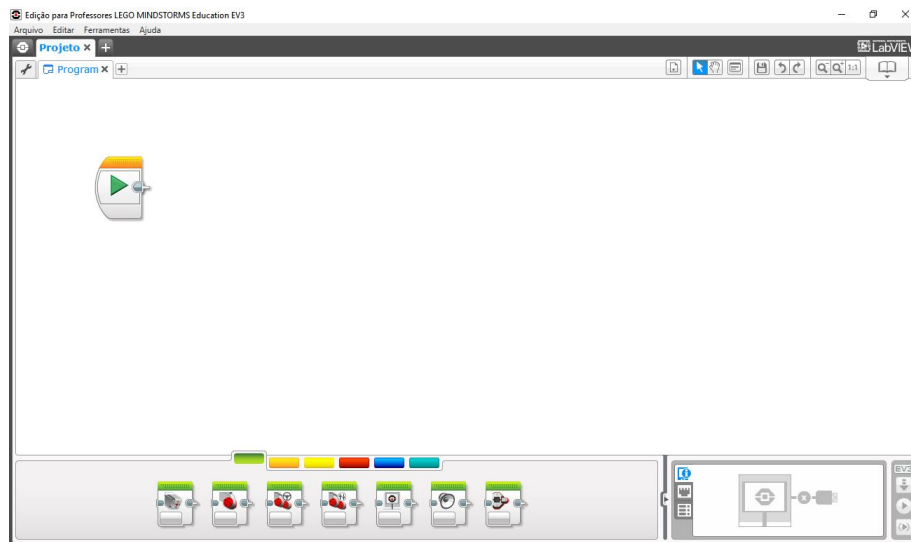


Figura A.6: Ambiente de Programação do LEGO MINDSTORMS Education EV3 edição para Professores

Da mesma forma que a programação do NXT, a programação do EV3 consiste em blocos de encaixe seguidos em linha, o software do EV3 também contem as paletas e cada uma com suas ferramentas para programação. Ao todo são sete paletas que o programador dispões para utilizar, a Paleta de: Ação, Controle de Fluxo, Sensor, Operação de Dados, Avançado e a de Meus Blocos conforme mostra a Figura A.7.

A Paleta de Ação é composta pelas ferramentas de motores, de som, de monitor e da luz do bloco EV3. Como mostra o Quadro A.3.

Como é possível ver no Quadro A.3 há quatro tipos de blocos de motores que podem ser usados, o motor médio e os motores grandes. Para o motor grande existem três possibilidades de blocos, Motor Grande, Mover Direção e Mover Tanque. Independente das possibilidades dos motores, todos, permitem quatro configurações, sendo estas: Desligado, Ligado, Segundos, Graus e Rotações. A primeira, Desligado, é utilizado em conjunto com a segunda, Ligado, esta é igual ao Ilimitado do NXT, ou seja deixa o motor

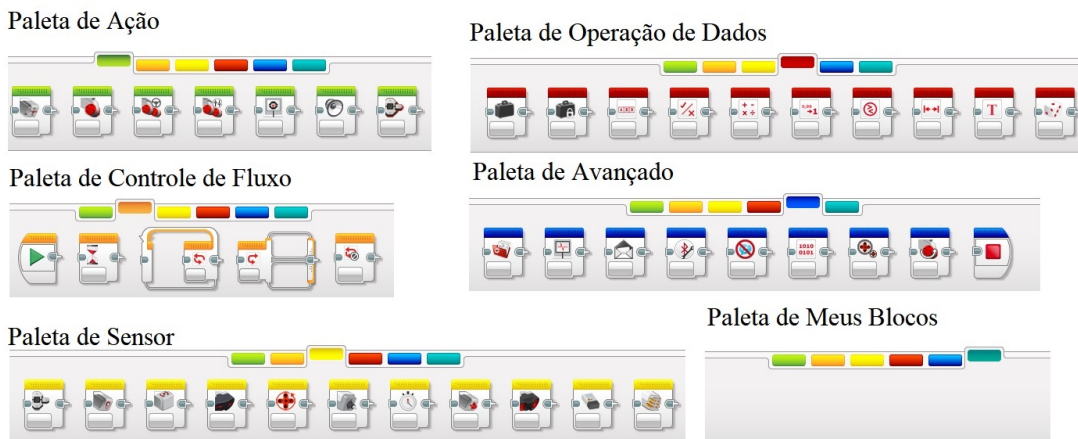

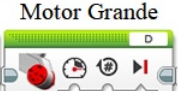
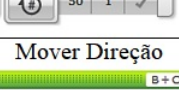
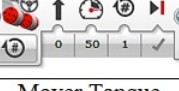

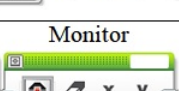



Figura A.7: Paletas e ferramentas de programação do EV3.

BLOCOS E FUNÇÕES DA PALETA COMUM DO EV3	
BLOCOS	FUNÇÃO
Motor Médio 	Indicado o uso para mover objetos de massa pequena.
Motor Grande 	Indicado para mover objetos de maior massa, incluindo o próprio robô, ou seja, usados como motores para locomoção.
Mover Direção 	Indicado para mover os dois motores girando sincronizados e fazer curva.
Mover Tanque 	Permite que os motores girem sincronizados ou separados, pois permite configurar cada motor separadamente.
Monitor 	Permite ao programador colocar na tela do EV3 imagens e/ou textos.
Som 	Permite reproduzir sons já pré-definidos pelo software, além de arquivo MP3 para ser reproduzido durante alguns segundos.
Luz de estado do bloco 	Faz mudar as cores do Bloco EV3, podendo ser verde, laranja ou vermelho.

Quadro A.3: Paleta Comum do EV3

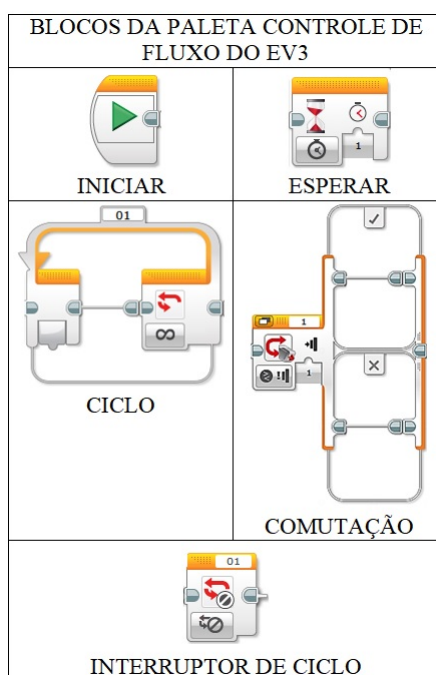
ligado de forma contínua a não ser que utilize a função Desligar. A terceira configuração, Segundos, deixa o motor ligado por certa duração de tempo e após isto o motor é desligado. A quarta, Graus, usado quando se quer uma rotação mais precisa, ou seja, fazendo

o motor girar graus específicos. Por fim, Rotações, como dito pelo próprio nome, o motor gira por determinada quantidade de rotações e é desligado automaticamente.

Da mesma forma que os blocos do NXT de Monitor e Som, o EV3 também possui seus blocos para aparecer imagens e/ou textos no monitor do EV3, além de reproduzir sons já pré-definidos pelo software, porém além dos sons que já existem no programa o EV3 permite que o programador coloque arquivo MP3 para ser reproduzido durante alguns segundos, além do programador também poder mudar as cores do Bloco EV3, podendo ser verde, laranja ou vermelho.

Com bloco Monitor, o programador pode escolher inserir um texto, a sua escolha no monitor do EV3 como também algumas formas geométricas pre-definidas sendo elas uma linha reta, um círculo, um retângulo ou um ponto. O bloco Monitor também permite inserir imagens pre-definidas do software além de permitir que o programador desenhe imagens em 2D para aparecer no monitor além de colocar imagens da internet que irão aparecer em 2D.

A Paleta de Controle de Fluxo, como mostrado na Figura A.7 é composta por cinco blocos sendo estes: o bloco Iniciar, Esperar, Ciclo, Comutação e Interruptor de Ciclo como se pode observar no Quadro A.4.



Quadro A.4: Blocos da Paleta Controle de Fluxo do EV3.

O Bloco Iniciar, como o nome diz é para dar início a programação feita. O

bloco Esperar é onde está contido todos os comandos para uso dos sensores, de toque, luz/cor, ultrassônico, temperatura, infravermelho, rotação, e o som. A LEGO[®] não fez um sensor de som nem de temperatura próprio para EV3, no entanto o ambos os sensores de NXT são compatíveis com o EV3. O sensor de som, temperatura e infravermelho são adquiridos separadamente.

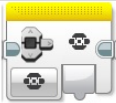










O Bloco Esperar usado como Tempo ou como sensor, na programação é usado para esperar o comando externo ou tempo para que seja executado alguma tarefa. Já o ciclo permite que toda a programação que esteja dentro dele sempre se repita a menos que seja configurado para ser interrompido em alguma ocasião como por contagem, por comando de algum sensor ou alguma condição lógica de verdadeiro ou falso por exemplo. O bloco de Comutação é usado para permitir que o robô execute determinada programação quando recebe uma informação e que execute outra programação quando receber uma informação diferente da primeira ou ainda por comandos lógicos executar uma programação quando determinada informação for verdadeira e executar outra programação quando a informação for falsa, este bloco permite ainda mais de duas condições a ser usado de acordo com a necessidade do programador. A comutação pode ser configurada para receber informações tanto de sensores quanto por comandos manuais do próprio bloco EV3 através de seus botões.

Após a Paleta de Controle de Fluxo temos a de Sensor, esta possui onze Blocos para programações, conforme se pode ver no Quadro A.5.




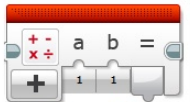



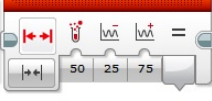
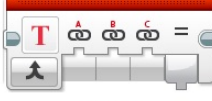
A Paleta de Sensores não faz as mesmas funções do Bloco Esperar com os devidos sensores, os blocos da Paleta não são usados na forma de esperar a informação vinda dos sensores para realizar uma tarefa, mas sim usado para programação interna, calibração, informações que ficam no processador do robô sem executar alguma ação como os sensores do Bloco Esperar da Paleta de Controle de Fluxo, é bastante comum os alunos iniciantes na programação confundirem os sensores desta Paleta com as do Bloco Esperar.

Em seguida tem-se a Paleta de Operação de Dados. Esta Paleta consta de dez Blocos como observado no Quadro A.6.

A Operação de Dados é utilizada para operações lógicas de verdadeiro ou falso, operações matemáticas de adição, subtração, multiplicação, divisão, módulo de um número, raiz quadrada, exponenciação e avançado para criar equações estas operações se

BLOCOS DA PALETA SENSOR DO EV3		
 Botão do bloco	 Sensor de cor	 Sensor de Rotação
 Sensor de Som do NXT	 Rotação do motor	 Sensor de temperatura
 Temporizador	 Sensor de toque	 Sensor ultrassônico
 Medidor de energia	 Sensor infravermelho	

Quadro A.5: Blocos da paleta sensor do EV3.

BLOCOS DA PALETA OPERAÇÃO DE DADOS DO EV3		
 Variável	 Constante	 Operação de Matrizes
 Operação de lógica	 Matemática	 Arredondar
 Comparar	 Aleatório	
 Alcance	 Texto	

Quadro A.6: Blocos da Paleta Operação de dados do EV3.

encontram no bloco Matemática. É possível criar variáveis que mudam de valor de acordo com a programação efetuada como também colocar valores fixos com o Bloco Constante, oferece a possibilidade de trabalhar com números decimais e arredonda-los, sinais de comparação de igualdade, maior, menor, maior ou menor igual e diferente, oferece também a possibilidade de Aleatório para que seja escolhido alguma informação aleatoriamente.

Um Bloco muito importante que consta nesta Paleta é o de Texto, haja vista que o EV3 não usa texto em sua programação mas sim dados, este bloco converte os dados

em texto e é usado conjuntamente com o Bloco Monitor para que apareça no monitor do EV3 os textos e algarismos numéricos desejados.

Como penúltima Paleta, temos a de Avançado, como exposto no Quadro A.7.

BLOCOS DA PALETA AVANÇADO DO EV3		
 Acesso ao arquivo	 Registro de dados	 Sistema de Mensagens
 Conexão Bluetooth	 Manter ativo	 Valor do sensor de taxa
 Motor não regulado	 Inverter o motor	 Parar o programa

Quadro A.7: Blocos da paleta Avançado do EV3.

Nesta os Blocos são voltados para comunicação Bluetooth, tanto emitindo o sinal quanto para receber, seja por dados ou textos. Sistema de contagem de informações trocadas, programar o tempo de espera que o EV3 fica ligado caso esteja inativo, mudar o sentido de rotação do motor, algo que pode ser feito com a programação do Bloco Ação nos motores, e o bloco parar programação.

Por fim, se tem a Paleta Meus Blocos, como observado anteriormente na A.7 não consta nenhum bloco de programação nesta Paleta. Da mesma forma que no NXT, esta Paleta serve para que o programador crie seus próprios blocos de programação utilizando os blocos do software. Indica-se o Meus Blocos para quando determinados blocos de programação se repetem, agrupa-os e cria um Meus Blocos, assim o programador quando for repetir a programação puxará apenas um bloco ao invés de repetir toda a programação anterior.

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS, MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO A ROBÓTICA LEGO® EV3 NO ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL

Leonardo da Silva Garcia

Mossoró - RN

Setembro de 2018

Apêndice B

PRODUTO EDUCACIONAL

B.1 APRESENTAÇÃO

Este produto educacional irá ajudar os professores de Física com atividades experimentais que contemplem as áreas de Mecânica e de Termologia. As atividades experimentais foram desenvolvidas utilizando kits de robótica educacional LEGO®.

As atividades experimentais estão organizadas em quatro guias, estes trazem os assuntos de movimentos uniformes retilíneos e circulares, pêndulo simples e da lei do resfriamento de Newton. Os guias experimentais apresentados possibilitam ao professor de Física desenvolver aulas dinâmicas, interativas e que utilizam equipamentos tecnológicos cotidianos, que são facilitadores no ensino aprendizagem.

B.2 GUIAS EXPERIMENTAIS

Este material consiste em quatro guias experimentais de Física utilizando a robótica LEGO® como recurso didático. Os guias experimentais constam dos seguintes experimentos: A Lei do Resfriamento de Newton; Movimento Retilíneo Uniforme; Pêndulo Simples; Movimento Circular Uniforme.

B.2.1 Experimento 01: A Lei do Resfriamento de Newton

OBJETIVO:

Montar um modelo para o resfriamento de um sistema contendo água quente que perde calor para um meio frio; analisar o gráfico experimental; entender o resfriamento de um corpo que obedece a Lei do Resfriamento de Newton.

INTRODUÇÃO:

Resfriamento: Em um sistema com corpos de diferentes temperaturas, o corpo mais quente fornece calor ao corpo mais frio até que se atinja o equilíbrio térmico, assim o corpo com temperatura maior se esfria e o corpo com temperatura menor se aquece. Estudaremos o processo de resfriamento de um corpo e o seu comportamento gráfico.

Lei de Resfriamento de Newton

Para mostrar que o resfriamento de um corpo, que está a uma temperatura T_0 , em contato com um ambiente a uma temperatura T_A , e assim ambos trocam calor. Newton propôs que a taxa de diminuição da temperatura de um corpo, $\Delta T/\Delta t$, é proporcional à diferença de temperatura do próprio corpo em relação ao ambiente em que ele está contido, assim posteriormente esta informação ficou conhecida pela Lei de Resfriamento de Newton [35].

Cada material resfria de uma maneira diferente, haja vista que está relacionado às características do corpo, a isto dar-se uma constante de proporcionalidade que será representada pela letra K , e tem unidade de s^{-1} , ou seja, de inverso de segundo, no Sistema Internacional [19, 21]. Desta forma,

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = -K(T - T_A) \quad (\text{B.1})$$

onde:

ΔT : é a variação da temperatura;

Δt : é a variação do tempo.

A partir da equação 5.1, é possível mostrar que a temperatura do corpo T , em função do tempo t , pode ser escrita da seguinte forma .

$$T(t) = T_A + (T_0 - T_A)e^{-k.t} \quad (\text{B.2})$$

Esta equação carrega informações das características dos materiais pela variação de temperatura entre o corpo e o sistema em contato. A figura B.1 mostra graficamente o comportamento de um corpo que perde calor a outro corpo, o mesmo apresenta a temperatura em função do tempo, onde é possível observar um decaimento exponencial da temperatura com o tempo.

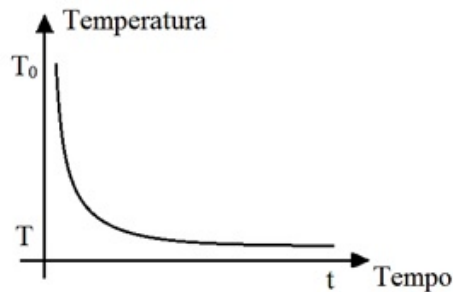


Figura B.1: Gráfico Temperatura em função do tempo.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Computador com software: LEGO® MINDSTORMS Education EV3;
- Kit LEGO® EV3;
- Sensor de temperatura LEGO® MINDSTORMS NXT/EV3;
- Béquer de 100 ml;
- Proveta de 50 ml;
- Vasilha;
- Aquecedor;
- Papel laminado;
- Cubos de gelo;

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL I

Montagem da estrutura com o kit LEGO® EV3. Com o KIT EV3 realize a montagem da estrutura seguindo o esquema abaixo: (Atenção: no Software da LEGO Digital Designer, utilizado para a construção do esquema de montagem, não há o sensor de temperatura, assim sendo foi utilizado o sensor de toque para representar onde o sensor será usado, portanto na montagem do experimento deve ser usado o sensor de temperatura e não o de toque).

PASSO 01: separe o sensor de temperatura; 4 vigas de 7 módulos; 1 eixo de 12 módulos; 2 pinos conectores com fricção dois módulos, preto; 1 cabo de 50 cm.

PASSO 02: separe 5 vigas de 7 módulos, 1 estrutura 5x11 cinza, 6 pinos conectores com fricção dois módulos, preto (lado esquerdo).

PASSO 03: separe 5 vigas de 7 módulos, 1 estrutura 5x11 cinza, 6 pinos conectores com fricção dois módulos, preto. (lado direito)

PASSO 04: conecte a montagem do Passo 02 e 03 na estrutura do Passo 01.

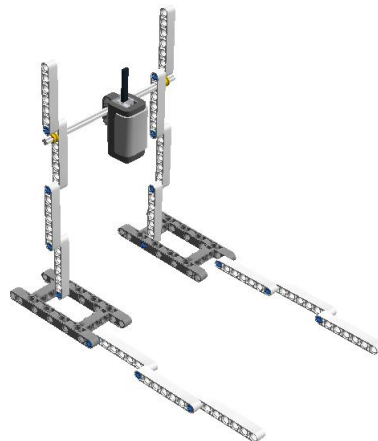


Figura B.2: Montagem do aparato do sensor de temperatura e da vasilha com gelo.

PASSO 05: conecte o cabo de conexão do sensor de temperatura do no bloco EV3 na porta 1,2,3 ou 4.

PASSO 06: conecte o EV3 no Computador.

Concluído a montagem do seu robô, abra o software LEGO MINDSTORMS Education EV3, clique em 'adicionar programa/experimento', e verifique o funcionamento do sensor de temperatura.

Responda a Questão 01 e 02 do questionário, após as resoluções continue no procedimento Experimental II.

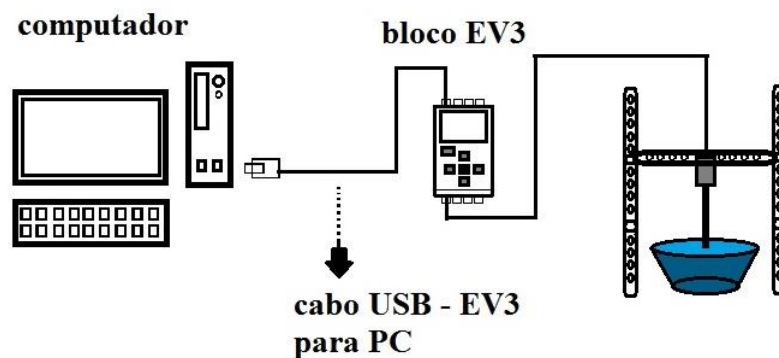


Figura B.3: Esquema de conexão do EV3 com o computador e com o sensor de temperatura.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL II

- Utilizando o béquer, aqueça 50mL de água a 80°C;
- Coloque cubos de gelo na vasilha;
- Isole o seu sistema (béquer com água a 80°, vasilha com gelo) com o papel laminado;
- Coloque o termômetro do seu EV3 no béquer de água e garanta que o sistema continua isolado com o papel laminado;
- Após ter clicado em adicionar programa/experimento, regule o tempo de medida para 35 minutos, e coloque para ser realizado uma medida por segundo.

Inicie a medição, e aguarde o fim do experimento.

QUESTIONÁRIO

Questão 01

Sabendo que a curva de resfriamento de um corpo está na figura 01, esboce a curva característica do aquecimento de um corpo. Qual relação você estabelece entre elas?

Questão 02

Com o termômetro do seu EV3, meça as seguintes temperaturas:

- a) Temperatura ambiente da sala onde você está.
- b) A temperatura da água

c) A temperatura do gelo

Questão 03

O gráfico do seu experimento se assemelha com o esperado?

Questão 04

No aquecimento dos corpos, temos os coeficientes de dilatação volumétrica destes, qual relação você estabelece entre o coeficiente de dilatação do aquecimento dos corpos com o resfriamento do mesmo?

B.2.2 Movimento Retilíneo Uniforme

OBJETIVO:

Realizar medidas e cálculos de um corpo em movimento retilíneo uniforme e analisar graficamente a distância percorrida e a velocidade do móvel em função do tempo.

INTRODUÇÃO:

Um corpo que se desloca com velocidade constante, e diferente de zero, com o passar do tempo, ou seja, o corpo que percorre sempre a mesma distância em um mesmo intervalo de tempo, está em movimento uniforme [43].

FUNÇÃO HORÁRIA DO ESPAÇO:

Calculamos a velocidade de um móvel em MRU através da relação:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0} \quad (\text{B.3})$$

onde,

ΔS : é a variação do espaço percorrido pelo móvel, medido no Sistema Internacional de

Unidades (SI) em metros;

S : é a posição final do móvel;

S_0 : é sua posição inicial;

Δt : é o intervalo de tempo que o móvel utilizou para percorrer esta distância, dado em segundos pelo SI;

t : é o tempo que se encerrou o estudo do movimento;

t_0 : é o tempo que se iniciou o estudo do movimento.

Saber a velocidade de um corpo se faz necessário, pois sabendo de onde um móvel saiu, podemos determinar onde ele estará em certo tempo. Como por exemplo, saber o tempo que se gasta em uma viagem saindo de uma cidade para outra; no ramo esportivo, saber qual atleta é mais rápido; no reino animal, a velocidade de locomoção pode determinar se uma presa poderá ou não fugir de seu predador, presas que correm mais que seus predadores tem uma chance maior de sobrevivência.

Então determinar a velocidade como também saber onde um móvel está ou estará se faz necessário em nosso dia a dia, e podemos fazer isso utilizando a função horária do espaço no movimento retilíneo uniforme que pode ser obtida a partir da equação 5.3. Considerando $t_0 = 0s$, a origem dos tempos, onde o corpo se encontra na posição inicial S_0 [43]. Obtém-se,

$$v = \frac{S - S_0}{t}, \quad (\text{B.4})$$

de onde podemos ter,

$$S = S_0 + v.t \quad (\text{B.5})$$

a equação horária do espaço no MRU.

MATERIAIS UTILIZADOS:

-Computador com software: LEGO® MINDSTORMS Education EV3 ou LEGO® MINDSTORMS EV3;

- Kit LEGO® EV3;
- Fita métrica;
- Manual de montagem do robô educador.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

PASSO 01: Realize a montagem do robô educador que veio no manual do seu kit EV3.

PASSO 02: utilize o bloco mover para frente com duração de 3 segundos e mude indicador de força para 50.

PASSO 03: marque a posição inicial de seu robô;

PASSO 04: execute a programação de seu robô;

PASSO 05: marque a posição final do seu robô;

PASSO 06: repita os passos 03, 04 e 05 mais duas vezes e preencha a tabela B.1.

Tabela B.1: Medidas de posição do robô

	1º medida	2º medida	3º medida
Posição inicial			
Posição inicial			
Posição final			
Distância percorrida			
Velocidade (para t = 3 s)			

PASSO 07: com os resultados obtidos em sua tabela, determine a média das velocidades,

$$V_m = \dots\dots\dots m/s$$

PASSO 08: usando a equação horária do espaço do MRU, escreva a função horária do espaço do seu robô.

$$S = S_0 + v.t \longrightarrow \dots\dots\dots$$

PASSO 09: com sua função horária do passo anterior, determine a posição do seu robô em um tempo de 5s.

PASSO 10: em sua programação, mude o tempo do bloco mover para 5 segundos e execute sua programação. Meça a distância percorrida pelo seu robô. O valor obtido é compatível com o calculado? Justifique sua resposta.

PASSO 11: Realize três medições do espaço percorrido pelo seu robô em um tempo de: $t_1 = 2$ s, $t_2 = 4$ s, $t_3 = 6$ s, $t_4 = 8$ s, e preencha a tabela B.2:

Tabela B.2: MRU

	Distância percorrida (em metros)
$t_0 = 0$	
$t_1 = 2$ s	
$t_2 = 4$ s	
$t_3 = 6$ s	
$t_4 = 8$ s	

PASSO 12: Com os dados da Tabela 02, esboce o gráfico da posição em função do tempo na figura B.4.

PASSO 13: com o valor obtido de sua velocidade média no Passo 07, esboce o gráfico da velocidade em função do tempo com os mesmos valores de tempo do Passo 11, na figura B.5.

PASSO 14: quais conclusões você obtém do seu gráfico do Passo 12? e do Passo 13?

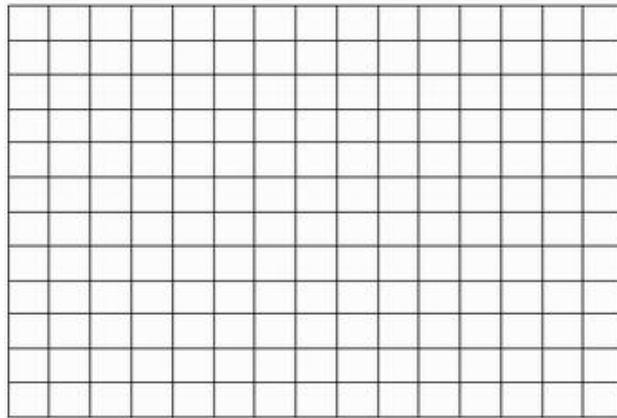


Figura B.4: Espaço para o gráfico $S \times t$;

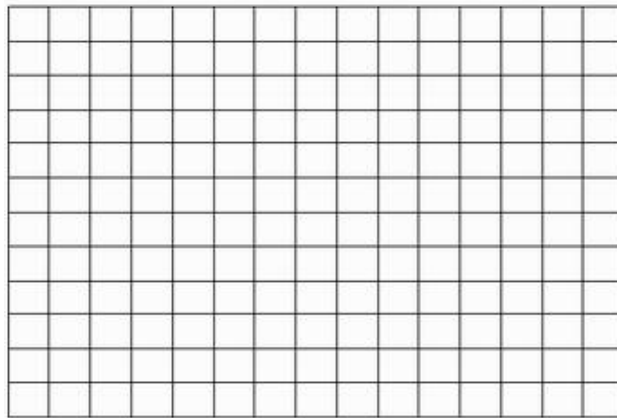


Figura B.5: Espaço para o gráfico $V \times t$;

B.2.3 Pêndulo Simples

OBJETIVO:

Calcular a aceleração da gravidade local utilizando o pêndulo simples.

INTRODUÇÃO:

É possível medir a aceleração da gravidade de uma forma simples utilizando o robô LEGO EV3. O pêndulo simples, consiste em um sistema composto por uma massa acoplada um barbante inextensível, capaz de se mover livremente, ao abandonar a massa de certa altura o sistema fica sujeito a uma força restauradora oriunda da gravidade [44].

No movimento oscilatório do pêndulo, algumas grandezas físicas estão associ-

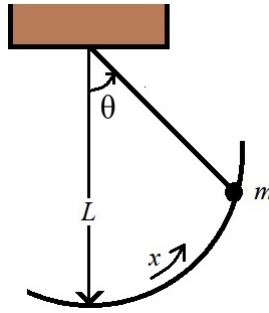


Figura B.6: Pêndulo simples com fio inextensível de comprimento L .

adas como:

O período (T), que é o tempo necessário para que o corpo efetue uma volta completa na trajetória. Medido no SI em segundos.

A Frequência (f), que é dada pelo número de oscilações (N°) que o corpo efetua em determinado intervalo de tempo (Δt), dado por:

$$f = \frac{N^\circ}{\Delta t} \quad (\text{B.6})$$

No SI a frequência é dada em Hertz, onde 1 Hz equivale a uma repetição por segundo. É possível também se obter a frequência dada por, ou,

$$f = \frac{1}{T} \quad (\text{B.7})$$

onde T é o tempo necessário para o corpo efetuar uma oscilação completa em torno da posição de relaxamento, chamado de período.

O período de oscilação do pêndulo depende do comprimento do fio, do ângulo de abertura do fio em relação a sua posição de relaxamento e da sua gravidade, podemos obter o período de oscilação por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (\text{B.8})$$

onde, l é o comprimento do fio, g é a aceleração da gravidade, e $\pi = 3,1416$ aproximadamente.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- 01 bloco LEGO EV3;
- 01 sensor de cor/luz do LEGO EV3;
- 01 cabo de conexão para ligar o sensor no EV3;
- 01 cabo USB EV3-PC;
- 01 esfera metálica com o suporte da esfera, que vêm no kit LEGO EV3;
- 01 barbante;
- 01 régua;
- Peças de encaixe do kit LEGO EV3;
- Software LEGO MINDSTORMS EV3 edição para Professor;
- Transferidor.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

PASSO 01: utilizando as peças de encaixe de seu kit, realize a montagem do suporte para o pêndulo, conforme exemplo abaixo. Se necessário utilize contrapeso para que o suporte fique mais fixo. Ver figuras B.7 e B.8

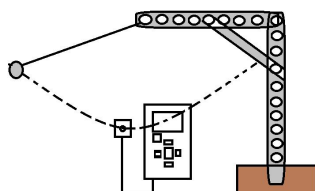


Figura B.7: Representação do suporte para o pêndulo simples.



Figura B.8: Exemplo de montagem para estrutura do pêndulo.

PASSO 02: Conecte o sensor de luz/cor na porta 1 do seu EV3 e o encaixe, voltado para cima, no bloco EV3;

PASSO 03: utilizando a bola esférica metálica do seu EV3 conecta em seu suporte, para ser a massa de seu pêndulo, prenda-a com o fio no suporte para o pêndulo. Garanta que na posição de relaxamento da massa, o pêndulo não venha a encostar-se ao sensor de luz/cor, mas que fique bem próximo a este.

PASSO 04: Ligue seu bloco EV3 e o conecte no computador.

PASSO 05: Abra seu software MINDSTORMS EV3 edição para professor, e crie um novo projeto;

PASSO 06: Clique no + e em seguida em “criar novo experimento”, conforme a figura B.9.

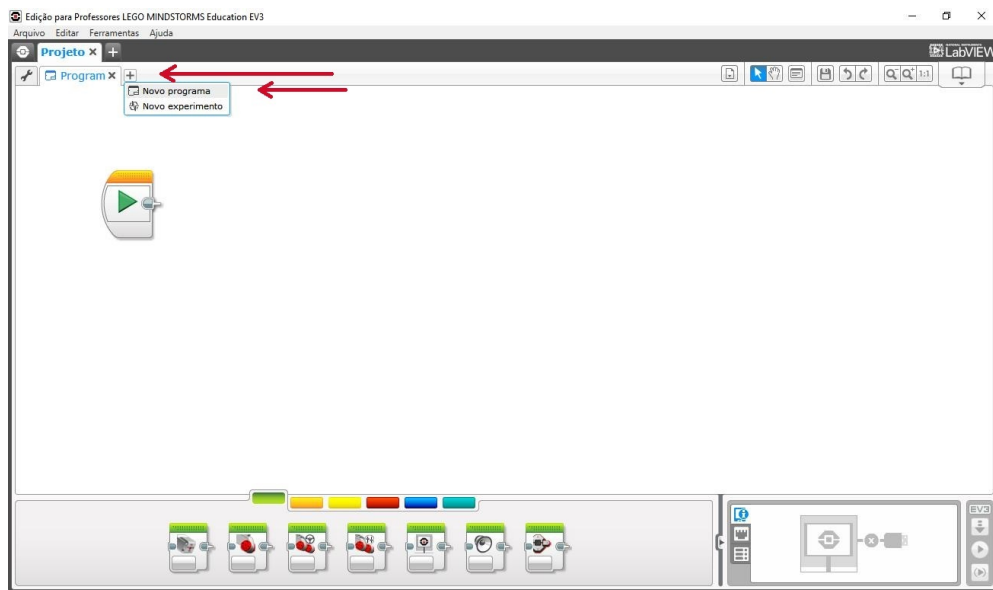


Figura B.9: Tela do software MINDSTORMS EV3 edição para professor, criando novo experimento.

PASSO 07: Perceba que automaticamente aparecerá o sensor de luz. Edite a taxa de medição por segundos e a duração da medição;

PASSO 08: Levante sua esfera metálica até um ângulo fixo para a liberação da esfera e o início das medições.

PASSO 09: Após modificar a taxa de medição e o tempo de duração do seu experimento, inicie sua programação clicando em executar (ou Play);

PASSO 10: com o fim do experimento, veja o gráfico obtido, e determine o



Figura B.10: Tela do software MINDSTORMS EV3 edição para professor, ajustando as configurações das unidades.



Figura B.11: Tela do software MINDSTORMS EV3 edição para professor, executando as medições.

período de oscilação da esfera.

PASSO 11: O software consta de uma ferramenta chamada “análise de seção” conforme a figura 09 , onde você pode ter o valor inicial e final de sua seção para obter o seu período de oscilação.

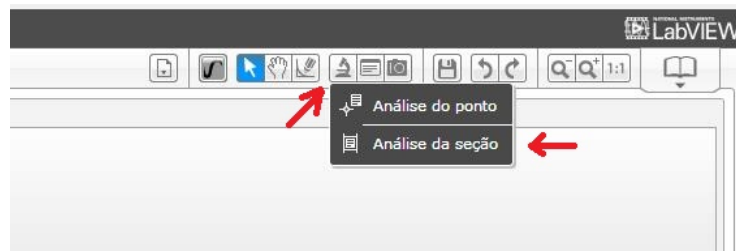


Figura B.12: Tela do software MINDSTORMS EV3 edição para professor, ferramenta análise de seção.

PASSO 12: Com uma régua, meça o tamanho do seu barbante.

Comprimento do barbante:.....

PASSO 13: Com o período medido através do gráfico, determine o valor da aceleração da gravidade através da Equação 5.8.

PASSO 14: Levando em consideração seus resultados obtidos, quais conclusões você(s) obtém? Seu(s) resultado está próximo do esperado? Se Sim justifique, se Não,

quais fatores você(s) acredita(m) ter influenciado para os valores não estarem próximos?.

B.2.4 Movimento Circular Uniforme

OBJETIVO:

Compreender o Movimento Circular Uniforme (MCU) o relacionando com os fenômenos da natureza do dia a dia; Identificar e realizar medidas das grandezas físicas do Movimento Circular Uniforme.

INTRODUÇÃO:

Um corpo que se desloca, com o módulo de sua velocidade constante no passar do tempo, em uma trajetória circular está em um MCU. Algumas grandezas físicas estão associadas aos corpos que estão em MCU, tais como: O período (T), que é o tempo necessário para que o corpo efetue uma volta completa na trajetória. Medido no SI em segundos [43].

A Frequência (f), que é dada pelo número de oscilações (N°) que o corpo efetua em determinado intervalo de tempo (Δt), dado por:

$$f = \frac{N^\circ}{\Delta t} \quad (\text{B.9})$$

No SI a frequência é dada em Hertz, onde 1 Hz equivale a uma repetição por segundo. É possível também se obter a frequência dada por, ou,

$$f = \frac{1}{T} \quad (\text{B.10})$$

onde T é o tempo necessário para o corpo efetuar uma volta completa, chamado de período.

O Deslocamento angular ($\Delta\theta$) é a variação do ângulo na trajetória. Podemos

relacionar o espaço angular com o linear por,

$$\Delta S = \Delta\theta.r \quad (\text{B.11})$$

no SI o espaço angular é dado em radianos (rad).

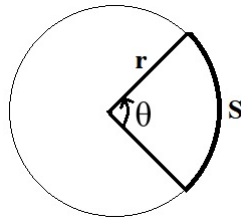


Figura B.13: Deslocamento linear S , angular θ , e o raio r .

A velocidade angular ω , consiste na rapidez com que um corpo percorre determinado ângulo de sua trajetória circular em certo intervalo de tempo dado por,

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (\text{B.12})$$

ou ainda que,

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (\text{B.13})$$

onde, v a velocidade linear do corpo, no SI a velocidade angular é dado em rad/s .

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Computador com software LEGO[®] MINDSTORMS Education EV3;
- Kit LEGO[®] EV3;
- dois sensores de luz/cor do LEGO EV3;
- Fita métrica;
- Manual de montagem do robô educador;
- fita isolante preta;
- fita métrica ou régua ou trena.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

PASSO 01: em uma superfície plana (preferencialmente de fundo branco – se necessário use cartolinas brancas) faça uma circunferência de 60 cm de raio;

PASSO 02: Realize a montagem do robô educador que veio no manual do seu kit EV3.

PASSO 03: Conecte 02 sensores de luz na parte dianteira de seu robô, conforme figura abaixo.

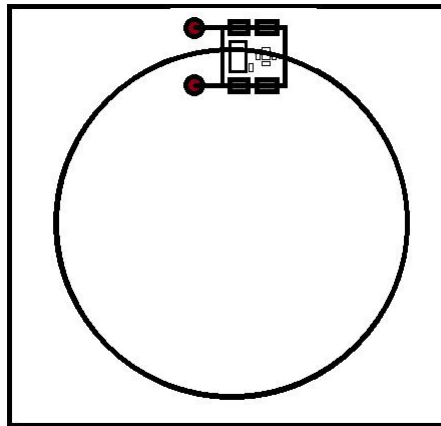


Figura B.14: Robô educacional equipado com os sensores de luz, sobre a pista circular.

PASSO 04: Programe o robô para seguir linha (abaixo segue um exemplo de como fazer a programação) e passe a programação para seu robô.

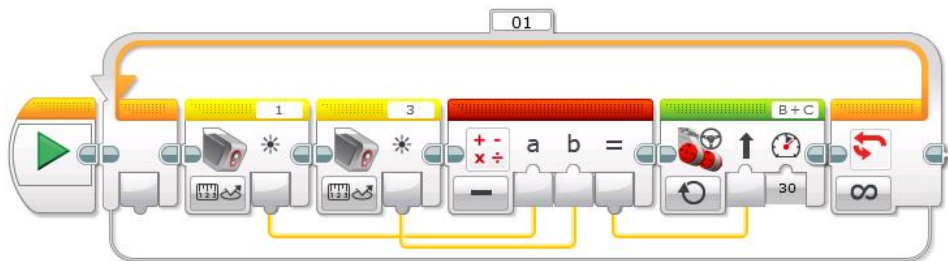


Figura B.15: Programação para seguidor de linha com dois sensores de luz/cor para LEGO® MINDSTORMS EV3.

PASSO 05: Marque uma posição para ser a origem de seu movimento, na circunferência.

QUESTIONÁRIO:

Questão 01:

Qual o comprimento da pista circular em metros?

Questão 02:

Inicie sua programação e determine tempo que o robô gasta para dar uma volta completa.

Questão 03:

Qual frequência de giro do robô em torno da pista circular em hertz?

Questão 04:

Determine a velocidade angular do seu robô.

Questão 05:

Determine a velocidade linear do seu robô em torno da pista.

Questão 06:

Qual o espaço linear percorrido em um intervalo de tempo de 5 s? Verifique experimentalmente se seu robô percorre essa distância neste intervalo de tempo. Seu valor calculado confere com o experimental? Justifique.