



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO TECNOLÓGICO

ALMIR DE OLIVEIRA COSTA JUNIOR

UMA ESTRATÉGIA UTILIZANDO ROBÓTICA PARA O ENSINO DOS
CONCEITOS DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO ESCALARES

Manaus, 2017

ALMIR DE OLIVEIRA COSTA JUNIOR

UMA ESTRATÉGIA UTILIZANDO ROBÓTICA PARA O ENSINO DOS
CONCEITOS DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO ESCALARES

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico.

ORIENTADOR: Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto

Manaus, 2017

Ficha Catalográfica
Márcia Auzier
CRB 11/597

C837e Costa Junior, Almir de Oliveira.

Uma estratégia utilizando robótica para o ensino dos conceitos de velocidade e aceleração escalares. / Almir de Oliveira Costa Junior. – Manaus: IFAM, 2017.
164 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2017.

Orientador: Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto.

1. Educação Tecnológica. 2. Física. 3. Ensino de Física I. Cabral Neto, João dos Santos (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD 530.7

ALMIR DE OLIVEIRA COSTA JUNIOR

UMA ESTRATÉGIA UTILIZANDO ROBÓTICA PARA O ENSINO DOS CONCEITOS
DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO ESCALARES

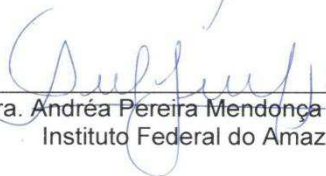
Dissertação apresentada ao Mestrado
Profissional em Ensino Tecnológico
do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Amazonas,
como requisito para obtenção do título
de Mestre em Ensino Tecnológico.
Linha de Pesquisa: Recursos Para o
Ensino Técnico e Tecnológico.

Aprovada em 16 de agosto de 2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto – Orientador
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Profa. Dra. Andréa Pereira Mendonça – Membro Titular Interno
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Prof. Dr. Igor Tavares Padilha – Membro Titular Externo
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Aos meus pais Almir e Auristela com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeram por mim ao longo desta caminhada. Desejo ter sido merecedor de tanto esforço dedicado por vocês em todos os aspectos, especialmente quanto a minha formação.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida e sua infinita misericórdia. Por me proporcionar sabedoria e discernimento ao longo de toda essa caminhada.

Obrigada aos meus pais, por me permitirem sonhar e por nunca desistirem de mim, mesmo quando a vida insistia em me apresentar as adversidades.

À minha grande amiga Elloá, obrigada pela alegria, amizade, confidências e sua incondicional disponibilidade nos momentos de angústia.

Ao Mirrael Santana, um presente que a vida me deu ao longo desta caminhada. Obrigado pela paciência, companheirismo e sua imensa ajuda na concretização desse sonho.

À minha amiga Dani Remião, por ter me despertado no mundo da pesquisa enquanto minha professora na graduação.

Aos meus amigos de longa data Valquiria e Luciano, por compreenderem os momentos em que estive ausente e recluso desenvolvendo este trabalho.

Aos meus colegas da turma 2015, com quem tive o prazer de conviver, compartilhar e vivenciar um período muito feliz e de muito aprendizado.

Ao programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do IFAM, especialmente a coordenadora Prof.^a Rosa Marins Azevedo, por sua atenção, zelo, gentileza e delicadeza.

À meu orientador Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto, sempre atencioso, disponível e companheiro e amigo, aspectos muito necessários nos dias de hoje, com você aprendi muito.

Aos alunos participantes do estudo, sem vocês como poderia ter desenvolvido este trabalho? Obrigado por participarem, ceder seu tempo e atenção.

As melhores secretárias do MPET que você respeita. Nedy, Suzy, Larissa e Sara, obrigado pelos altos papos e me socorrerem com as obrigações administrativas do mestrado.

À todos que de forma direta ou indiretamente estiveram canalizando suas energias e ficaram na torcida para que este trabalho pudesse se concretizar.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que propôs a elaboração e aplicação de uma sequência didática por meio da utilização da robótica como estratégia de ensino em uma perspectiva de aprendizagem significativa de conceitos relacionados a cinemática no 1º ano do Ensino Médio. Diante do baixo rendimento no que se refere a disciplina de Física quando analisado os alunos egressos do Ensino Fundamental no Brasil, a sequência didática proposta nesta pesquisa, se coloca como alternativa capaz de demonstrar e exemplificar de forma contextualizada conceitos e fenômenos físicos intrínsecos a velocidade e aceleração que muitas vezes são apresentados apenas como ilustrações e de forma abstrata nas aulas de física. Geralmente a apresentação destes conceitos em sala de aula, está dissociado daquilo que o aluno vivencia em seu dia a dia e por consequência não é levado em consideração suas concepções, sejam elas concretas ou interpretações equivocadas sobre os conhecimentos científicos. Neste sentido, a sequência didática foi proposta como uma estratégia de ensino baseada na utilização da robótica e softwares para coleta de dados que permitissem aos alunos observar e dar um maior significado aos conhecimentos prévios sobre os conceitos inerentes a cinemática, tais como: movimento, posição, deslocamento, trajetória, velocidade e aceleração. A sequência foi aplicada durante o contra turno de uma turma de quarenta e quatro alunos do Ensino Médio técnico de uma escola pública da cidade de Manaus. Da implementação da sequência didática foi possível verificar que por meio das discussões sobre os conceitos e princípios físicos relacionados ao fenômeno estudado e através da realização de experimentos práticos por meio da utilização de protótipos robóticos, foi possível constatar evidências de uma aprendizagem significativa dos conceitos de velocidade e aceleração através dos resultados analisados com base na taxonomia SOLO e critérios de avaliação de mapas conceituais.

Palavras-Chaves: Ensino de Física, Cinemática, Velocidade, Aceleração, Robótica.

ABSTRACT

This work aims at presenting the results of a research that proposed the elaboration and application of a didactic sequence using robotics as a teaching strategy in a significant learning perspective of kinematic concepts in the 1st year of Brazilian High School. Taking into account the low performance in Physics observed in Brazilian Elementary School alumni, the didactic sequence proposed in this research is an alternative capable to demonstrate and exemplify, in a contextualized way, concepts and physical phenomena intrinsic to speed and acceleration, that are usually shown only as illustrations or abstractly in traditional approaches. Usually, the presentation of these concepts in classrooms is dissociated from the students daily life and, thus, their concrete or even misunderstood interpretations are simply not taken into account. Considering this perspective, the didactic sequence was proposed as a teaching strategy based on robotics and data collection software that would allow students to observe and give a more significant meaning to their previous knowledge regarding to kinematics, such as: movement, position, shift, trajectory, speed and acceleration. The sequence was applied in the second shift of a forty four students classroom of a public technical High School in the city of Manaus. Upon the implementation of this didactic sequence, with discussions and practical experiments with robotic prototypes about concepts and physical principles regarding the phenomena under study, it was possible to verify evidences of a significant learning of concepts of speed and acceleration from the results analyzed with SOLO taxonomy and evaluation criteria from conceptual maps.

Key-Words: Teaching Physics, Kinematics, Speed, Acceleration, Robotics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Robô proposto para a execução dos experimentos.	32
Figura 2 – Fluxograma da programação do experimento 1 – MRU.....	33
Figura 3 – Fluxograma da programação do experimento 2 – MRUV.....	34
Figura 4 – Modelo de cenário para realização dos experimentos 1 e 2.....	35
Figura 5 – Exemplos de materiais que podem ser utilizados na construção do cenário.....	36
Figura 6 – Ilustração das informações gravadas no aplicativo Sensor Kinetics PRO.....	37
Figura 7 – Printscreen de uma das planilhas exportadas do aplicativo Sensor Kinetic Pro.	38
Figura 8 – Exemplo de posicionamento da filmadora para a realização dos experimentos.....	39
Figura 9 – Tela principal do software Virtual Dub.	39
Figura 10 – Printscreen da tela do software VirtualDub com a ilustração das informações a serem coletadas.	40
Figura 11 – Printscreen do exemplo de planilha elaborada para o processamento dos dados coletados nos experimentos.....	41
Figura 12 – Gráfico da função horária.....	43
Figura 13 - Menu inicial da tela de interação.	44
Figura 14 – Tela desenvolvida em Visual Basic para interação com a planilha do Excel.	44
Figura 15 – Alunos respondendo ao diagnóstico I e Pré-teste.	60
Figura 16 – Alunos construindo o mapa conceitual inicial sobre os conceitos.....	62
Figura 17 – Alunos recebem a explicação dos conceitos prévios.	63
Figura 18 – Alunos realizando a construção do robô.	65
Figura 19 – Professor descrevendo os experimentos a serem realizados.	67
Figura 20 – Alunos responsáveis pelo acionamento do robô, troca das informações de identificação da equipe.	69
Figura 21 – Alunos extraíndo as informações dos arquivos gerados nos experimentos.	71
Figura 22 – Alunos processando os dados coletados.	72
Figura 23 – Alunos realizando o exercício de fixação sobre as discussões.	74
Figura 24 – Alunos respondendo o diagnóstico II e pós-teste.....	75
Figura 25 – Alunos reelaborando o mapa conceitual.	76
Figura 26 – Taxonomia SOLO.....	79
Figura 27 – Mapa conceitual inicial transcrito do aluno 11.	84
Figura 28 – Transcrição do mapa conceitual final do aluno 11.....	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Alunos que reprovaram alguma série do Ensino Fundamental.....	54
Gráfico 2 – Alunos que reprovaram o 1º Ano do Ensino Médio uma vez.	54
Gráfico 3 – Procedência de escolaridade dos alunos.....	54
Gráfico 4 – Porcentagem de alunos classificados em cada uma das categorias no Pré-teste.....	81
Gráfico 5 – Porcentagem de alunos classificados em cada categoria.....	86
Gráfico 6 – Porcentagem de alunos classificados em cada categoria no Pós-teste.	88
Gráfico 7 – Porcentagem de alunos classificados em cada categoria após a aplicação da sequência didática.	90
Gráfico 8 - Porcentagem de alunos que acreditam que a robótica desempenhou papel fundamental na compreensão dos conceitos estudados.	92
Gráfico 9 - Porcentagem de alunos que acreditam que a organização da sequência didática contribuiu para uma melhor compreensão.....	93
Gráfico 10 - Porcentagem de alunos que acreditam que as atividades práticas contribuíram para uma aprendizagem significativa dos conceitos.	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução do Brasil no Pisa	16
Quadro 2 - Planejamento da Sequência Didática.	54
Quadro 3 – Exemplos de respostas do Pré-Teste classificadas na taxonomia SOLO.	80
Quadro 4 – Classificação das respostas dadas pelos alunos no Pré-Teste.	81
Quadro 5 – Elementos utilizados para classificar os mapas conceituais.	83
Quadro 6 – Critérios utilizado na categorização dos mapas conceituais.	84
Quadro 7 – Categorização do mapa conceitual inicial do aluno 11.	85
Quadro 8 – Classificação geral dos mapas conceituais iniciais.	85
Quadro 9 – Exemplos de respostas do pós-teste classificadas na taxonomia SOLO.	87
Quadro 10 – Classificação das respostas dadas pelos alunos no Pós-Teste.	87
Quadro 11 – Categorização do mapa conceitual final do aluno 11.	89
Quadro 12 – Classificação geral dos mapas conceituais finais.	89

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 – QUESTÕES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO.....	15
1.1 O desempenho dos estudantes egressos do Ensino Fundamental – PISA.....	15
1.2 Especificidades do ensino de Física	16
1.2.1 Dimensão ontológica: concepções alternativas	17
1.2.2 Sobre a atividade prática no ensino de Física.....	19
1.2 O ensino da Cinemática.....	20
1.3 O que dizem os Professores de Física do 1º ano do Ensino Médio.....	21
1.4 O problema emergente, a proposta e seu objetivo.....	25
CAPÍTULO 2 – RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA O ENSINO DA FÍSICA.....	27
2.1 Fundamentos da Robótica Educacional	27
2.2 Algumas experiências da robótica no ensino da Física.....	29
2.3 A plataforma de robótica MODELIX	31
2.4 Os aplicativos Sensor Kinetics PRO e Virtual DUB.....	36
2.5 A planilha eletrônica e interface de interação	40
CAPÍTULO 3 – SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAGEM DOS CONCEITOS DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO ESCALARES	46
3.1 Ressignificação de Conhecimentos Prévios: pressupostos teóricos	46
3.2 Planejamento da Sequência Didática	51
3.3 Execução da Sequência Didática.....	58
3.3.1 Aula 01 – Realizando um diagnóstico sobre os sujeitos da pesquisa e identificando os conhecimentos prévios sobre velocidade e aceleração.....	58
3.3.2 Aula 02 – Mapa conceitual: um diagnóstico dos conhecimentos prévios sobre velocidade e aceleração.....	60
3.3.3 Aula 03 – Conceitos prévios	62
3.3.4 Aula 04 – Montagem dos robôs	64
3.3.6 Aula 06 – Análise dos dados coletados nos experimentos MRU e MRUV	69
3.3.8 Aula 08 – Realizando um diagnóstico final sobre os conceitos estudados	74
CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS DADOS.....	77
4.1 Fase exploratória: um diagnóstico inicial sobre os conhecimentos prévios dos alunos.....	78
4.1.1 Pré-teste (Aula 1): identificando o conceito prévio do aluno.....	78
4.1.2 Mapa conceitual (Aula 2): identificando o conhecimento prévio do aluno	82
4.2 Análise dos dados: um panorama sobre os conhecimentos prévios relativos a cinemática após a aplicação da sequência didática.....	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
REFERÊNCIAS	96
ANEXOS	100

Introdução

A presente pesquisa apresenta os resultados de um estudo sobre o ensino de Física, mais especificamente os conceitos de velocidade e aceleração, que foi desenvolvido em uma escola de Ensino Médio técnico na cidade de Manaus. O contexto desta pesquisa se deu em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio composta por quarenta e quatro alunos. Foi investigada a implementação de uma sequência didática que permitisse intervir no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de velocidade e aceleração, tomando como base a utilização da robótica como suporte para a realização de experimentos práticos na observação dos fenômenos físicos.

Essa proposta foi construída baseada nos preceitos de uma aprendizagem significativa, e teve como origem um desejo do autor em melhorar a sua prática como docente de computação, desenvolver e descrever uma proposta de ensino capaz de integrar as tecnologias com os conteúdos curriculares.

A relevância desta pesquisa pode ser compreendida em face do atual cenário do ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental na educação brasileira, no qual os resultados do PISA (2016) nos evidenciam que estamos distantes de observar em nossos alunos as competências científicas fundamentais para que eles tenham a capacidade de identificar, explicar e aplicar conceitos científicos.

De certo modo, estudos tem demonstrado que ao longo dos anos o ensino de Ciências tem se apresentado como uma disciplina extremamente teórica, deixando de lado aspectos práticos importantes para que os alunos possam correlacionar aquilo que lhes é ensinado, e assim dar sentido ao mundo que os rodeia (BALACHEFF, 2013; CONFREY, 1990; LAW DEN, 2004; MARTINS e PACCA, 2005; NARDI e CARVALHO, 1996; PFUNDT e DUIT, 1994; POZO e CRESPO, 2009; ZYLBERSZTAJN, 1983)

Sendo assim, a pesquisa desenvolvida teve como objetivo principal, propor a elaboração e aplicação de uma sequência didática utilizando a robótica educacional como ferramenta de suporte no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de cinemática no primeiro ano do Ensino Médio. Para alcançar esse objetivo, a presente pesquisa analisou estratégias de ensino que utilizam a robótica educacional, especificamente no que compete ao desenvolvimento de estratégias de ensino por meio da utilização de atividades experimentais que abordem os conceitos da cinemática, tais como: velocidade e aceleração.

Neste sentido, espera-se que os experimentos propostos na sequência didática, aliado ao trabalho do professor, possibilitem a compreensão dos fenômenos estudados através da utilização de recursos tecnológicos como a robótica.

No contexto mais amplo espera-se que outros pesquisadores e professores venham a se interessar pelo ensino da Física numa perspectiva integradora com os recursos tecnológicos, e que possam implementar e desenvolver os recursos utilizados nessa proposta em outros contextos educacionais.

No primeiro capítulo é apresentado um diagnóstico sobre o desempenho dos estudantes egressos do Ensino Fundamental no que se refere as competências científicas avaliadas pelo PISA. Também são apresentadas as principais especificidades do ensino de Física, bem como a importância e as dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos ligados a cinemática.

No segundo capítulo são descritos os principais aspectos teóricos sobre a robótica educacional, assim como suas aplicações dentro do processo de ensino e aprendizagem da Física. Também são apresentados os recursos tecnológicos digitais que foram utilizados na execução das atividades práticas propostas na sequência didática desta pesquisa.

No terceiro capítulo, são apresentados os pressupostos teóricos da aprendizagem significativa. Além disso, é apresentado o planejamento da sequência didática, onde são elencados as atividades de ensino e aprendizagem, os resultados pretendidos em cada aula e os conteúdos prévios que precisavam ter sido trabalhados antes da aplicação. Por fim, é descrito o processo de aplicação da sequência didática com os sujeitos envolvidos.

No quarto capítulo são apresentados os dados coletados durante a execução da sequência didática. Estes dados foram analisados e discutidos tendo como referencial metodológico a taxinomia SOLO e os mapas conceituais, com intuito de determinar o nível de entendimento do aluno sobre o tema, antes e depois do desenvolvimento da pesquisa, a fim de apresentar evidências concretas de uma aprendizagem significativa sobre os conceitos de velocidade e aceleração.

Por fim, são feitas as considerações que o autor avalia como importante, pois que de maneira direta ou indireta influenciaram nos resultados obtidos. Também é apresentado o nível de satisfação do autor no que diz respeito à correspondência dos objetivos traçados para a pesquisa.

Capítulo 1 – Questões sobre o Ensino de Física na 1ª série do Ensino Médio

Existem evidências, bem fundadas e precisas como aponta os estudos de (BEREZUK e INADA, 2010; BORGES, 1997; GONÇALVES e BARROSO, 2014; VIEIRA, 2013), que de modo geral, o ensino no Brasil, em especial o ensino de física não vai bem e que mudanças significativas precisam ser propostas para reverter essa situação.

Nestes estudos, os autores apontam que para haver uma melhoria, o ensino de física deva passar por transformações significativas levando em consideração aspectos importantes como a formação de professores, a instrumentalização das aulas práticas e a efetiva utilização de laboratórios de Ciências nas aulas quem envolvam experimentos.

O fato é que nossos alunos, inseridos nesse atual cenário do ensino de Física no Brasil, tem apresentado dificuldades em demonstrar habilidades e competências inerentes aos conhecimentos básicos da Física se levarmos em consideração aquilo que a legislação sugere como essenciais para o indivíduo ao final de cada ciclo de sua formação básica.

1.1 O desempenho dos estudantes egressos do Ensino Fundamental – PISA

O Programa Internacional para a Avaliação de Alunos – PISA consiste numa avaliação sistemática, prospectiva e comparativa de nível internacional e iniciou suas medições no ano 2000 e centra-se em três eixos: Matemática, Ciências e Língua. É realizado a cada três anos e em cada ciclo enfatiza uma dessas áreas: em 2000 iniciou com a Língua, em 2003 a Matemática e em 2006 Ciências. A área enfatizada concentra aproximadamente 60% das habilidades exigidas nas provas, restando para as outras duas áreas aproximadamente 20% cada uma.

Em sua essência, o PISA tem por finalidade avaliar o nível de conhecimento dos alunos com média de 15 anos de idade, isto é, a população estudantil que está chegando ao final de sua formação obrigatória, iniciando seus estudos secundários ou se integrando ao mercado de trabalho. Neste aspecto ele visa analisar os conhecimentos do aluno não como fragmentos do saber ou de forma isolada, mas a efetiva capacidade dos alunos de refletir sobre esses conhecimentos e sua aplicabilidade em situações de contexto real (PISA, 2012).

Os dados mais recentes divulgados pelo PISA são de 2015, que avaliou novamente as habilidades do eixo Ciências em que participaram do processo os países membros do OCDE¹, o que representa mais de 80% da economia mundial.

Segundo relatório apresentado pelo Instituto Sagari a avaliação do eixo de Ciências é baseada em três dimensões:

¹ Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

i) Identificar os assuntos científicos. Implica reconhecer os tópicos factíveis de serem pesquisados cientificamente e reconhecer os rasgos fundamentais de uma investigação científica; ii) Explicar cientificamente os fenômenos. Capacidade de aplicar os conhecimentos da ciência a situações concretas. Implica descrever ou interpretar os fenômenos cientificamente e prever mudanças, assim como identificar as descrições, explicações e previsões apropriadas; iii) Usar a evidência científica. Habilidade para interpretar evidências, tirar conclusões e comunicá-las. Identificar as hipóteses, as evidências e os processos subjacentes às conclusões. Reconhecer as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (SAGARI, 2009, p. 14).

Os alunos do Brasil, no ano de 2015, obtiveram 401 pontos nas provas de Ciências, colocando o país na 63ª colocação entre os 70 países participantes.

De modo geral, considerando as avaliações nos 3 eixos propostos pelo PISA, podemos verificar que ainda estamos longe de dias melhores se compararmos nosso desempenho com o de outros países (Quadro 1).

Quadro 1 - Evolução do Brasil no Pisa

Pontuação e Posição no Ranking Mundial						
BRASIL	PISA 2000	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2009	PISA 2012	PISA 2015
Matemática	334	356	370	386 (57 ^a)	391 (58 ^a)	377(66 ^a)
Leitura	396	403	393	412 (53 ^a)	410 (55 ^a)	407(59 ^a)
Ciências	375	390	390	405 (53 ^a)	405 (59 ^a)	401(63 ^a)
Média Geral	368	383	384	401	402	395

Fonte: OCDE/PISA, 2016.

O fato é que, segundo este instrumento de avaliação, nossos alunos não estão conseguindo apresentar o bom desempenho que se espera como resultado de nossas experiências em educação. Se levarmos em consideração as 3 dimensões a que o PISA se propõe a analisar em suas avaliações sobre as competências científicas, podemos verificar que a capacidade de identificar, explicar e aplicar conceitos científicos de nossos alunos, tem estado a margem de outros países.

1.2 Especificidades do ensino de Física

Concentrando nossa análise exclusivamente no PISA, que avalia os alunos nos anos finais do Ensino Fundamental, os resultados das avaliações indicam a necessidade de que o ensino de Ciências atente para uma alfabetização científica que permita os alunos ingressarem no Ensino Médio com as habilidades e competências necessárias para compreender conceitos e fenômenos apresentados na Física por exemplo. Neste sentido, os conceitos da Física podem contribuir para alfabetização científica quando surge com mais evidência no 9º

ano do Ensino Fundamental. Mas, para que essa alfabetização se concretize, é importante considerar que, não basta o professor ter o domínio desta ciência, o processo de ensino e aprendizagem também deve ser considerado um fator determinante na formação dos alunos. É sob essa perspectiva que firmamos nossa compreensão da Física como partícipe da alfabetização científica.

Contudo, nossos alunos alcançam a 1ª série do Ensino Médio e não cremos que os problemas tenham sido resolvidos num intervalo de tempo entre a última aula de Ciências no Ensino Fundamental e a primeira aula de Física no Ensino Médio.

1.2.1 Dimensão ontológica: concepções alternativas

Diversos trabalhos têm sido realizados por pesquisadores com o intuito de documentar a bastante tempo a existência de concepções alternativas nas ciências com o intuito de compreender como estas interferem durante os processos instrucionais (BALACHEFF, 2013; CONFREY, 1990; LAW DEN, 2004; MARTINS e PACCA, 2005; NARDI e CARVALHO, 1996; PFUNDT e DUIT, 1994; ZYLBERSZTAJN, 1983;).

Sobre estas concepções, Pozo e Crespo (2009) acreditam que elas são consequências da desconexão entre o conhecimento que os alunos geram para dar sentido ao mundo que os rodeia, um mundo de objetos e pessoas e o conhecimento científico, infestado de estranhos símbolos e conceitos abstratos referentes a um mundo mais imaginário do que real. Enquanto o conhecimento conceitual que os alunos trazem para aula – e com ele suas atitudes e procedimentos – refere-se ao mundo cotidiano, um *mesocosmos* traçado pelas coordenadas espaço-temporais do aqui e agora, a ciência que lhes é ensinada transcorre mais na “realidade virtual” do *microcosmos* (células, partículas e outras entidades mágicas e não observáveis) e do *macrocosmos* (modelos idealizados, baseados em leis universais, não vinculados a realidades concretas, mudanças biológicas e geológicas que são medidas em milhares, em milhões de anos, sistemas em interação complexa, etc.). Somente uma relação entres esses diferentes níveis de análise da realidade, baseada justamente em sua diferenciação, poderia ajudar os alunos a compreender o significado dos modelos científicos e, é claro, a interessar-se por eles.

Quando analisado, mais especificamente os estudos que se referem a disciplina de Física, desde os anos 80 encontra-se em pleno desenvolvimento uma área de pesquisa em ensino de ciências que tem como foco a investigação deste tipo de concepções (ZYLBERSZTAJN, 1983). Desde então, estudos tem evidenciado que crianças e adolescentes desenvolvem e trazem para as salas de aula concepções arraigadas a respeito de fenômenos físicos.

Neste sentido, estas pesquisas demonstram que tais concepções (na forma de expectativas, crenças, princípios intuitivos) abrangem uma grande quantidade de conceitos que fazem parte dos currículos de disciplinas científicas como o caso da Física. Tais noções são geralmente incorporadas à estrutura cognitiva do aluno, tornando-se resistentes a instrução (FORNAZA e WEBBER, 2014).

Muitas vezes, estas concepções não apresentam características coerentes com os conceitos físicos estudados, e acabam se efetivando como concepções que não representam a realidade.

Diante disso, Balacheff (2013) acrescenta ainda que ao analisar o comportamento dos alunos, deve-se considerar a existência de estruturas mentais contraditórias e incorretas do ponto de vista de um observador. Tais estruturas mentais, entretanto, podem ser consideradas coerentes quando aplicadas a contextos particulares.

De modo geral, são muitos os trabalhos que foram realizados em sala de aula e que apontam a presença de concepções alternativas sobre fenômenos como movimento, gravidade e outros (NARDI e CARVALHO, 1996; ZYLBERSZTAJN, 1983). Tais trabalhos, além de descreverem experimentos relevantes, servem de ponto de partida para a construção de uma base preliminar sobre essas concepções. Outros estudos (HASWEH, 1996; HEWSON, KERBY e COOK, 1995 MELLADO, 1996) têm mostrado a persistência de concepções alternativas nas ciências ao longo dos anos, além de discutir sua influência sobre a prática docente (LAWDEN, 2004; MARTINS e PACCA, 2005).

É importante destacar que estas discussões visam unicamente propor alternativas factíveis para que o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Física por exemplo, possam se efetivar de uma maneira em que os alunos compreendam da melhor forma possível, ou de maneira significativa, as teorias e fenômenos e correlaciona-las com sua realidade.

Espera-se que o ensino de Física contribua para a formação de uma cultura científica efetiva que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza e o homem, como parte da própria natureza em transformação (MARTINS e PACCA, 2005, p. 310).

Neste sentido, espera-se que por meio das aulas de física, os alunos possam ter uma melhor compreensão do mundo por meio das observações de conceitos e fenômenos experimentados na prática. É importante levar em consideração aquilo que o aluno já apresenta de bagagem de conhecimento, e assim, permitir que eles possam de forma efetiva integra-los com os conteúdos que são ensinados na escola.

1.2.2 Sobre a atividade prática no ensino de Física

Para Souza (2011), o ensino de física deveria ser aprimorado levando em consideração as necessidades impostas pela sociedade do século XXI. Pelo menos este pensamento é consoante ao desejo das políticas públicas expressas em muitos documentos oficiais produzidos com o objetivo de promover e subsidiar as necessárias mudanças. Por exemplo, as Orientações para o Ensino Médio (OCEM) e Brasil (2006, p.45) assinalam que “É importante que os métodos de ensino sejam modificados, capacitando o aluno a responder a perguntas e a procurar as informações necessárias, para utilizá-las nos contextos em que forem solicitados”.

Diante disso, Santos e Menezes (2005) afirmam que é importante reconhecer que o conhecimento da Física “em si mesmo” não deve ser tratado como o objetivo final, mas deve ser entendido como um meio, um instrumento que permita a compreensão do mundo, podendo ser prático e que possa refletir no aluno sua identidade de ser criativo, social, que possui habilidades e competências úteis a si mesmo e a sociedade.

Neste sentido, em se tratando da disciplina de Física, é difícil imaginar que se possa aprender a fazer ciência, ou aprender sobre ciência, sem realizar trabalhos práticos de laboratório e de campo, afastando-se de abordagens que impliquem na memorização de fórmulas matemáticas (SOUZA, 2011).

Em seu trabalho sobre o ensino de Física, o autor afirma que as abordagens tradicionais tendem a ignorar o fato de que muito da aprendizagem associada a realização de um experimento só se concretiza se as medidas e observações feitas pelos alunos forem relacionadas as ideias que eles têm (ou estão desenvolvendo) sobre o fenômeno estudado.

Sobre este aspecto, Fornaza e Webber (2014) afirmam que muitos conceitos científicos são extremamente difíceis de serem compreendidos pelos alunos do Ensino Fundamental e Médio quando trabalhados apenas de forma teórica em sala de aula. A compreensão superficial dos conceitos pode ser identificada quando se solicita aos alunos que expliquem certos conceitos ou fenômenos, como gravidade, o movimento dos corpos, atrito etc.

Diante desta perspectiva, Souza (2011) preconiza que exista um amplo consenso sobre a importância da utilização de atividades práticas no ensino de Física a fim de diminuir a deficiência de nossos alunos na compreensão de conceitos ligados a esta disciplina. Mas, por outro lado, constata-se críticas fortes e generalizadas sobre a maneira como essas atividades são normalmente implementadas nos laboratórios.

Sobre as aulas de Física desenvolvidas no laboratório, o autor afirma que geralmente: i - os alunos descrevem como perda de tempo; ii - as atividades são guiadas por roteiros

rigidamente estruturados e que estes conduzem os alunos a um objetivo que muitas vezes eles nem sabem onde vai chegar; iii - os alunos e professores preocupam-se em detalhes operacionais da montagem do experimento e da tomada de dados; iv - exista pouco tempo para a refutação dos dados; e v - a preocupação dos alunos no laboratório é “cumprir tarefas”.

Há que se considerar que a física é uma ciência que tem amplo desenvolvimento no campo experimental, que lida com o mundo material, e muitas concepções que os alunos trazem consigo do mundo real, são de certa forma concepções equivocadas a respeito de teorias e fenômenos físicos.

Neste contexto, acredita-se que as aulas práticas na Física apresentem um papel importante para promover o desenvolvimento de competências que consideramos úteis não apenas na escola, mas também na vida, permitindo que se desfaça qualquer visão inapropriada e ingênua por parte dos alunos de que a física seja um amontoado de fórmulas a serem memorizadas e aplicadas sem o mínimo critério.

1.2 O ensino da Cinemática

Souza (2011) em seu trabalho sobre os conceitos da Cinemática, acredita que ela seja extremamente importante no 1º ano do Ensino Médio por ter uma função propedêutica. A partir da cinemática é possível compreender aspectos importantes da dinâmica, das leis de Newton e suas aplicações do eletromagnetismo etc.

Ele ainda enfatiza que a cinemática tem um papel fundamental na caracterização e efetiva utilização da linguagem matemática no desenvolvimento e estudo das ciências físicas, como bem aponta Gaspar (1994, p.9).

[...] a responsável maior pelo sucesso da cinemática no Ensino Médio, é a ponte que ela estabelece com a matemática, com as equações do Ensino Fundamental e Ensino Médio cujo estudo, em geral, se desenvolve paralelamente ao estudo dos movimentos, às vezes até com o mesmo professor. O estudo da cinemática, quando descreve movimentos através de equações, tem um papel relevante na compreensão da utilização da matemática como ferramenta básica para o estudo da Física. Aliás, nesse sentido, não nos lembramos de outro tópico que possa substituí-la de forma tão adequada e oportuna.

Espera-se que o ensino da cinemática careça de realidade assim como afirma Pietrocola (2005, p. 56).

[...] a cinemática, um dos primeiros tópicos tratados neste contexto (do ensino tradicional de Física no Ensino Médio). Ele é destinado ao estudo dos movimentos de corpos e inicia-se invariavelmente com o estudo do ponto material. Porém, quem já teve a oportunidade de observar o movimento de um ponto material no seu cotidiano? Na verdade, os pontos mais conhecidos aparecem nos livros e geralmente encontram-se parados! Os alunos devem se perguntar: “Mas que coisa é esta que meu professor quer que eu aprenda?” Para que estudar o movimento de uma coisa que na realidade sequer existe?

É preciso pensar em um estudo da cinemática que permita imprimir nos alunos um legado mais amplo do que a definição de velocidade, $\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$, e aceleração, $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$.

Aqueles que estudam Cinemática deveriam ser capazes de comparar velocidades de corpos de diferentes naturezas, julgar se uma ultrapassagem é ou não segura, entender como a largada pode influenciar o resultado de uma corrida, reconhecer agentes responsáveis por acelerar as coisas etc.

No que se refere à cinemática, em especial o estudo dos conceitos de velocidade e aceleração no início do 1º ano do Ensino Médio, é esperado que este possa ajudar a desenvolver as competências necessárias para resgatar habilidades dos estudantes que eventualmente tenham sido perdidas durante o Ensino Fundamental, como por exemplo a utilização da intuição na resolução de problemas.

Neste sentido, o PCN+ preconiza que existe a necessidade de reduzir o espaço entre a cinemática e a vida:

Estudar os movimentos requer inicialmente, identifica-los, classifica-los, aprendendo formas adequadas para descrever movimentos reais, de objetos- carros, animais, estrelas, ou outros. Mas requer, sobretudo, associá-los às causas que lhes dão origem, às interações que os originam, a suas variações e transformações. Como prever trajetórias ou movimentos após colisões, freadas, quedas? Que materiais escolher para minimizar os efeitos de uma colisão? Quais recursos utilizar para aumentar a eficiência do trabalho mecânico humano, em termos de máquinas e ferramentas? (BRASIL, 2002, p. 71-72).

Por sua relevância dentro dos conceitos apresentados na disciplina de Física, a cinemática necessita de uma maior atenção tendo em vista que sua efetiva compreensão serve de aporte para os conceitos que são abordados dentro da mecânica.

Diante do cenário apresentado, sabemos que o conceito da cinemática representa uma pequena parcela do conhecimento necessário aos alunos para a compreensão de teorias e fenômenos científicos que permeiam a física.

Se estamos distantes de práticas educativas que permitam nossos alunos compreenderem os conceitos de velocidade e aceleração de forma contextualizada com sua realidade, se faz necessário repensar as estratégias de ensino na iminência de que estes conteúdos possam fazer algum sentido para a vida destes indivíduos, não estando mais dissociados ou apenas guardados de forma arbitrária na estrutura cognitiva dos alunos.

1.3 O que dizem os Professores de Física do 1º ano do Ensino Médio

Um outro ponto a ser observado, além das pesquisas da área do ensino de física, é o que observam os professores do 1º ano do Ensino Médio que ministram a disciplina de Física: “As

situações que os professores são obrigados a enfrentar (e a resolver) apresentam características únicas, exigindo portanto, respostas únicas [...]” (NÓVOA, 1997, p. 27).

Na perspectiva de um diagnóstico situacional para saber quais as dificuldades apresentadas pelos alunos egressos do 9º ano do Ensino Fundamental, matriculados no 1º ano do Ensino Médio, sobre conceitos da cinemática, entrevistamos dois professores de Física (Professor A e professor B) de uma mesma escola pública da cidade de Manaus que ministram aulas para esses alunos.

Por meio de uma entrevista semiestruturada (gravadas em áudio e transcritas) fizemos as seguintes perguntas: (i) no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de cinemática, que dificuldades podem ser evidenciadas nesse processo? (ii) as dificuldades estão associadas a que fatores? E na tentativa de identificar como os professores enfrentam as dificuldades, perguntamos: (iii) que tipo de atividades e recurso você utiliza no ensino da cinemática?

O processo de análise das respostas dadas pelos professores não teve a pretensão de seguir o que é exigido pela técnica de análise de conteúdo. Contudo, utilizamos alguns elementos norteadores encontrados no trabalho de Caregnato e Mutti (2006) para que pudessemos ter uma compreensão mínima a respeito do que disseram os professores quando perguntados.

Inicialmente elaboramos as questões que entendemos serem fontes de informação para subsidiar nossa pesquisa quanto a temática ensino da cinemática. Definimos que as informações seriam coletadas por meio de uma entrevista semiestruturada individual. A resposta dada pelos professores constituiu o material a ser analisado. A seguir, exploramos o material por meio da leitura buscando identificar problemas ou perspectivas sobre o ensino da cinemática. Por fim, selecionamos trechos do material segundo sua semelhança e características que dizem respeito aos problemas levantados pelos professores.

Quando perguntados sobre as dificuldades que poderiam ser evidenciadas no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de cinemática, pudemos perceber no depoimento de ambos os professores, que os alunos já trazem na bagagem, dificuldades no entendimento de situações problemas que envolvam operações básicas da matemática:

[...] há vários fatores que vão somando por exemplo a questão da matemática, como é mal trabalhada lá no ensino fundamenta, quando ele chega aqui ele não tem base matemática, não sabe fazer as operações básicas, não sabe identificar uma figura geométrica, não sabe identificar um tipo de função não sabe elaborar um gráfico, quer dizer são fatores que ele deveria ter pelo menos uma introdução lá atrás [...] (Professor A, Entrevista, 2016).

Ao que também colabora com as observações realizadas pelo professor A, o professor B acredita que esta dificuldade já é evidenciada em vários posicionamentos de professores de Física no Ensino Médio:

[...] a dificuldade clássica, que aparece, aquela famosa, argumento de professores que os alunos não sabem a matemática, isso também é quase que um clichê nessa parte de cinemática, que os alunos de fato não conhecem função de primeiro grau, de segundo grau, tem dificuldade em fazer uma conversão de unidade, coisa que lá no ensino fundamental se aprende no quinto ou sexto ano, chega no primeiro ano do ensino médio eles não lembram mais como se transforma do quilometro pra metro, querem fazer aquelas tabelinhas lá do ensino básico que vai do quilometro até o milímetro passando , hectômetro, decâmetro, ele não consegue logo associar direto, 1 quilometro tem mil metros e assim fazer, trabalhar com as ordens de grandezas das medidas [...] (Professor B, Entrevista, 2016).

Tratando mais especificamente sobre os conceitos ligados a cinemática, o professor B apresenta em seu discurso, que além da base matemática, os alunos não apresentam conhecimentos sólidos sobre, por exemplo, referencial, posição, deslocamento, espaço e tempo:

[...] os alunos não sabem por exemplo se você der uma estrada, não sabem delimitar origem, um marco zero do movimento, então a primeira coisa para se ter um movimento é preciso ter uma origem, tem que ter, a trajetória tem que ter um sentido, e essa noção de trajetória, de espaço, de referencial, é a primeira dificuldade que eu encontro no processo, a primeira dificuldade, e aí a segunda dificuldade vem na noção mesmo, na noção do que é um espaço e do que é um tempo que já vem depois do conceito de referencial, a associação de uma distância do espaço percorrido, o tempo necessário para pra fazer aquela atividade, como você pode alterar o tempo nesse percurso, e de que maneira a aceleração atua no processo [...] (Professor B, Entrevista, 2016).

Quando perguntados a que fatores estariam ligadas estas dificuldades no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos relacionados a cinemática no 1º ano do Ensino Médio, é possível verificar no depoimento do professor B, que parte desta “deficiência” está diretamente relacionada aos professores de “Ciências” no 9º ano do Ensino Fundamental:

[...] o professor de física no ensino fundamental, são professores de ciências, e as vezes eles tenta relativizar o ensino da nona serie temas matemáticos, e exatamente aí eu vejo uma primeira lacuna, o aluno passa pelo ensino fundamental, não estudando os conceitos, ele passa praticamente sendo vista apenas a parte matemática da física [...]. [...] é muito comum pegar os alunos egressos da nona serie, com dificuldades em física exatamente porque no ensino fundamental, foi focada somente essa parte matemática e foi deixado de lado a parte conceitual [...] (Professor B, Entrevista, 2016).

Ainda sobre estes fatores, o professor A, acredita que deva-se levar em consideração a idade com que esses alunos estão saindo do Ensino Fundamental e ingressando no Ensino Médio:

[...] Outro fator, é a idade, é um fator relevante para que a gente possa analisar, não subestimar a capacidade desse aluno, que tem aluno que absorve coisa muito cedo, mas o problema como tá sendo trabalhado lá na base, que as vezes o professor mandando pra frente, por mais que eu sei que tem aluno que é bom, que chega aqui e tem um grau de entendimento razoável, mas em geral mais de 80% não tem, porque

eles vão sendo empurrados a frente e na verdade o que acontece, não traz consigo aquilo que deveria trazer [...] (Professor A, Entrevista, 2016).

Na perspectiva de identificar como os professores entrevistados abordavam os conceitos ligados a cinemática durante suas aulas, é possível verificar que eles nitidamente levam para sala de aula exemplificações de situações do dia a dia para tentar sanar as dificuldades encontradas pelos alunos na compreensão dos fenômenos ligados aos conceitos:

[...] quando eu estou trabalhando, eu mostro, eu lanço, se eu tiver um pedaço de papel, lanço pra cima, atiro obliquamente, horizontalmente, eu faço de tudo para que eles enxerguem, então eu pego no caso "eu corro" eu mostro, eu recorro entre as cadeiras pra mostrar o tipo de trajetória, então tudo isso o aluno vê que não é coisa extraordinária, mas é o dia a dia dele, é a caminhada diária dele, por que eu digo pra ele, física é nossa caminha diária, tudo que você faz, você aplica a física [...]. [...] eu cito corrida de carro, eu cito uma pessoa caminhando, e mostro o avião, trajetória, referencial porque as vezes não tem essa dimensão, ele não consegue visualizar, uma coisa que é fundamental, é questão do referencial, se você não tem um referencial pra você verificar se o carro está em movimento ou em repouso, ou que tipo de movimento, qual a variação, qual o espaço [...] (Professor A, Entrevista, 2016).

Diante desta mesma situação, o professor B afirma que a utilização de recursos visuais, já fizeram parte de seus métodos para mostrar aos alunos exemplos concretos sobre os conceitos que eram abordados. Na ausência de um laboratório dedicado aos experimentos de Física, o professor acrescenta que hoje, após a conclusão do seu mestrado em Física, passou a utilizar recursos alternativos para que os alunos possam observar na prática os fenômenos estudados dentro da cinemática:

[...] vou dividir minha fase profissional, antes, como é que era antes, antes, era mostrando um vídeo, uma animação, né ainda na época do retroprojeter, mostrava uma imagem, não temos, ainda não temos um laboratório de física aqui, no campus, então meus recursos utilizados pela cinemática, naquela época era mais visuais [...]. [...] após o mestrado, os recursos mudaram, drasticamente, durante o mestrado, hoje por exemplo, os alunos já fazem animações, eles, eu levo eles pro laboratório de informática, usam simuladores de cinemática, utilizo recursos de vídeo [...]. [...] então hoje, as atividades, de cinemática, para substituir a parte do laboratório físico, utilizamos hoje, os laboratórios virtuais, que tem vários repositórios de informática, de cinemática, hoje existem vários. (Professor B, Entrevista, 2016).

Com base na análise feita, as respostas dadas pelos professores sobre quais dificuldades apresentadas pelos alunos quando iniciam seus estudos na cinemática escalar apontam: (i) em saber a diferença entre movimento e repouso em relação a um referencial adotado, (ii) em saber a diferença entre trajetória e descolamento, (iii) para identificar as grandezas relevantes para a observação do movimento (retilíneo), (iv) em caracterizar a diferença entre tipos de movimento, (v) em saber a unidade de medida das grandezas físicas e (vi) de efetuar operações matemáticas envolvendo funções de 1º e 2º graus.

Estas dificuldades, no caso da Física, podem se caracterizar, segundo Pozo e Crespo (2009, p. 191), devido:

[...] a grande familiaridade do aluno com os conteúdos envolvidos, o que faz com que ele tenha numerosas ideias prévias e opiniões que resultam, de modo geral, úteis para compreender o comportamento da natureza, mas que competem, na maioria das vezes com vantagem, com aquilo que é ensinado na escola.

A falta de exercícios práticos que visam a observação de fenômenos, ou pela priorização de atividades que levem apenas em consideração aspectos de natureza da matemática, em detrimento as questões conceituais, em que os alunos possam de fato fazer relação do que se observa nos experimentos, nas teorias, com o seu dia a dia, pode agravar este quadro.

Entendemos que aquilo que os professores indicam como dificuldades apresentadas pelos alunos recém ingressados no 1º ano do Ensino Médio requer, para minimizá-las, que se trabalhe no contexto da cinemática, em nível introdutório, os conceitos de velocidade e aceleração. Pois nesses, o aluno tem a oportunidade de ver (ou rever) o que é referencial, posição, repouso, deslocamento, trajetória, movimento, conhecer (ou reconhecer) alguns tipos de movimento, conhecer (ou reconhecer) o que dizem os gráficos a respeito de um dado movimento, além, é claro, das unidades de medidas adotadas.

1.4 O problema emergente, a proposta e seu objetivo

Com base nas discussões apresentadas e da entrevista com os professores, a elaboração de uma sequência didática baseada na inserção da robótica educacional pode promover uma aprendizagem significativa de conceitos da cinemática?

Para responder esta pergunta propomos um conjunto de atividades a partir de questões que nos remetem ao problema a partir da seguinte proposição: o ensino de conceitos da cinemática por meio da inserção da robótica educacional no processo educativo dos alunos do 1º ano do Ensino Médio pode propiciar uma aprendizagem significativa dos conceitos de velocidade e aceleração, que são conceitos inclusivos a unidades de medidas, referencial, posição, repouso, deslocamento, trajetória, movimento e os gráficos a respeito de um dado movimento. As questões propostas foram: (i) A elaboração de uma sequência didática utilizando a robótica educacional pode elevar o grau de assimilação dos conceitos de velocidade e aceleração? (ii) Uma sequência didática estruturada com base no diagnóstico de conceitos prévios tidos pelos alunos pode contribuir para uma aprendizagem significativa sobre velocidade e aceleração? (iii) A utilização de métodos que envolvam atividades práticas por meio da robótica educacional pode favorecer a aprendizagem significativa dos conceitos de velocidade e aceleração?

Esta proposta é composta contendo um conjunto de quatro atividades:

Na primeira atividade analisamos as respostas dadas pelos alunos matriculados no 1^a ano do Ensino Médio de uma escola pública na cidade de Manaus por meio de dois instrumentos: questionário sobre questões envolvendo os conceitos de velocidade e aceleração, com caráter de pré-teste, e a construção de mapa conceitual na perspectiva de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos a serem estudados.

Na segunda atividade elaboramos um plano de implementação da sequência didática observando pressupostos da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) e elementos do Alinhamento Construtivo (BIGGS; TANG, 2011 apud MENDONÇA, 2015) que nortearam a elaboração do plano de aplicação. Esta atividade contou ainda com a elaboração de uma planilha eletrônica, com base de dados gerada utilizando o Excel.

Na terceira atividade implementamos a sequência didática utilizando como recurso tecnológico a plataforma de robótica MODELIX tendo incorporado os aplicativos *Sensor Kinetics Pro* e *VirtualDub*.

A quarta atividade contou com a coleta e análise de dados. Os dados foram coletados por meio de questionário de caráter pós-teste e a reconstrução do mapa conceitual.

No entanto, o que pretendemos com esta proposta? Temos objetivos para atender a visão geral da proposta e específicos focados nas atividades descritas. Assim, definimos como objetivo deste trabalho elaborar uma sequência didática utilizando a robótica educacional como ferramenta de suporte ao ensino e aprendizagem do conteúdo de cinemática no 1^o ano do Ensino Médio. E para isso foi necessário identificar os conhecimentos prévios sobre velocidade e aceleração escalares; elaborar uma sequência didática apoiada na robótica educacional para aprendizagem significativa de conceitos da cinemática utilizando a plataforma MODELIX e os aplicativos *Sensor Kinetics Pro* e *VirtualDub*, aplicar a sequência didática com alunos egressos do 9^o ano do Ensino Fundamental matriculados no 1^o ano do Ensino Médio e analisar os resultados da aplicação da sequência didática.

Esperamos com esta proposta contribuir para maximizar o desempenho dos alunos do 1^o ano do Ensino Médio nos seus estudos iniciais da Física.

Capítulo 2 – Recursos tecnológicos para o ensino da Física

2.1 Fundamentos da Robótica Educacional

Atualmente, diversos são os artefatos técnicos e tecnológicos que têm sido evidenciados em ações educacionais, variando de microcomputadores, celulares, tablets, entre outros. Uma destas tecnologias que tem ganhado grande destaque em estudos envolvendo tecnologias educacionais, é a robótica.

No campo da educação a robótica tem se apresentado com algumas nomenclaturas diferentes, mas de modo geral, canalizam para a mesma finalidade. Neste sentido, Costa Junior e Barreto (2015) definem robótica educacional ou robótica pedagógica como sendo uma ferramenta de aprendizagem que se baseia na construção e utilização de sistemas constituídos por modelos.

Esses modelos são robôs que em sua essência são constituídos de diferentes tipos de mecanismos e que realizam atividades de natureza física, tais como, movimento de um braço mecânico, levantamento de objetos etc. (BACAROGLO, 2005).

Nesta perspectiva, Santos e Menezes (2005, p. 2747) ainda corroboram definindo a robótica educacional como:

[...] um ambiente onde o aprendiz tenha acesso a computadores, componentes eletromecânicos (motores, engrenagens, sensores, rodas, etc.), eletrônicos (Interface de Hardware) e um ambiente de programação para que os componentes acima possam funcionar, como acionar os motores fazendo-os girar no sentido horário ou anti-horário, fazer o reconhecimento do estado dos sensores para que alguma ação seja executada.

A ideia de utilizar a robótica para fins educacionais surgiu dos estudos propostos pelo matemático Seymour Papert ao desenvolver a linguagem LOGO na década de 60 no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Seu trabalho foi fundamentado na teoria piagetiana, que propõe um aprendizado baseado nas diferenças individuais, na reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem e na lógica do pensamento.

Com base na teoria construtivista defendida por Piaget e Vygotsky, Papert (2008) defende a ideia de que os seres humanos aprendem melhor quando são envolvidos no planejamento e na construção dos objetos.

Papert (2008), afirma que os indivíduos são aprendizes inatos e construtores de seu próprio conhecimento. Ele preconiza que qualquer assunto é simples de aprender se a pessoa consegue incorporá-lo ao seu arsenal de modelos. A criança deve ser vista “como um construtor”, ou seja, a instrução formal fornece os conteúdos necessários para a construção e reestruturação dos conhecimentos preexistentes. A velocidade com que essa construção é feita

está fortemente ligada à quantidade de materiais (conteúdos) acessíveis e à sua utilização de maneira eficaz. É natural pensar-se em situações de aprendizagem que envolvam a realização de tarefas ou a construção de objetos (físicos ou virtuais), sendo esta uma maneira para interpretar como as ideias se formam e se transformam influenciadas pelo meio. Segundo ele, este processo permite que o conhecimento seja situado pelo aluno, e que todo o processo de interação dele com o meio seja o catalizador para que a aprendizagem possa se efetivar.

Para Papert (2008), a educação tradicional codifica o conhecimento e informa ao aluno apenas o necessário. Ele acredita que uma proposta construtivista moderna mediada pelas tecnologias deve partir da suposição de que os alunos necessitam buscar o conhecimento específico de que precisam por si só, sendo subsidiada pela educação formal e assim apoiada de forma moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços.

Diante disso, a essência de sua ideia que ficou amplamente conhecida como construcionismo, era criar um ambiente de aprendizagem em que o conhecimento não fosse apenas passado para o aprendiz, mas onde ele, interagindo com os objetos pudesse manipular e desenvolver outros conceitos.

Com base nisto, Gomes (2007, p. 130) aponta cinco vantagens para se aliar a robótica em atividades de contexto escolar:

I - Transforma a aprendizagem em algo motivador, tornando bastante acessíveis os princípios de Ciência e Tecnologia aos alunos; II - Permite testar em um equipamento físico o que os estudantes aprenderam utilizando programas modelos que simulam o mundo real; III - Ajuda à superação de limitações de comunicação, fazendo com que o aluno verbalize seus conhecimentos e suas experiências e desenvolva sua capacidade de argumentar e contra argumentar; IV - Desenvolve o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos; V - Favorece a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como: matemática, física, eletrônica, mecânica e arquitetura.

Nesta perspectiva, a robótica educacional permite reproduzir os problemas do dia a dia propiciando um contexto mais significativo e motivador. Ela permite situações de ensino e aprendizagem, capazes de propiciar uma efetiva integração de conceitos matemáticos com fenômenos físicos, sensores, motores e programação. Além disso, a robótica educacional pode favorecer atividades de pesquisa, o desenvolvimento da capacidade crítica, o senso do saber, a resolução de problemas e o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional.

É sob esta perspectiva, no contexto de manifestação da tecnologia na escola, que a robótica educacional tem se apresentado como um recurso potencializador da aprendizagem, sendo considerada uma das dez áreas mais importantes de pesquisa no mundo (TRENTIN; TEIXEIRA; ROSA; 2013).

Diante desta perspectiva, este recurso é apresentado neste trabalho como uma alternativa capaz de propiciar um ambiente favorável para interconexões educacionais, em que seja possível estabelecer universos que possibilitem uma abordagem de conceitos da cinemática e que vislumbrem uma maior proximidade ao contexto dos alunos. Sob estes argumentos, autores como Zilli (2004) acreditam que a robótica educacional pode contribuir para o desenvolvimento de experimentações para as aulas de Física.

2.2 Algumas experiências da robótica no ensino da Física

Um dos objetivos principais das estratégias de ensino que utilizam a robótica é levar até as escolas recursos e ambientes tecnológicos, que vão além de computadores e softwares.

A robótica apresenta grande potencial como ferramenta interdisciplinar, visto que a construção e utilização de protótipos, em geral, faz com que o aluno questione e seja capaz de relacionar diferentes conhecimentos e aptidões nas mais variadas áreas do conhecimento.

Neste sentido, Benitti et al.(2009) consideram esta ferramenta como uma forma de viabilizar o conhecimento científico-tecnológico e, ao mesmo tempo estimular a criatividade e a experimentação com um forte apelo lúdico.

Outros trabalhos reafirmam que através da robótica educacional, os estudantes poderão explorar novas ideias e descobrir novos caminhos na aplicação de conceitos adquiridos em sala de aula e na resolução de problemas, desenvolvendo a capacidade de identificar conceitos, elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões (OLIVEIRA, 2007; SANTOS e MENEZES, 2005; CRUZ et al., 2007).

Além disso, a robótica educacional pode evidenciar habilidades e competências que exijam dos alunos a busca por soluções que integrem conceitos e aplicações de outras disciplinas, tais como: matemática, física, mecânica, eletrônica, design e informática (TRENTIN; TEIXEIRA; ROSA; 2013).

Com base neste argumento, os autores afirmam que a robótica educacional pode contribuir para o desenvolvimento de experimentações nas aulas de Física.

Ensinar Física, por exemplo, limitando-se ao quadro branco ou aos livros didáticos, é totalmente diferente de ensinar os mesmos tópicos sob o ponto de vista da utilização de robôs. Estudar aceleração, velocidade, lançamento, utilizando um dispositivo eletrônico que permite manipular e criar possibilidades, terá repercussão maior na aprendizagem em relação ao ensino em quadro e em livro-didático (TRENTIN *et al.*, 2013, p. 233).

Diversos estudos têm apresentado experiências inovadoras utilizando a robótica educacional como recurso tecnológico para uma melhor compreensão de conceitos físicos através de estratégias de ensino embasadas na construção e utilização de protótipos robóticos

(SANTOS; MENEZES, 2005; FORNAZA; WEBBER, 2014; BENITTI *et al.*, 2009; TRENTIN *et al.*, 2013).

Em seu trabalho, Santos e Menezes (2005) apresentam resultados de um experimento com a robótica educacional na perspectiva do ensino de Física. A ideia principal do trabalho era elaborar uma proposta de ensino que estivesse vinculada à experiência cotidiana dos estudantes, procurando apresentar a eles a Física como um instrumento de melhor compreensão e atuação na realidade. A proposta tinha por finalidade observar como ocorre a tomada de consciência dos conceitos da Física introduzidos na 8ª série do Ensino Fundamental, a partir de atividades experimentais e teóricas, baseadas em desafios e apoiadas em um ambiente de robótica educacional. Os conceitos explorados foram: velocidade, espaço, tempo, atrito, força, relação de engrenagens, peso, aceleração, energia potencial e energia mecânica.

Inicialmente, através de diagnóstico realizado, os autores afirmam que foi possível perceber que a maioria dos alunos não tinha um entendimento concreto sobre os conceitos, respondendo às vezes vagamente, ou assumindo não ter ideia do que poderia ser e até mesmo respondendo filosoficamente as questões. Ao final da execução das atividades, o mesmo diagnóstico foi realizado e as respostas foram bem mais consistentes e foi possível observar as mudanças que ocorreram no entendimento dos conceitos abordados.

Em outro contexto, a fim de investigar as concepções iniciais dos alunos sobre conceitos de Física, Fornaza e Webber (2014) apresentam em seu trabalho os resultados de um experimento de natureza teórico-prática realizado com 11 alunos de 5º ano (entre 11 e 12 anos). O experimento foi realizado em três etapas: i) primeira etapa consistiu em apresentar aos alunos seis questões a fim de obter suas concepções iniciais sobre os conceitos de gravidade e atrito. Nelas foi solicitado a cada aluno individualmente escrever o que aconteceria com um veículo em situações de inércia, queda livre e deslocamento em diferentes tipos de solo; ii) na segunda etapa o professor prosseguiu com uma explanação sobre os conceitos de gravidade, movimento e atrito. Durante a explanação o professor se valeu de materiais dos kits Lego *Mindstorms*² e vídeos educacionais. Os alunos fizeram diversos questionamentos, e foram orientados sobre a formação de grupos para a etapa três; iii) terceira etapa os alunos formaram equipes de três ou quatro integrantes, assumindo cada aluno uma função (um construtor, um ou dois organizadores e um relator).

Os alunos foram orientados a descrever primeiramente, o roteiro da montagem e, em seguida, proceder com descrição das peças e realização dos testes. Tanto o relatório quanto o

² LEGO Mindstorms é uma linha do brinquedo LEGO, lançada comercialmente em 1998, voltada para a Educação tecnológica.

protótipo desenvolvido deveriam contribuir para a aprendizagem dos conceitos de gravidade e atrito, levando em conta a experiência dos alunos e o conhecimento prévio. As equipes foram desafiadas a montar um carrinho simples usando rodas, eixos, engrenagens, blocos, conectores, polias e realizar os testes propostos. Os cenários de teste compreendiam em observar o movimento do carro em situações de queda livre, rampa, inércia e deslocamento sobre material simulando carpete, grama, asfalto e estrada de cascalho. Após a montagem e a descrição do relatório, os alunos de cada equipe apresentaram seus protótipos para os colegas das demais equipes.

Como resultado, os autores afirmam que por meio dos experimentos envolvendo os conceitos da Física, foi possível identificar concepções equivocadas dos alunos sobre os conceitos abordados e trabalhar de forma prática a fim de desestabilizá-las.

No trabalho de Trentin et al., (2013), é apresentada uma proposta didática de utilização da robótica educacional como ferramenta para abordar os conteúdos de deslocamento, trajetória e velocidade média. Em sua proposta, os autores descrevem um modelo de carrinho robótico parametrizável, permitindo a customização de distâncias e ângulos para realizar seu deslocamento. Tal dispositivo autônomo receberia os parâmetros (distâncias e ângulos) via wireless, a partir das opções de valores feitas pelos estudantes, diretamente digitadas no computador. O protótipo apresentado foi concebido a partir da utilização de um micro controlador Arduino³, sendo dotado de um sensor de ultrassom, para poder desviar automaticamente de obstáculos e sensores de cor para seguir uma trilha.

Em essência, o trabalho não enfatiza resultados práticos de aplicação dos artefatos descritos, mas apresenta a robótica como possibilidade de utilização no contexto educacional, enquanto ferramenta didática e elemento mediador dos saberes específicos da área de Ciências na Educação Básica.

2.3 A plataforma de robótica MODELIX

O Modelix é uma plataforma de prototipagem robótica desenvolvida no Brasil pela Modelix Robotics, presente em instituições de ensino com seu Kit Educacional Modelix (Modelix Robotics, 2016), que visa o desenvolvimento de projetos de robótica para diferentes níveis educacionais.

Costa Jr. e Guedes (2015) em análise realizada sobre kits de robótica para atividades educacionais apresentam uma descrição sobre as principais características da plataforma

³ Plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre.

Modelix Robotics: (i) visa o desenvolvimento de projetos de robótica para diferentes níveis educacionais, e (ii) em sua versão com micro controlador 3.6, o Combo 8 (nome do kit para implantação em programas nas escolas) possui dispositivos eletrônicos (micro controlador, motores, sensores, display, fonte de alimentação, dentre outros) e mecânicos (rodas, engrenagens, polias, componentes estruturais e diversos outros), assim como uma ferramenta de programação baseada em fluxogramas que descrevem o que o robô deve fazer.

O Combo 8 ainda dispõe de material pedagógico para auxiliar no processo de implantação da robótica educacional dentro das escolas. Entre os materiais, podemos encontrar: Sugestões de projetos, vídeo aulas sobre eletrônica e mecânica, manuais de montagem e circuitos elétricos, exemplos de programação em fluxogramas e guia de referência sobre as funcionalidades do *Modelix System*.

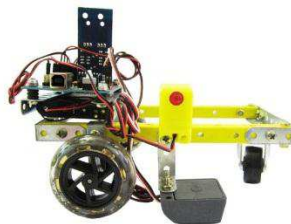
Instalado em um computador, o software *Modelix System* permite organizar as instruções que o robô deve executar através da conexão de fluxogramas ou em modo de simulação de cenários.

No modo programação, o aluno constrói fluxogramas que descrevem o que o robô deve fazer, permitindo o controle de motores, sensores, luzes, dentre outros, com suporte para a detecção de erros. Após a construção do fluxograma, o programa pode ser transferido para o micro controlador e ser executado pelo robô.

No modo de simulação de cenário, ambientes reais como, por exemplo, uma casa automática ou um trem de passageiros são simulados e controlados por uma rotina de programação. Neste modo, o cenário é simulado virtualmente, dispensando o uso de robôs ou outros componentes físicos.

Por meio da utilização desta plataforma, neste trabalho é sugerida a construção de um robô modelo para que seja utilizado na realização dos experimentos sobre os conceitos de velocidade e aceleração. Na Figura 1 é apresentado robô modelo projetado para a execução das atividades propostas neste trabalho. Uma descrição mais detalhada sobre os procedimentos e peças utilizadas na construção do protótipo pode ser observada no Apêndice A.

Figura 1 – Robô proposto para a execução dos experimentos.

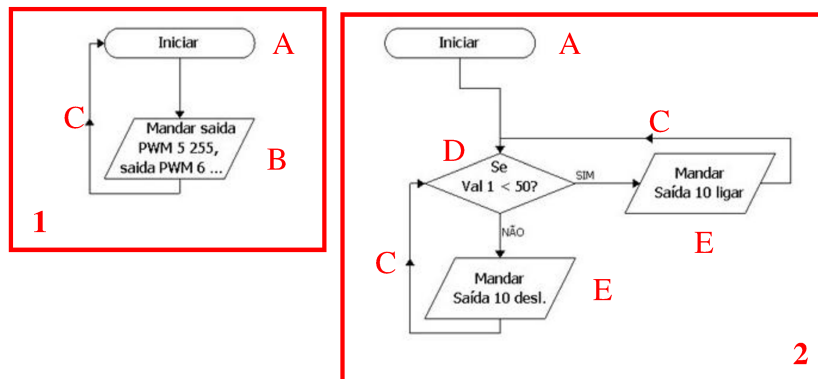


Fonte: Autor, 2017.

Neste trabalho utilizamos o modo programação em que definimos várias tarefas a serem realizadas pelo robô envolvendo os conceitos de velocidade e aceleração. As tarefas foram agrupadas em duas programações: (i) programa 1: o robô realiza movimento retilíneo com velocidade constante e (ii) programa 2: o robô realiza movimento retilíneo com velocidade variável.

No programa 1 (Movimento Retilíneo Uniforme), as instruções devem conduzir o robô a se locomover em velocidade constante da posição inicial até a posição final da trajetória. Ao longo de seu deslocamento, o robô deve ser capaz de identificar através de um sensor de luz, uma linha preta fixada em cada uma das posições da trajetória, e assim acender um LED enquanto estiver sobre a demarcação. Na Figura 2 é apresentado o exemplo da programação 1.

Figura 2 – Fluxograma da programação do experimento 1 – MRU.



Fonte: Autor, 2017.

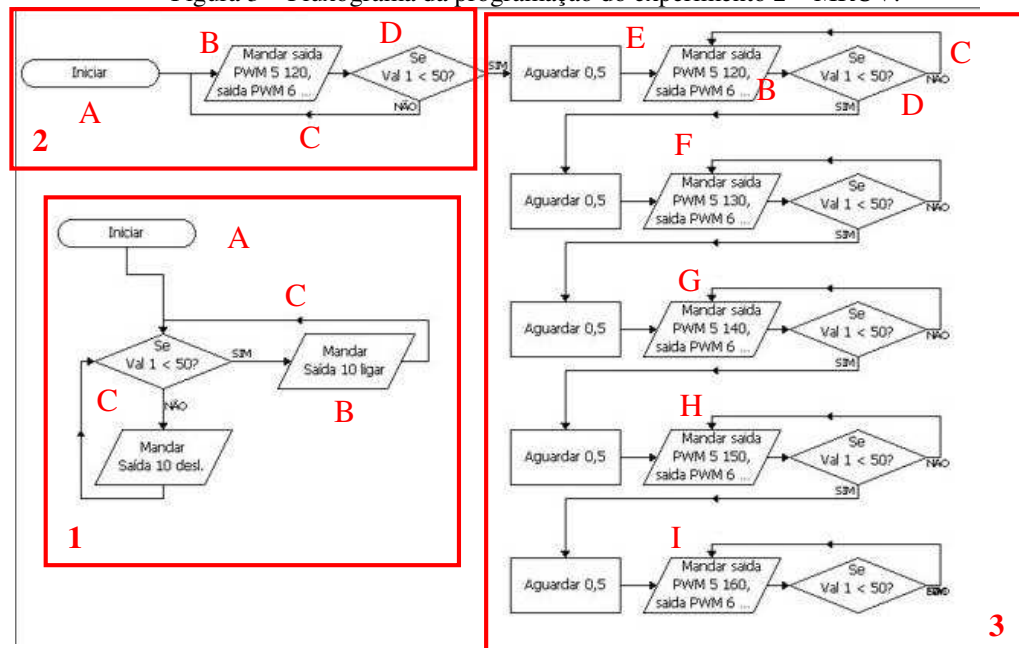
Na Figura 2, é possível identificar dois conjuntos de instruções que definem as ações que o robô deve desempenhar. No conjunto 1, os blocos dão a instrução para os motores do robô fixarem a potência máxima permitida pelo equipamento. O bloco A é responsável por inicializar a programação toda vez que o botão Power do micro controlador é acionado. O bloco B fixa e ativa a velocidade dos motores (Conectados na porta PWM 5 e 6) a assumirem o valor máximo permitido (o valor da porta analógica pode ser fixado em um valor que varia de 0 a 255). O item C, ilustra que a sequência dos blocos deve ser repetida em um *loop* infinito.

No conjunto 2, os blocos dão a instrução para que o LED disponível no robô seja acionado toda vez que o sensor de luz detectar uma linha preta no chão da trajetória. Neste conjunto, o bloco A desempenha a mesma função descrita anteriormente. No bloco D, é definido uma condição a ser testada toda vez que a programação do robô for iniciada. Nesta condição, um sensor de luz tem o papel de emitir uma luz sobre o chão da trajetória e medir a quantidade de luz refletida de volta ao sensor, e assim permitir a identificação da linha preta fixada nas posições. Toda vez que o sensor conectado na porta Val 1 ler um valor < 50 (indica

que existe uma variação no padrão de coloração da superfície onde está incidindo a luz do sensor) ele deve executar a instrução do bloco E (ligar porta 10 - LED), caso a condição não seja satisfeita, ele deve mudar o estado do bloco E para desligado. O item C, ilustra que a sequência dos blocos deve ser repetida em um *loop* infinito.

No programa 2 (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado), o robô deve se locomover em velocidade variada ao longo da trajetória. Para isso é sugerido que ao cruzar a linha preta (e identificada pelo sensor de luz) demarcada em uma posição, seja incrementada na velocidade dos motores uma porcentagem proporcional em todos os intervalos das posições. Toda vez que o robô cruzar uma linha preta fixada em cada uma das posições, ele também deverá acender um LED enquanto estiver sobre a demarcação. Na Figura 3 é apresentado o exemplo da programação 2.

Figura 3 – Fluxograma da programação do experimento 2 – MRUV.



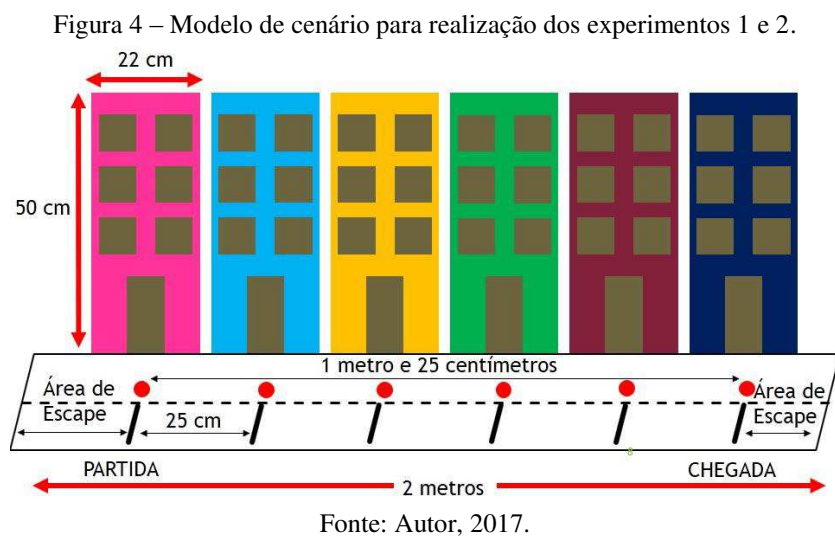
Fonte: Autor, 2017.

Na Figura 3, é possível identificar três conjuntos de instruções que definem as ações que o robô deve desempenhar. No conjunto 1, os blocos dão as mesmas instruções descritas no programa 1. No conjunto 2, os blocos dão instruções para que o robô inicie seu deslocamento pela trajetória antes de cruzar o ponto de partida. Para isso, o bloco A tem a responsabilidade de inicializar a programação toda vez que o botão Power do micro controlador é acionado. Em seguida, o bloco B tem a função de fixar a potência inicial dos motores (Conectados na porta PWM 5 e 6) em valor mínimo que permita o robô se locomover levando em consideração o seu

peso total. Uma condição (bloco D) foi fixada para que o robô identifique a primeira linha do trajeto e passe então a incrementar a velocidade toda vez que cruzar uma nova posição no trajeto. Caso essa condição não seja satisfeita, o valor inicial dos motores será mantido até que ele cruze a primeira linha.

No conjunto 3, os blocos dão instruções para que os motores do robô incrementem a velocidade toda vez que o sensor de luz identifique uma linha preta na trajetória. O bloco E é responsável por manter durante 0,5 segundos a velocidade anterior fixada nos motores. Esta instrução foi necessária para que o robô pudesse ultrapassar toda a linha preta impedindo que a próxima instrução (incremento na velocidade) não fosse executada enquanto o robô estivesse sobre a mesma linha preta. O bloco B instrui os motores (Conectados na porta PWM 5 e 6) incrementarem a potência em um novo valor. Neste caso, com a trajetória estabelecida em 6 posições, foram necessários organizar 5 instruções que representam um incremento na velocidade durante 5 intervalos entre as posições (os valores foram definidos com base no potencial elétrico dos motores). A primeira instrução mantém a mesma potência inicial fixada antes do cruzamento do ponto de partida. Somente nos blocos F, G, H e I os motores passam a assumir uma nova potência caso a condição (bloco D) de identificar a linha preta seja atendida. Caso a condição não seja atendida, o robô deve manter a mesma potência fixada pela instrução anterior (Item C).

Tendo também o propósito de abordar os conceitos de referencial, posição, repouso, deslocamento e trajetória foi construído um cenário para ser utilizado nos experimentos. Na figura 4 é apresentado o modelo de cenário construído para a realização dos experimentos.

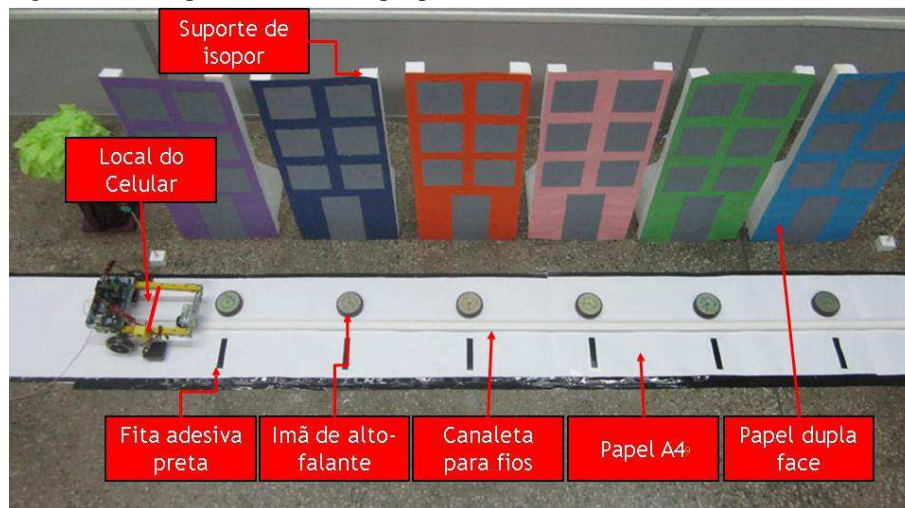


No modelo proposto, a trajetória é demarcada com 6 posições. Para estabelecer cada uma delas, é necessário utilizar um ímã (indicado com um círculo vermelho na Figura 4) e uma

linha preta. O ímã, serve para registrar no aplicativo do celular o momento exato em que o robô cruzar uma determinada posição. A linha preta, serve para acionar um LED no robô toda vez que o mesmo estiver sobre a posição demarcada, e no caso da programação 2, servirá para incrementar a velocidade toda vez que a posição for cruzada.

Como sugestão, alguns materiais são indicados para realizar a construção do cenário proposto. Estes materiais podem ser adaptados, levando em consideração as especificidades do contexto local. É importante levar em consideração o nivelamento do local onde este cenário será montado. Se a superfície apresentar aclives e declives, isto fará com que o robô aumente ou diminua a velocidade entre as posições, não representando o valor fixada no potencial dos motores. Como consequência, os dados que devem ser coletados tanto pelo aplicativo, quanto pelos vídeos registrados durante a realização dos experimentos podem representar informações sob o efeito do aclive e declive. Na Figura 5 é sugerido exemplos de materiais que podem ser utilizados.

Figura 5 – Exemplos de materiais que podem ser utilizados na construção do cenário.



Fonte: Autor, 2017.

Na Figura 5, também é possível verificar o local indicado para colocar o celular no robô. Esse local deve permitir a visualização do trajeto, pois é necessário que o campo magnético gerado pelo ímã em cada uma das posições seja capturado pelo aplicativo Sensor Kinetics Pro instalado no celular no momento em que ele estiver se deslocando.

2.4 Os aplicativos Sensor Kinetics PRO e Virtual DUB

O smartphone é um recurso tecnológico muito útil no ensino da Física (JESUS; SASAKI, 2016; VIEIRA, 2013; TEMIZ; YAVUZ, 2016). Ele possui diversas funcionalidades, sensores (de movimento, de posicionamento, de campo magnético, de proximidade, de

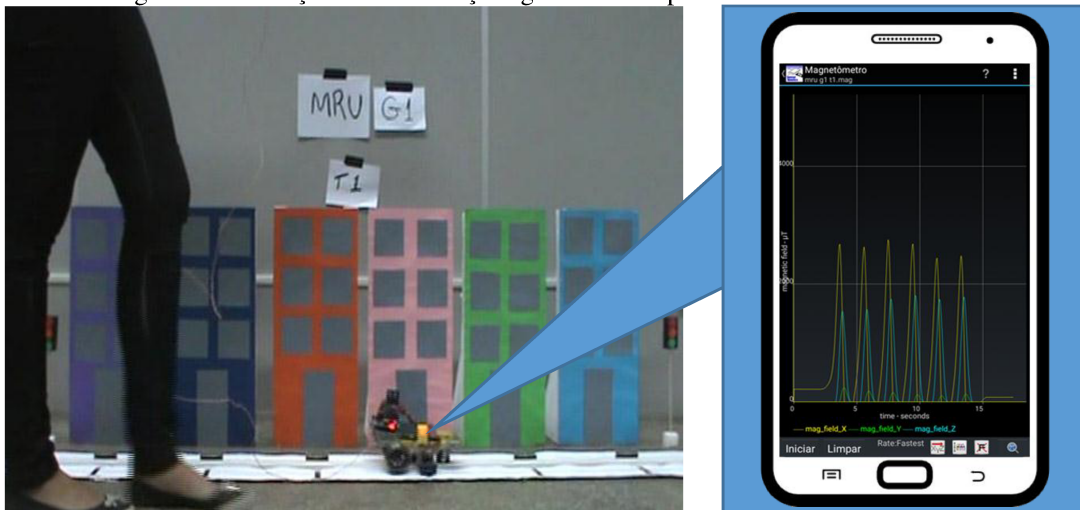
luminosidade, de giro entre outros), e com o uso de aplicativos pode se tornar um instrumento de medida de grandezas físicas.

O sensor de campo magnético, suportado pelas plataformas Android e iOS, é capaz de medir os valores do campo magnético ao redor do dispositivo em três eixos perpendiculares (X, Y e Z). Vários aplicativos que podem ser baixados gratuitamente para medir o campo magnético, por exemplo, o Sensor Kinects (Rotoview, 2015a) que mostra o comportamento do campo magnético em função do tempo enquanto o smartphone aproxima-se de um ímã.

Uma versão avançada desse aplicativo é o Sensor Kinects Pro, cujo valor é da ordem de EUR 1.81, que permite guardar os valores dos campos magnéticos (valores entre $-20\mu\text{T}$ e $20\mu\text{T}$) e do tempo (medido em segundos), com precisão da ordem dos milésimos, e exportá-los a qualquer computador. O arquivo com os dados pode ser aberto no programa de planilha eletrônica Excel (Rotoview, 2015b).

Na execução das atividades propostas neste trabalho, o aplicativo tem a finalidade de registrar o tempo de deslocamento do robô durante toda a trajetória. Na Figura 6 é ilustrado o momento em que o robô passa sobre uma das posições estabelecidas na trajetória do cenário e um *printscreen* da tela do celular disposto sobre o robô ilustra as informações gravadas no aplicativo após o mesmo passar sobre todos os ímãs do trajeto.

Figura 6 – Ilustração das informações gravadas no aplicativo Sensor Kinetics PRO.



Fonte: Autor, 2017.

Acoplado o smartphone a um objeto que se move em linha reta, dispondo pequenos ímãs na lateral da pista, espaçados igualmente (por exemplo, numa pista de 1,5m um ímã a cada 30 cm), o campo magnético em função do tempo assume, de acordo com os dados gerados pelo sensor, valores máximos quando o objeto passa em frente a um ímã. Ao final do movimento os tempos (t_1, t_2, \dots, t_n) correspondem aos valores máximos do campo magnético, e como as

posições do ímãs são conhecidas (x_1, x_2, \dots, x_n) é possível determinar a velocidade e aceleração do objeto. Este método foi desenvolvido por Temiz e Yavuz (2016) denominado “magnetogate”.

Os dados gerados contendo os valores dos campos magnéticos e o tempo correspondente a seus valores máximos, são armazenados em um arquivo que pode ser aberto e editado através de um editor de planilhas eletrônicas. Na Figura 7 é apresentado um exemplo da planilha gerada pelo aplicativo.

Figura 7 – Printscreen de uma das planilhas exportadas do aplicativo Sensor Kinectic Pro.

time	X_value	Y_value	Z_value
05	3,149	726,2667	-93,5321
66	3,139	883,4417	-50,8466
67	3,25	1033,366	-47,7773
68	3,3	1237,574	-44,9216
69	3,351	1472,002	-41,895
70	3,401	1725,553	-38,6766
71	3,451	2012,493	-34,7335
72	3,502	2285,185	-29,6609
73	3,552	2515,865	-22,2865
74	3,602	2661,514	-8,51794
75	3,653	2676,604	18,8485
76	3,703	2528,277	61,11325
77	3,753	2213,81	114,2901
78	3,803	1790,17	165,5704
79	3,854	1300,959	205,4263
80	3,904	812,2861	228,2319
81	3,955	366,0318	236,6335
82	4,005	-26,3608	235,3721
83	4,072	-321,365	224,1613
84	4,111	-507,001	201,9984
85	4,156	-601,913	166,469
86	4,206	-641,979	133,135

Fonte: Autor, 2017.

Na planilha gerada, é possível identificar na coluna B (Eixo do X_value) os 6 (indica o momento exato em que o aplicativo registrou o maior pico do campo magnético gerado pelo ímã em uma determinada posição) maiores valores armazenados na coluna. Após identificar estes valores, é possível observar os tempos registrados na coluna A (Time) da planilha o momento em que houve o registro dos maiores valores da coluna B.

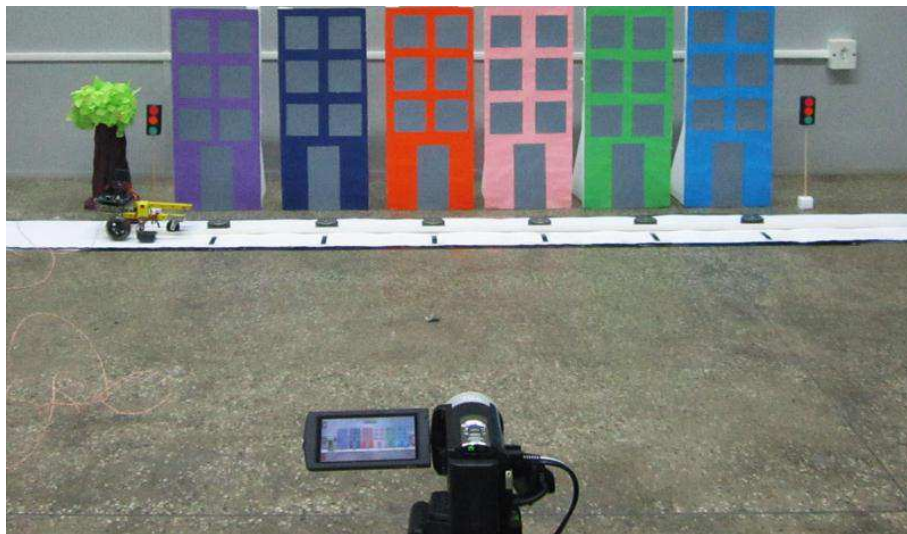
No nosso caso o objeto em movimento é o robô no qual acoplamos um smartphone e assim medimos, por meio do campo magnético produzido pelos ímãs e detectado pelo sensor, o intervalo de tempo entre dois pontos definidos na trajetória retilínea. E tendo medido o intervalo de tempo e conhecendo o deslocamento calculamos a velocidade escalar e dessa a aceleração escalar.

Com o intuito de obter uma segunda fonte de coleta de dados durante a realização dos experimentos propostos neste trabalho, é sugerida a utilização de uma filmadora para registrar em vídeo o deslocamento do robô durante toda a trajetória. Não existe um requisito específico para este recurso. Ela deve ser capaz de registrar em vídeo o momento exato em que o robô

passa em cada uma das posições estabelecidas no trajeto. Para que seja possível visualizar o momento exato em que robô cruza uma determinada posição, o robô deve acender um LED permitindo a visualização nos vídeos gravados por este recurso.

Uma dica importante para a utilização correta deste recurso como ferramenta de coleta de dados, está relacionada ao seu posicionamento durante a realização dos experimentos. Ela deve ser fixada em um ângulo que seja possível observar nos vídeos gravados, toda a trajetória do robô (Figura 8).

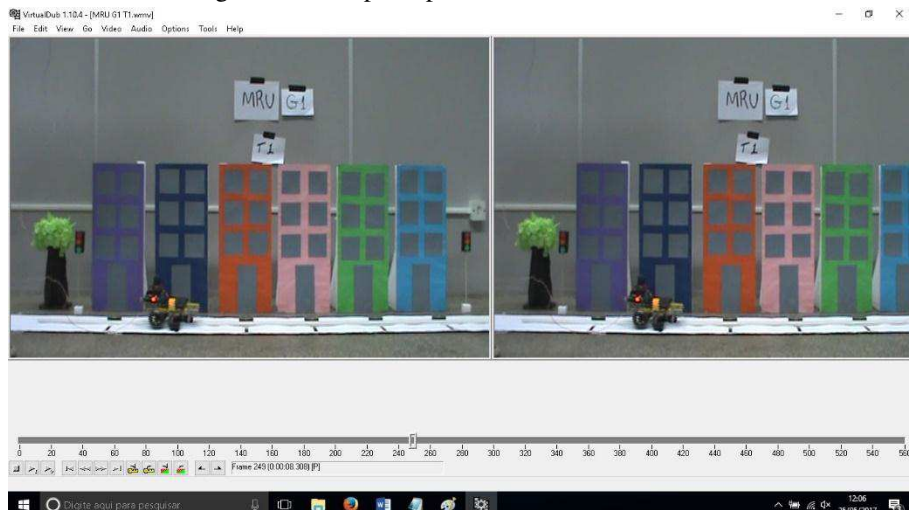
Figura 8 – Exemplo de posicionamento da filmadora para a realização dos experimentos.



Fonte: Autor, 2017.

Para realizar as análises dos vídeos gravados, neste trabalho é sugerido a utilização do software Virtual Dub. Este software é um editor de vídeo gratuito que permite: adicionar efeitos, ajustar compressões de áudio, vídeo etc. Na Figura 9 é apresentada a tela inicial do software Virtual Dub.

Figura 9 – Tela principal do software Virtual Dub.

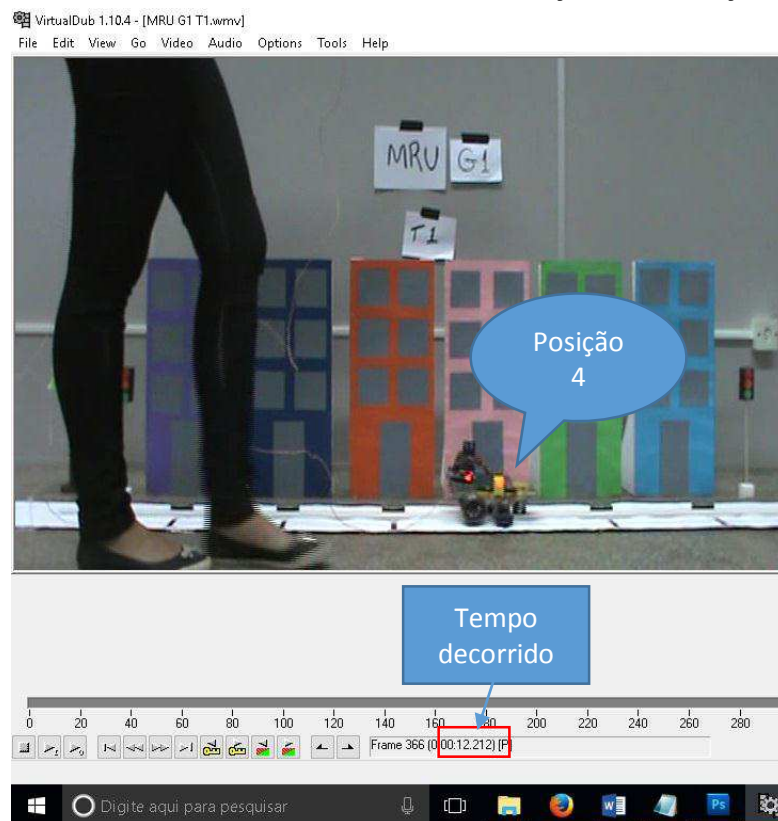


Fonte: Autor, 2017.

A proposta de utilização deste software, visa permitir que os alunos possam extrair dos vídeos os tempos decorridos no deslocamento do robô entre uma posição e outra.

Para isso, os alunos devem importar os vídeos dos experimentos para dentro da área de edição do software e percorrer os frames do vídeo de cada experimento para identificar o momento exato do acionamento do LED do robô durante o seu deslocamento pela trajetória e registrar o tempo decorrido entre as posições. Na Figura 10 é apresentado um exemplo ilustrando as informações que devem ser extraídas do vídeo dos experimentos.

Figura 10 – Printscreen da tela do software VirtualDub com a ilustração das informações a serem coletadas.



Fonte: Autor, 2017.

Como sugestão, caso os experimentos tenham sido gravados em uma única sequência de vídeo, é importante que se faça o recorte dos vídeos de cada experimento antecipadamente. Isso deve agilizar o processo de extração dos dados, evitando que os alunos desperdicem tempo procurando os registros.

2.5 A planilha eletrônica e interface de interação

Para realizar o processamento dos dados coletados nos experimentos, o software Excel foi utilizado na construção de planilhas eletrônicas para permitir o processamento dos dados coletados nos experimentos e produzir uma interface por meio da utilização do Visual Basic, para permitir a interação entre o aluno e a planilha.

De acordo com Figueira e Veit (2004), as planilhas eletrônicas permitem a programação de fórmulas matemáticas e a inserção de comandos lógicos em células. Neste sentido, os autores apontam as principais vantagens para se utilizar planilhas eletrônica nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos da física.

I - São altamente ajustáveis às necessidades em vários campos de atividade, assim como na vida doméstica; II - Permitem cálculos numéricos sem conhecimento de qualquer linguagem de programação ou metáfora simbólica; III - Cálculos com planilhas costuma ser inteligíveis e apreciados por professores de ensino médio, enquanto programas escritos em linguagem de programação não tem a mesma receptividade; IV - Planilhas eletrônicas propiciam a construção de gráficos. (FIGUEIRA e VEIT, 2004, p. 204)

Com base nisso, construímos uma planilha eletrônica que possibilite aos alunos realizar a inserção dos dados coletados nos experimentos, assim como realizar o processamento das informações e apresentar os resultados gerados.

Na Figura 11 é possível visualizar as principais características contempladas na elaboração desta planilha.

Figura 11 – Printscreen do exemplo de planilha elaborada para o processamento dos dados coletados nos experimentos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Estudo do Movimento Retilíneo Uniforme e Variado								
2									
3	Medida do Tempo (s)			Distância Percorrida pelo Robô (cm)	Média dos Tempos (s)	Intervalo de Tempo (s)	Tempo Total (s)	Velocidade do Robô (cm/s)	Aceleração do Robô (cm/s ²)
4	Medida 1	Medida 2	Medida 3						
5	8,27	8,03	8,27	x	0,00				
6	12,2	12,01	12,2	25	8,19	8,19		6,33	
7	16,07	15,94	16,07	0	12,14	3,95	0,00	6,33	0,00
8	20,05	19,86	20,05	25	16,03	3,89	3,89	6,43	0,0
9	24,23	24,04	24,23	50	19,99	3,96	7,85	6,31	0,0
10	28,16	27,97	28,16	75	24,17	4,18	12,03	5,98	-0,1
11				100	28,10	3,93	15,96	6,36	0,1
12									

Fonte: Autor, 2017.

Nas colunas A, B e C, que correspondem as medidas 1 (A5:A10), 2 (B5:B10) e 3 (C5:C10), respectivamente, foram armazenados os dados dos experimentos (MRU e MRUV), a saber os valores dos tempos coletados por meio do Sensor Kinetics Pro e dos vídeos gravados durante a realização dos experimentos.

Na planilha, estas são as únicas células onde as informações foram armazenadas manualmente, as demais tiveram seus dados preenchidos de forma automática a partir da informação e realização de cálculos pré-estabelecidos:

- Na coluna D (D6:D11) foi estabelecida a distância entre as posições inicial ($X_0=0$, célula D7) e final ($X=100\text{cm}$, célula D11), totalizando um percurso igual a 100 cm dividido

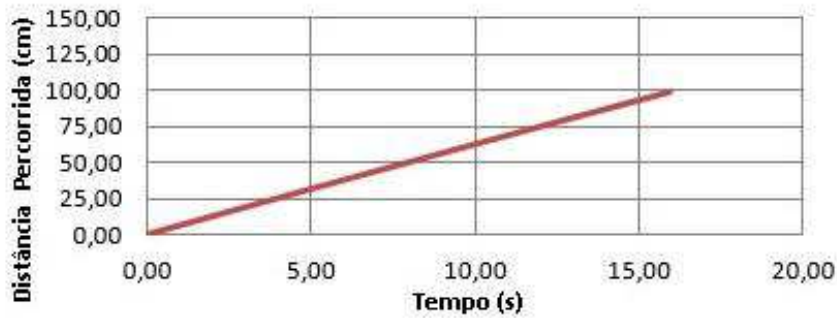
em intervalos de 25 cm. Para determinar a velocidade do robô no instante em que cruza a posição inicial ($X_0=0$) utilizou-se da informação contida na célula D6.

- Na coluna E (intervalo E6:E11) realizamos cálculos da média dos tempos em cada uma das posições medidas. Assim, por exemplo, cada valor de uma célula desse intervalo é definido como a média dos valores contidos no intervalo A5:C5.
- Na coluna F (intervalo F7:F11), são definidos os intervalos de tempo entre duas posições consecutivas. Para estabelecer estes valores na coluna, são utilizados os dados armazenados em uma célula da coluna E, subtraindo-o de um dado armazenado em uma célula antecessora desta mesma coluna. Por exemplo, o dado gravado na célula F8 foi estabelecido através da subtração entre os dados armazenados nas células E8 e E7. As demais células deste intervalo também foram estabelecidas usando este mesmo procedimento.
- Nas células da coluna G (intervalo G7:G11), foi calculado o tempo transcorrido a cada intervalo de 25 cm. Assim, por exemplo, o dado gravado na célula G9 é composto da soma do valor da célula G8 como valor da célula F9. As demais células deste intervalo também foram estabelecidas usando este mesmo procedimento, com exceção da célula G7 que estabelece o tempo inicial do deslocamento.
- Na coluna H (intervalo H7:H11) foram estabelecidas as velocidades do robô em cada uma das posições da trajetória. Sendo assim, o valor armazenado em cada célula deste intervalo, é obtido através da divisão da distância percorrida entre uma posição e outra (intervalos de 25 cm) e o tempo decorrido entre elas [dados armazenados na coluna F (intervalo F7:F11)].
- Na coluna I (intervalo I7:I11) foram realizados os cálculos para estabelecer a aceleração do robô entre uma posição e outra. O valor armazenado em cada uma célula deste intervalo é obtido através da relação entre velocidade e o tempo decorrido entre uma posição e outra. Assim, por exemplo, o dado gravado na célula I8, é obtido através da subtração entre os valores armazenados nas células H8 e H7, dividido pelo valor armazenado na célula F8. As demais células deste intervalo também foram estabelecidas usando este mesmo procedimento.

Com base nas informações processadas foram gerados os gráficos: I – O gráfico da função horário do movimento (recuperando os dados armazenados na coluna D, intervalo D7:D11 e os dados da coluna G, intervalo G7:G11); II – O gráfico da velocidade do movimento em função do tempo (recuperando os dados armazenados na coluna H, intervalo H7:H11) e os

dados da coluna G, intervalo G7:G11); e III – O gráfico da aceleração em função do tempo (recuperando os dados armazenados na coluna I, intervalo I7:I11) e os dados da coluna G, intervalo G7:G11). Na Figura 12 é apresentado um exemplo de gráfico com dados processados pela planilha.

Figura 12 – Gráfico da função horária.



Fonte: Autor, 2017.

Os dados calculados a partir das medidas do tempo e da distância percorrida pelo robô nos possibilita calcular os valores da sua velocidade e aceleração. Devido aos erros inerentes ao processo de medição e que são propagados com os cálculos da velocidade e aceleração, verifica-se que os pontos que se dispõem nos gráficos velocidade versus tempo e aceleração versus tempo não serão interpoladores de uma função $f(x)$ conhecida. Para os movimentos retilíneo uniforme e retilíneo uniformemente variado a função interpoladora dos pontos para a velocidade e aceleração são funções do tipo constante e polinomial de grau 1. No caso da posição versus o tempo temos funções polinomial de graus 1 e 2. Em vez de um polinômio interpolador $f(x)$, pode se usar a reta que mais se aproxima dos dados coletados, ou seja, que minimize a soma das distâncias dos pontos coletados à reta. Mas, minimizar a soma das distâncias dos pontos coletados à reta é equivalente a minimizar a soma dos quadrados das distâncias dos pontos coletados à reta. A aproximação por mínimos quadrados consiste em encontrar a função que melhor se ajuste, ao conjunto de pontos dado, minimizando o erro resultante do ajustamento e possibilitando a determinação da expressão analítica para $f(x)$. Usamos esta técnica na construção dos gráficos para os movimentos MRU e MRUV na planilha eletrônica, mas que não fez parte das atividades dos alunos e não apresentamos os detalhes aqui. A adoção da técnica teve o propósito de oferecer uma melhor interpretação dos dados representados nos gráficos.

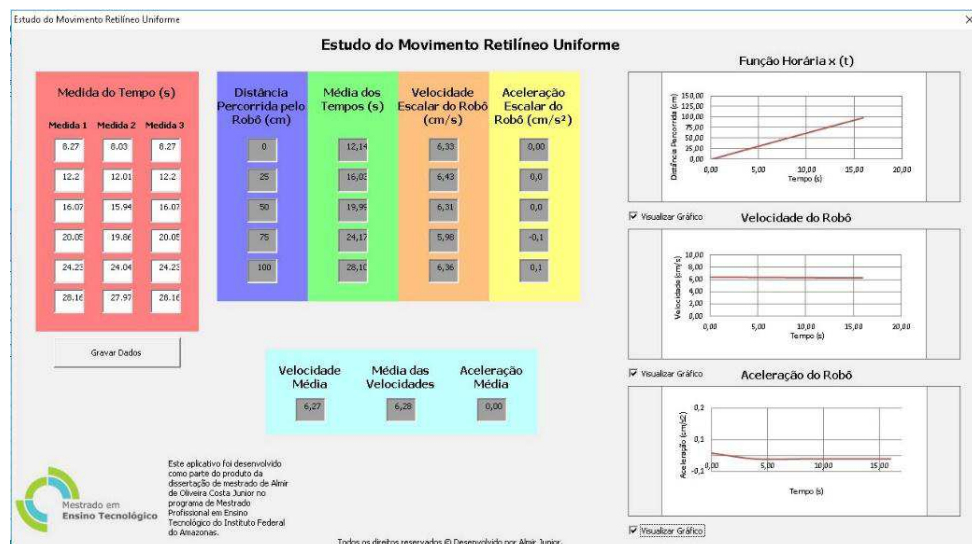
O software Excel é acompanhado por um interpretador e editor da linguagem Visual Basic, que permite a construção de macros (sequências de comandos e funções armazenadas em um módulo do Visual Basic) para execução de uma tarefa. Isto nos possibilitou a construção de uma interface de interação (Figura 13 e 14) de caráter utilitário, para o estudo dos movimentos retilíneo uniforme e retilíneo uniformemente variado. Com ela, o aluno ao inserir os dados dos tempos coletados pelo Sensor/Vídeos, foi capaz de visualizar os dados sobre a velocidade e aceleração do robô e os gráficos dos respectivos movimentos MRU e MRUV. Na Figura 13 é apresentado a tela do menu inicial e na Figura 14 é apresentado a tela de interação com a planilha.

Figura 13 - Menu inicial da tela de interação.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 14 – Tela desenvolvida em Visual Basic para realizar interação com a planilha do Excel.



Fonte: Autor, 2017.

Na interface de interação é possível verificar os espaços destinados às informações mais importantes utilizadas nos experimentos. Na caixa rosa, é apresentada os campos onde os tempos coletados durante os experimentos foram inseridos. Para disponibilizar estes campos foram utilizados o recurso “caixa de texto” disponível entre as ferramentas do Visual Basic. As informações preenchidas nestes campos foram gravadas no intervalo de células A5:C10 da

planilha eletrônica. Somente nesses espaços foi possível inserir informações. As caixas de texto de cor cinza, são utilizadas somente para exibir as informações que foram processadas pela planilha após o aluno clicar no botão “gravar dados”.

Na caixa azul, foram disponibilizados caixas de textos para que fossem exibidas as distâncias estabelecidas entre as posições da trajetória. As informações mostradas foram recuperadas do intervalo de células D7:D11 armazenadas na planilha eletrônica.

Na caixa verde, foram apresentadas as informações processadas de forma automática pela planilha. Neste caso, as caixas de texto exibiram os dados referentes a média dos tempos que estavam gravados no intervalo de células E7:E11 na planilha.

Na caixa laranja, foram exibidas as informações a respeito da velocidade do robô durante a trajetória. Para isso, foram disponibilizadas caixas de texto que recuperam os dados gravados no intervalo de células H7:H11 armazenados na planilha.

E na caixa amarela, foram disponibilizados caixas de textos que exibiam a aceleração do robô durante o intervalo entre as posições da trajetória. Neste caso, as caixas de texto acessavam as informações gravadas no intervalo de células I7:I11.

Todas as informações das caixas azul, verde, laranja e amarela, só eram exibidas após o aluno clicar no botão “gravar dados”. Para isso, foi disponibilizado abaixo da caixa rosa um “botão de comando”.

Logo abaixo destas caixas (azul, verde, laranja e amarela), também foi disponibilizada uma caixa verde claro onde foram dispostas caixas de textos onde eram exibidas informações como: I – velocidade média (obtida através da divisão entre a distância total percorrida e o tempo total decorrido); II – média das velocidades (obtido através do cálculo da média aritmética das velocidades armazenadas no intervalo de célula H7:H11; e III – a aceleração média do robô (obtidos através da divisão dos dados armazenados no intervalo de célula H7:H11 e G7:G11).

Por fim, ao lado direito da tela (Figura 14), foram disponibilizados os gráficos dos movimentos realizados pelo robô. Neste caso, foram utilizados 3 botões do tipo “checkbox”, permitindo ao aluno escolher os gráficos a serem exibidos: da função horária $x(t)$, velocidade do robô e aceleração do robô.

As outras informações textuais disponíveis na tela de interação, foram desenvolvidas através de ferramentas disponibilizadas no Visual Basic, como por exemplo a ferramenta de “rótulos”.

Neste sentido, os recursos apresentados neste capítulo, foram utilizados como recursos tecnológicos que deram suporte a execução dos experimentos propostos neste trabalho.

Capítulo 3 – Sequência Didática para Abordagem dos Conceitos de Velocidade e Aceleração Escalares

Diante da possibilidade de utilizar a robótica como recurso capaz de promover a integração dos conteúdos curriculares, em particular os da Física, com as experiências de vida dos alunos trazidas para a sala de aula, uma sequência didática mediada pela utilização de robôs se apresenta como uma ferramenta potencial para criar situações de aprendizagem concreta em que os alunos possam realizar observações de conceitos e fenômenos ligados a cinemática. Estes conceitos e fenômenos observados nos experimentos poderiam ser evidenciados de forma significativa na estrutura cognitiva dos alunos?

3.1 Resignificação de Conhecimentos Prévios: pressupostos teóricos

Do ponto de vista construtivista, se analisarmos as ideias propostas por Papert (2008), qualquer conteúdo/conceito é simples de aprender se o indivíduo consegue incorporá-lo ao seu arsenal de modelos. Para ele, o indivíduo deve ser visto “como um construtor”, ou seja, um conjunto de instruções fornece ao indivíduo os conteúdos necessários para estabelecer a construção e reestruturação dos conhecimentos preexistentes. A velocidade com que essa construção é feita está fortemente ligada à quantidade de materiais (conteúdos) acessíveis e à sua utilização de maneira eficaz.

Neste sentido, é importante destacar a teoria cognitivista proposta por David Ausubel sobre a aprendizagem significativa. Para ele, essa aprendizagem ocorre quando ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz

já sabe. De certo modo substantiva quer dizer não-litera e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia previa, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existe na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (AUSUBEL, 1980).

É importante frisar que a aprendizagem significativa proposta por Ausubel se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, esta característica também é evidenciada nas ideias de Papert.

De acordo com Moreira (2012), estes conhecimentos prévios devem ser especificamente relevantes à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem. Ausubel (1980) em sua obra, denominava esses conhecimentos como subsunçores ou ideias-âncora. Ao que colabora, Moreira (2012, p. 14) afirma que:

Subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

Segundo o autor, estes subsunçores podem ter maior ou menor estabilidade cognitiva, podem estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborados em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados corroborando significados já existentes.

Neste sentido, progressivamente o subsunçor vai ficando mais estável, mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens. Portanto, ele é um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por meio da interação, dar significado a outros conhecimentos.

Diante disso, Moreira (2012) define estrutura cognitiva como sendo um sistema organizacional estruturado de subsunçores e suas inter-relações. Ao que Ausubel (1980, p. 34) reitera:

Estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados. Há subsunçores que são hierarquicamente subordinados a outros, mas essa ordem pode mudar se, por exemplo, houver uma aprendizagem superordenada na qual um novo subsunçor passa incorporar outros.

O fato é, que estrutura cognitiva é um construto (um conceito para o qual não há um referente concreto) usado por diferentes autores, com vários significados, com o qual se pode trabalhar em níveis distintos, ou seja, referido a uma área específica de conhecimentos ou a um campo conceitual, um complexo mais amplo de conhecimentos.

Embora muitos são os exemplos de utilização da expressão estrutura cognitiva, Ausubel (1980) afirma que ela pode ser considerada como uma estrutura de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados. Trata-se de uma estrutura extremamente dinâmica e essencialmente caracterizada por dois processos principais: i) a diferenciação progressiva; e ii) a reconciliação integradora.

Para Moreira (2012), a diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos.

Através destas sucessivas interações, um dado subsunçor vai, de forma progressiva, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

Para exemplificar, o autor apresenta em sua obra:

Consideremos o conceito de força. Qualquer criança já formou esse conceito antes de chegar à escola, mas com significados do tipo puxão, empurrão, esforço físico, “fazer força”, “não ter força”, etc. Na escola, aprenderá que existe na natureza uma força que é devida à massa dos corpos – a força gravitacional. Para dar significado a essa força, para entender que os corpos materiais se atraem, o aluno muito provavelmente usará o subsunçor força que já tem em sua estrutura cognitiva com significados de seu cotidiano, mas essa interação, ao mesmo tempo que a força gravitacional adquirirá significados, o subsunçor força ficará mais rico em significados, pois agora, além de puxão, empurrão, esforço físico, significará também atração entre corpos que tem massa. Mas adiante esse mesmo aluno poderá receber ensinamentos sobre outra força fundamental na natureza – a força eletromagnética. Novamente, se a aprendizagem for significativa, haverá uma interação entre o subsunçor força e o novo conhecimento força eletromagnética. Nessa interação a força eletromagnética adquirirá significados para o aluno e o subsunçor força ficará mais diferenciado, pois significará também que pode ser atrativa ou repulsiva e que pode manifestar-se somente como força elétrica ou apenas como força magnética (MOREIRA, 2012, p. 20-21).

Desta forma, na diferenciação progressiva, se seguirmos a linha de raciocínio do exemplo do autor, o aluno que continuar estudando física, acabará incorporando ao subsunçor força outros significados, como por exemplo os relativos às forças nucleares forte e fraca.

No que diz respeito a reconciliação integradora ou integrativa, Moreira (2012) afirma que ela é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superdenações.

Em outras palavras, quando aprendemos de maneira significativa temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber as diferenças entre eles. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos percebendo tudo igual.

Em essência, a diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é a mais comum, e a reconciliação integradora tem mais a ver com a aprendizagem significativa superordenada que ocorre com menos frequência.

Sobre estes dois tipos de aprendizagem significativa, Ausubel (1980) define: i) aprendizagem subordinada como aquela em que um novo conhecimento adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante; ii) aprendizagem significativa superordenada como aquela na qual uma nova ideia, um novo conceito, uma nova proposição, mais abrangente, passa a subordinar conhecimentos prévios.

Segundo Ausubel (1980), para que situações reais de aprendizagem significativa possam efetivamente se concretizar, é necessário satisfazer essencialmente duas condições: i) O material deve ser potencialmente significativo; ii) o aprendiz deve apresentar uma disposição para aprender.

Em relação à primeira condição (o material deve ser potencialmente significativo) MOREIRA (2012, p. 24-25) afirma que:

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

Faz-se necessário enfatizar que este material só pode ser potencialmente significativo, do ponto de vista de quem observa e interage (não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo) pois o significado está nas pessoas, não nos materiais. É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino (MOREIRA, 2012).

A segunda condição (o aprendiz deve apresentar uma disposição para aprender) talvez seja a condição mais difícil de ser satisfeita:

O aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal, a seus conhecimentos prévios. É isso que significa predisposição para aprender. Não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria. Por alguma razão o sujeito que aprende deve se dispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos (MOREIRA, 2012, p. 25).

Outros fatores são considerados por Ausubel (1980) como condições importantes para que aconteça a aprendizagem significativa. Na visão dele a estrutura cognitiva prévia

(conhecimentos prévios e sua organização hierárquica) é o principal fator, a variável isolada mais importante, que afeta na aprendizagem e na retenção de novos conhecimentos.

Neste sentido, Moreira (2012) enfatiza ainda que a clareza, a estabilidade, e a organização do conhecimento prévio em um dado corpo de conhecimentos, e um certo momento, é o que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos nessa área, em um processo interativo no qual o novo ganha significados, se integra e se diferencia ao já existente que, por sua vez, fica mais estável, mais diferenciado, mais rico, e mais capaz de ancorar novos conhecimentos.

Na ausência de uma estrutura cognitiva sólida, sem subsunçores capazes de se integrar com novos conhecimentos que se deseja ensinar aos indivíduos, Ausubel (1980) acredita que esta “deficiência” possa ser suprida com a utilização de organizadores prévios.

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que prece um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este. (MOREIRA, 2012, p. 30).

Por sua vez, Moreira (2012) afirma que quando o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, costuma-se pensar que o problema pode ser resolvido com os chamados organizadores prévios, solução proposta por Ausubel, mas que, na prática, muitas vezes não funciona.

Isso porque, há de se considerar o tipo de organizador para cada situação diagnosticada antecipadamente ao processo de utilização do material potencialmente significativo.

Neste sentido, Moreira (2012) por exemplo, apresenta as características necessárias aos dois tipos de organizadores prévios: i) Organizador Expositivo; ii) Organizador Comparativo.

i) Material de aprendizagem é não familiar e o aprendiz não tem subsunçores, ele supostamente fará a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo; ii) Material é relativamente familiar, desta forma ajudará o aprendiz a integrar os novos conhecimentos à estrutura cognitiva e ao mesmo tempo, a discrimina-lo de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos (MOREIRA, 2012, p. 30).

De modo geral, organizadores prévios podem ser usados para suprir a deficiência de subsunçores, levando sempre em consideração que um diagnóstico se faz necessário para adequar a estratégia de ensino, permitindo mostrar a relacionalidade e a discriminabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos já existentes, ou seja, subsunçores.

Diante disso, nesta pesquisa a teoria proposta por David Ausubel, se apresenta como suporte teórico que nos permitiria evidenciar se uma sequência didática apoiada na utilização da robótica educacional poderia promover uma aprendizagem significativa dos conceitos ligados a cinemática dentro de práticas educativas inovadoras.

Devemos considerar que esta teoria de aprendizagem, é apenas uma das possibilidades que nos permite direcionar ações de ensino para uma efetiva integração dos conteúdos curriculares com as experiências que os alunos apresentam consigo.

3.2 Planejamento da Sequência Didática

O planejamento é hoje, sem dúvida, uma característica essencial em todos os aspectos da atividade humana. E isto vem se efetivando há bastante tempo. Só que hoje, o ato de planejar adquiriu ainda mais responsabilidade por estar lidando com problemas cada vez mais complexos. Neste sentido, quanto maiores forem as complexidades dos problemas, maior é a necessidade de planejamento.

De modo geral, Piletti (2004, p. 61) afirma que no processo de planejamento devemos sempre procurar responder às seguintes perguntas: “i) O que pretendo alcançar?; ii) Em quanto tempo pretendo alcançar?; iii) O que fazer e como fazer?; iv) Quais os recursos necessários? e v) O que e como analisar a situação a fim de verificar se o que pretendo foi alcançado?”.

Na educação não tem sido diferente, mas em muitos casos, a prática docente acaba reduzindo o planejamento a uma mera formalidade, em que o professor preenche e entrega à secretaria da escola um formulário. Previamente padronizado e diagramado em colunas, onde o docente redige os seus "objetivos gerais", "objetivos específicos", "conteúdos", "estratégias" e "avaliação" (FUSARI, 1990).

Mas, é necessário deixar claro que planejamento não é isso. Ele precisa ser idealizado, assumido e vivenciado no cotidiano da prática social docente, como um processo iterativo de reflexão. Neste sentido, Saviani (2007, p. 23) afirma que:

“[...] a palavra reflexão vem do verbo latino 'reflectire' que significa 'voltar atrás'. É, pois um (re) pensar, ou seja, um pensamento de segundo grau. (...) Refletir é o ato de retomar, reconsiderar os dados disponíveis, revisar, vasculhar numa busca constante de significado. É examinar detidamente, prestar atenção, analisar com cuidado. E é isto o filosofar”.

Diante disso, “Podemos dizer que planejar é estudar [...], assumir uma atitude séria e curiosa diante de um problema [...], refletir para decidir quais as melhores alternativas de ação possíveis de alcançar determinados objetivos a partir de certa realidade” Piletti (2004, p. 61).

Se tomarmos como verdade que qualquer atividade exige planejamento, a educação não foge dessa exigência. Na área da educação, Piletti (2004) afirma que existem 3 tipos de

planejamento: i) Planejamento Educacional; ii) Planejamento de currículo e iii) Planejamento de Ensino.

Em se tratando especificamente do planejamento de ensino, o autor preconiza que este ato consiste em traduzir em termos mais concretos e operacionais o que o professor fará na sala de aula, para conduzir os alunos a alcançar objetivos educacionais propostos.

Segundo Piletti (2004, p. 62), de modo geral um planejamento de ensino deverá prever:

- i) Objetivos específicos (ou instrucionais) estabelecidos a partir de objetivos educacionais;
- ii) Conhecimentos a serem adquiridos pelos alunos no sentido determinado pelos objetivos;
- iii) Procedimentos e recursos de ensino que estimulam as atividades de aprendizagem e
- vi) Procedimentos de avaliação que possibilitem verificar, de alguma forma, até que ponto os objetivos foram alcançados.

Para que o planejamento de ensino possa se concretizar levando em consideração estes itens apresentados, o autor acredita que são necessários seguir etapas: i) conhecer a realidade; ii) elaborar um plano; iii) executar o plano e iv) realizar avaliação e aperfeiçoamento do plano.

Sobre cada uma destas etapas, Piletti (2004, p.63) define que:

Sobre o conhecimento da realidade: [...] planejar adequadamente a tarefa de ensino e atender às necessidades do aluno é preciso, antes de mais nada, saber para quem se vai planejar. É preciso saber quais as aspirações, frustrações, necessidades e possibilidades dos alunos. Fazendo isso, estaremos fazendo uma sondagem, isto é, buscando dados. Uma vez realizada a sondagem, deve-se estudar cuidadosamente os dados coletados. A conclusão a que chegamos, após o estudo dos dados coletados, constitui um diagnóstico. [...]. Sobre a elaboração do plano: [...] a partir dos dados fornecidos pela sondagem e interpretados pelo diagnóstico, temos condições de estabelecer o que é possível alcançar, como fazer para avançar o que julgamos possível e como avaliar os resultados[...]. Sobre a execução do plano: [...] ao elaborarmos o plano de ensino, antecipamos, de forma organizada, todas as etapas do trabalho escolar. A execução do plano consiste no desenvolvimento das atividades previstas. Sobre a avaliação e aperfeiçoamento do plano: [...] ao término da execução do que foi planejado, passamos avaliar o próprio plano com vistas ao replanejamento[...] A avaliação adquire um sentido diferente da avaliação do ensino-aprendizagem e um significado mais amplo. Isso porque, além de avaliar os resultados do ensino-aprendizagem, procuramos avaliar a qualidade do nosso plano, a nossa eficiência como professor e eficiência do sistema escolar.

O planejamento em si, não é uma garantia de que os objetivos propostos nele serão alcançados de forma efetiva em sua execução. Há que se estabelecer critérios meticulosos para que suas ações de ensino e avaliação estejam cuidadosamente sincronizadas.

Nesta perspectiva, Mendonça (2005) afirma que o Alinhamento Construtivo possa fornecer orientações práticas aos professores para planejar suas aulas, levando em consideração a perspectiva dos estudantes de tal modo a mantê-los engajados de forma produtiva.

Proposto por John Biggs, o Alinhamento Construtivo é fundamentado no Construtivismo e na teoria do Currículo. O construtivismo é entendido por Biggs e Tang (2011) como o alicerce para pensar sobre o ensino, pois é caracterizado pela construção do conhecimento a partir das atividades realizadas pelos estudantes. Assim, o termo Construtivo

refere-se a ideia de que as atividades realizadas pelos estudantes que definem o que é aprendido e Alinhamento é o princípio da Teoria do Currículo que diz que as tarefas da avaliação devem estar alinhadas ao que se pretende que seja aprendido (BIGGS e TANG, 2011 apud Mendonça, 2015).

Diante disso, Mendonça (2015, p.110) acredita que:

Além do planejamento que leva em consideração o que o professor faz (atividades de ensino) e o que os alunos fazem (atividades de aprendizagem), outro foco do Alinhamento Construtivo é definir os resultados pretendidos de aprendizagem e estabelecer como eles serão avaliados: quais habilidades, a que nível de complexidade e quais formatos de avaliação serão utilizados.

Neste sentido, a autora afirma que para colocar em prática o Alinhamento Construtivo, faz-se necessário: i) estabelecer os resultados pretendidos da aprendizagem; ii) planejar as atividades de ensino e aprendizagem capazes de possibilitar aos estudantes o alcance dos resultados pretendidos; e iii) elaborar a avaliação de tal modo que seja possível verificar quão bem os estudantes corresponderam ao que era pretendido.

Com base nas etapas sugeridas por Piletti (2004) e por meio da utilização de alguns critérios enfatizados por Mendonça (2015), neste trabalho foram utilizados alguns elementos para realizar o planejamento das atividades da sequência didática.

Uma sequência didática pode ser entendida como sendo um conjunto de atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor. As atividades que fazem parte da sequência são ordenadas de maneira a aprofundar o tema que está sendo estudado e são variadas em termos de estratégia: leituras, aula dialogada, simulações computacionais, experimentos, etc. (MANTOVANI, 2015).

Segundo Zabala (1998, p. 18) sequências didáticas são:

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos [...]

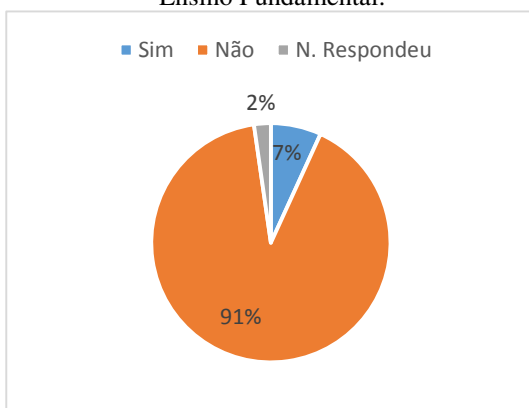
Além disso, para elaborar este planejamento foi levado em consideração a necessidade de aplicação das atividades em horários do contraturno envolvendo 44 alunos matriculados no 1º ano do Ensino Médio de um curso Técnico de Nível Médio na forma integrada de uma instituição de ensino pública da cidade de Manaus. No período de aplicação desta pesquisa, estes alunos possuíam idade variando entre 14 e 17 anos.

O grupo era composto por 38 meninas e 6 meninos, com 15 anos de idade média. Neste grupo, 40 alunos afirmaram em diagnóstico, não ter repetido qualquer série do Ensino Fundamental, 3 alunos relataram ter repetido o 6º e 7º ano e 1 não respondeu a esta pergunta.

Sobre terem repetido o 1º ano do Ensino Médio, 35 afirmaram não terem repetido, e 9 alunos relataram ter repetido pelo menos 1 vez.

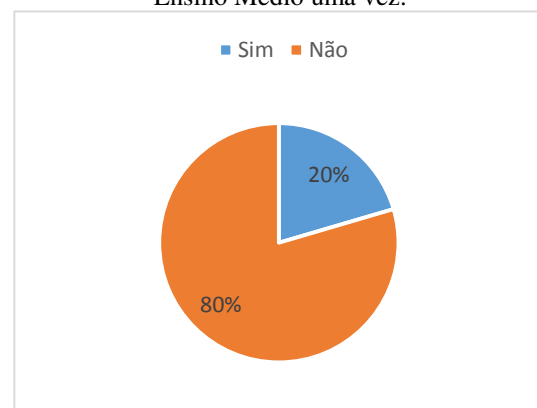
A procedência dos alunos que fizeram parte do grupo pesquisado, era caracterizada essencialmente por alunos oriundos de escolas públicas da cidade de Manaus. Sendo assim, 31 alunos estudaram somente em escolas públicas, 9 afirmaram terem cursado as séries anteriores em escolas privadas, 3 alunos informaram que cursaram as séries anteriores em escolas públicas e privadas e 1 não respondeu a esta pergunta.

Gráfico 1 – Alunos que reprovaram alguma série do Ensino Fundamental.



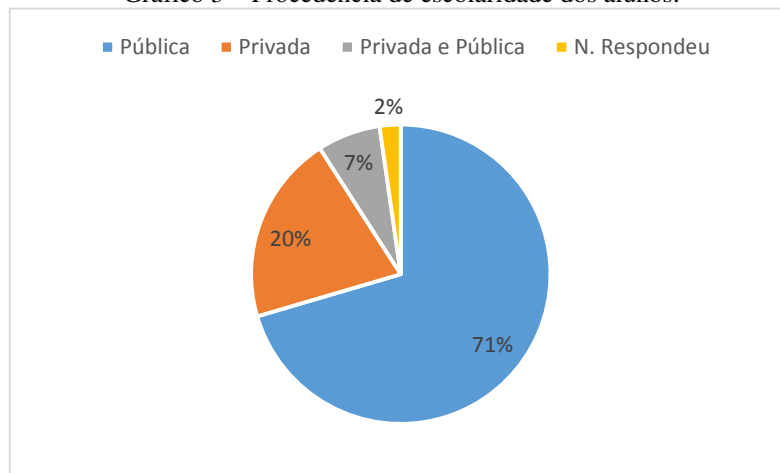
Fonte: Autor, 2017.

Gráfico 2 – Alunos que reprovaram o 1º Ano do Ensino Médio uma vez.



Fonte: Autor, 2017.

Gráfico 3 – Procedência de escolaridade dos alunos.



Fonte: Autor, 2017.

O planejamento foi dividido em 8 aulas, com objetivos específicos em cada uma delas que apresentamos no quadro 2.

Quadro 2 - Planejamento da Sequência Didática.

Aula 01					
Nº Aula:	1ª	Aula:	Diagnóstico + Pré-teste	Pré-requisito:	Diagnóstico com professores
Duração:	2 horas	Local:	Sala de Aula / Qualquer horário	Recursos:	- Teste de Diagnóstico

					- Pré-teste (Conteúdos da Cinemática)
Objetivo da Aula:	Realizar levantamento sobre os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos conteúdos relacionados a cinemática.				
Tipo de Atividade	Atividade individual				
Atividades de ensino – A. E. (Professor)	A. E 01 - Ler e explicar o objetivo das questões do teste de diagnóstico proposto. A. E 02 - Ler e explicar o objetivo das questões do Pré-teste proposto.				
Atividades de Aprendizagem – A.A. (Alunos)	A. A. 01 - Responder o teste de diagnóstico proposto. A. A. 02 - Responder o Pré-teste proposto.				
Resultados Pretendidos da Aprendizagem – RPA	Obs. Esta aula será utilizada apenas para diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos.				
Aula 02					
Nº Aula:	2ª	Aula:	Mapa Conceitual	Pré-requisito:	1ª Aula
Duração:	2 horas	Local:	Sala de Aula / Qualquer horário	Recursos:	- Folhas de papel 40 kg - Pinceis - Projetor multimídia
Objetivo da Aula:	Realizar mapeamento dos conceitos correlacionados a cinemática na estrutura cognitiva dos alunos envolvidos.				
Tipo de Atividade	Atividade individual				
Atividades de ensino – A. E. (Professor)	A. E. 03 - Explicar os conceitos básicos de construção de mapas conceituais. A. E. 04 - Propor exercícios práticos de construção de um mapa conceitual. A. E. 05 - Ler e Explicar a atividade principal de construção do mapa conceitual sobre os conteúdos da cinemática: Velocidade e Aceleração.				
Atividades de Aprendizagem – A.A. (Alunos)	A. A. 03 - Realizar as atividades práticas propostas como exercício sobre mapas conceituais. A. A. 04 - Construir o mapa conceitual sobre os conteúdos da cinemática: Velocidade e Aceleração.				
Resultados Pretendidos da Aprendizagem - RPA	- Compreender o processo de construção de um mapa conceitual. Obs. Esta aula será utilizada para diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos.				
Aula 03					
Nº Aula:	3ª	Aula:	Conceitos Prévios	Pré-requisito:	1ª e 2ª Aula (intervalo de 2 dias para análise dos diagnósticos)
Duração:	2 horas	Local:	Sala de Aula / Horário de Física	Recursos:	- Lápis - Caderno - Projetor multimídia - Caixa de som
Objetivo da Aula:	Fornecer requisitos básicos para a compreensão das atividades envolvendo os conteúdos ligados a cinemática: velocidade e aceleração.				

Tipo de Atividade	Atividade individual				
Atividades de ensino – A. E. (Professor)	A. E. 6 - Explicar sobre unidades de medidas, grandezas físicas e referencial, velocidade e aceleração. A. E. 7 - Propor exercícios para a fixação dos conceitos apresentados em sala.				
Atividades de Aprendizagem – A.A. (Alunos)	A. A. 5 - Realizar as atividades de fixação propostas na aula. (As atividades podem ser desenvolvidas em um momento fora da aula).				
Resultados Pretendidos da Aprendizagem - RPAs	- Compreender unidades de medidas utilizadas. - Compreender as grandezas físicas envolvidas. - Identificar os referencias envolvidos nos conceitos estudados. - Compreender os conceitos de velocidade e aceleração.				
Aula 04					
Nº Aula:	4 ^a	Aula:	Montagem dos Robôs	Pré-requisito:	3 ^a Aula
Duração:	4 horas (Observar o tipo de atividade)	Local:	Sala de aula com mesas	Recursos:	- Kit Modelix - Alicate - Chave Philips - Manual de montagem
Objetivo da Aula	Realizar a construção dos protótipos robóticos que serão utilizados na coletada de dados dos experimentos.				
Tipo de atividade	Atividade em Grupo Obs: Esta aula deverá ser replicada duas vezes. Cada aula, deverá ser ministrada para um grupo de 20 alunos. Pode-se ministrar a aula para o primeiro grupo pela manhã, e o segundo grupo a tarde.				
Atividades de ensino – A. E. (Professor)	A. E. 8 - Explicar sobre a robótica educacional e as programações (instruções) que o robô irá utilizar nos experimentos. A. E. 9 - Apresentar o tutorial de construção do robô a ser utilizado no experimento. A. E. 10 – Propor a divisão dos grupos e a construção dos robôs.				
Atividades de Aprendizagem – A.A. (Alunos)	A. A. 6 - Construir o robô proposto no tutorial de construção. A. A. 7 - Realizar testes iniciais de funcionamento com o robô construído.				
Resultados Pretendidos da Aprendizagem - RPAs	- Compreender o processo de construção do robô. - Compreender o processo de instrução que o robô deverá executar.				
Aula 05					
Nº Aula:	5 ^a	Aula:	Experimentos: MRU e MRUV	Pré-requisito:	4 ^a Aula
Duração:	3 horas	Local:	Sala com 2 bancadas (2 metros)	Recursos:	- Protótipos robóticos - Cenário/percurso do experimento - Filmadoras - Celulares
Objetivo da Aula	Realizar coleta de dados e observação dos fenômenos físicos por meio da utilização dos protótipos robóticos, celulares e câmeras.				
Tipo de Atividade:	Atividade em Grupo				
Atividades de ensino – A. E. (Professor)	A. E. 11 - Ler e Explicar os objetivos dos dois experimentos (Velocidade constante e Variada) que deverão ser realizados. A. E 12 - Explicar o funcionamento dos recursos que serão utilizados na coleta de dados dos experimentos (APP celular, Imã e Filmadora).				

Atividades de Aprendizagem – A.A. (Alunos)	A. A. 8 - Realizar cada experimento proposto 3 vezes. 1 – Velocidade Constante; 2 – Velocidade variada; - Coletar os dados através do aplicativo no celular. - Realizar o registro de todos os experimentos em vídeo.				
Resultados Pretendidos da Aprendizagem – RPAs	- Compreender o processo de deslocamento do robô construído. - Identificar os conceitos de velocidade e aceleração (e implicações) nos experimentos realizados. - Diferenciar os fenômenos observados nos dois experimentos (MRU e MRUV).				
Aula 06					
Nº Aula:	6 ^a	Aula:	Análise dos dados coletados	Pré-requisito:	5 ^a Aula
Duração:	3 horas	Local:	Laboratório de informática	Recursos:	- Laboratório com um computador para cada equipe. - Excel - VirtualDUB
Objetivo da Aula	Realizar processamento dos dados coletados (aplicativo do celular e vídeos) utilizando software para geração dos gráficos dos movimentos executados.				
Tipo de atividade	Atividade em Grupo				
Atividades de ensino – A. E. (Professor)	A. E. 13 - Apresentar os softwares que serão utilizados (Excel, APP MRU e MRUV, Virtual Dub) na análise e processamento dos dados. A. E. 14 - Propor atividade para extrair e processar os dados coletados.				
Atividades de Aprendizagem – A.A. (Alunos)	A. A. 9 - Extrair os dados das planilhas geradas pelo Aplicativo Sensor Kinetics Pro e dos vídeos capturados durante os experimentos. A. A. 10 - Processar os dados coletados nas planilhas e vídeos utilizando o Software MRU e MRUV.				
Resultados Pretendidos da Aprendizagem – RPAs	- Compreender as funcionalidades dos softwares utilizados no processamento dos dados coletados. - Interpretar os gráficos gerados no APP MRU e MRUV com base nos dados coletados e processados.				
Aula 07					
Nº Aula:	7 ^a	Aula:	Discussões sobre os experimentos	Pré-requisito:	6 ^a Aula
Duração:	2 horas	Local:	Sala de Aula / Horário de Física	Recursos:	- Projetor multimídia
Objetivo da Aula	Realizar discussões sobre os experimentos, conceitos e tecnologias utilizadas na observação dos fenômenos dos conceitos da cinemática.				
Tipo de atividade	Atividade em grupo				
Atividades de ensino – A. E. (Professor)	A. E. 15 - Apresentar e discutir com os grupos os resultados obtidos nos experimentos.				
Atividades de Aprendizagem – A.A. (Alunos)	A. A. 11 - Participar das discussões sobre os resultados dos experimentos.				
Resultados Pretendidos da Aprendizagem – RPAs	- Explicar os conceitos e fenômenos observados nos experimentos. - Discutir sobre os dados coletados e processados nos softwares do experimento.				
Aula 08					

Nº Aula:	8ª		Aula:	Pós-Teste + Mapa Conceitual	Pré-requisito:	7ª Aula
Duração:	3 horas	Local:	Sala de Aula / Qualquer horário		Recursos:	- Pós-teste (Conteúdos da Cinemática) - Folhas de papel 40 kg (as mesmas utilizadas na primeira atividade).
Objetivo da Aula	Realizar mapeamento da diferenciação dos conceitos correlacionados a cinemática na estrutura cognitiva dos alunos após a aplicação do estudo de caso.					
Tipo de atividade	Individual					
Atividades de ensino – A. E. (Professor)	A. E. 16 - Ler e explicar o objetivo das questões do diagnóstico II e pós-teste. A. E. 17 - Ler e Explicar a atividade de reconstrução do mapa conceitual sobre os conteúdos da cinemática: Velocidade e Aceleração.					
Atividades de Aprendizagem – A.A. (Alunos)	A. A. 12 - Responder o diagnóstico II e pós-teste. A. A. 13 - Reorganizar (se necessário) os conceitos do mapa conceitual construído na aula 2.					
Resultados Pretendidos da Aprendizagem - RPAs	Obs. Esta aula será utilizada apenas para diagnóstico dos conhecimentos após a aplicação dos experimentos.					

Fonte: Autor, 2017.

3.3 Execução da Sequência Didática

Com base nas ideias abordadas nos PCN's, a sequência didática foi aplicada por meio da utilização de um conjunto de atividades, métodos e recursos tecnológicos, que foram explorados no 1º ano do Ensino Médio como proposta inicial para uma abordagem dos conceitos de velocidade e aceleração.

3.3.1 Aula 01 – Realizando um diagnóstico sobre os sujeitos da pesquisa e identificando os conhecimentos prévios sobre velocidade e aceleração

Apresentação

Esta aula teve por objetivo principal verificar os conhecimentos prévios dos alunos por meio de um pré-teste (Apêndice B), essa etapa foi fundamental para estabelecer uma relação entre o conteúdo que deveria ser estudado nas próximas aulas da sequência didática.

Com base no diagnóstico inicial, o planejamento das demais aulas poderia ser modificado conforme os resultados obtidos no pré-teste, uma vez que o planejamento de cada aula deve ser flexível, conforme o nível de entendimento inicial dos alunos a respeito do tema abordado.

Para realizar uma descrição mais detalhada sobre os sujeitos da pesquisa, foram realizados diagnósticos (Apêndice C) de caráter socioeconômico para identificar algumas especificidades sobre os alunos envolvidos nesta pesquisa.

Duração da Aula: 2 horas

Atividades de Ensino

A. E. 01 – Após realizar as devidas apresentações sobre a proposta de aplicação da sequência didática com alunos, o Diagnóstico I (Apêndice C) foi apresentado aos alunos. Nesse diagnóstico, individualmente, os alunos deveriam responder algumas questões sobre, a procedência de sua escolaridade, se repetiu alguma série do Ensino Fundamental ou o 1º Ano do Ensino Médio, se já havia tido contato com os conceitos ligados a cinemática em outra série de sua escolaridade etc. Foram lidas todas as questões com suas respectivas possíveis respostas para que os alunos pudessem tirar dúvidas em relação ao objetivo de cada uma das questões.

Duração: 15 minutos.

A. E. 02 – Em seguida, o pré-teste (Apêndice B) foi apresentado aos alunos explicando o objetivo de cada uma das questões propostas. Ao todo, 6 questões discursivas sobre os conceitos de velocidade e aceleração integravam o questionário. Nesse questionário, individualmente, os alunos deveriam responder por exemplo, questões do tipo: “o que é velocidade?”, “O que é aceleração?”, “O que é velocidade média?” e “O que é velocidade instantânea?”.

Duração: 15 minutos

Atividades de Aprendizagem

A. A. 01 – Realizadas as devidas apresentações das atividades propostas para esta aula, os alunos deveriam responder as questões propostas no Diagnóstico I (Apêndice C).

Duração: 30 min.

A. A. 02 – Afim de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de velocidade e aceleração, os alunos responderam o pré-teste (Apêndice B) que era composto de 6 questões sobre os conceitos.

Na figura 15 é apresentado os alunos realizando as atividades de aprendizagem 01 e 02.

Duração: 60 min.

Figura 15 – Alunos respondendo ao diagnóstico I e Pré-teste.



Fonte: Autor, 2017.

Recursos: Teste de Diagnóstico e Pré-teste (Conteúdos da Cinemática).

Avaliação

Estas atividades foram realizadas em caráter de diagnóstico inicial. Tendo em vista a necessidade de identificar especificidades sobre os sujeitos da pesquisa, assim como na perspectiva de identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos de velocidade e aceleração.

3.3.2 Aula 02 – Mapa conceitual: um diagnóstico dos conhecimentos prévios sobre velocidade e aceleração

Apresentação

Esta aula teve por objetivo principal verificar por meio da utilização de mapas conceituais, os conhecimentos prévios dos alunos no que se refere aos conceitos de velocidade e aceleração. Por meio desta aula, os alunos deveriam apresentar seus conhecimentos iniciais estabelecidos em séries anteriores, ou conhecimentos concebidos de situações do seu dia a dia.

Para realizar esta aula, os alunos tiveram uma apresentação dos conceitos básicos de utilização do mapa conceitual para representar o conhecimento. Exemplos e exercícios foram utilizados para aproximá-los da ferramenta antes de realizar a atividade de diagnóstico desta aula.

Duração: 2 horas.

Atividades de Ensino

A. E. 03 – Nesta atividade, os alunos receberam uma explicação dos recursos básicos para construção de mapas conceituais. Desta maneira, foi apresentado aos alunos, a importância de utilizar o mapa conceitual para representar a organização do conhecimento, a estrutura de um mapa conceitual, a diferença entre mapa conceitual e

mapa mental, a definição de conceitos e proposições, além de exemplos ilustrando a construção de mapas conceituais com diferentes temáticas (Neste caso, optou-se por não utilizar exemplos de conceitos ligados a física). No Apêndice D é apresentado os slides com uma descrição mais detalhada dos conteúdos abordados.

Duração: 30 min.

A. E. 04 – Após realizar a apresentação dos recursos básicos para construção de mapas conceituais, foram propostos aos alunos dois exercícios para exercitar o conhecimento adquirido. No 1º exercício, os alunos deveriam continuar o mapa conceitual sobre a “banana” acrescentando novos conceitos aos que já haviam sido inseridos conforme exemplo disposto no (Apêndice D). No 2º exercício, os alunos deveriam elaborar um mapa conceitual partindo do conceito carro.

Duração: 10 min.

A. E. 05 – Finalizado os exercícios, foi proposto aos alunos a atividade principal desta aula (Apêndice D). Nela, individualmente, os alunos deveriam construir um mapa conceitual para organizar seu conhecimento sobre os conceitos de velocidade e aceleração.

Duração: 10 min.

Atividades de aprendizagem

A. A. 03 – Após assistir a explicação sobre os exercícios, os alunos, individualmente, construíram dois mapas para fixar os conhecimentos adquiridos sobre mapa conceituais. Para executar estes dois exercícios, eles utilizaram apenas os exemplos anteriores como base para continuar o mapa do exercício 1 e elaborar o novo mapa do exercício 2. Para realizar as duas atividades, os alunos receberam duas folhas de papel A4 para elaborar os respectivos mapas.

Duração: 20 min.

A. A. 04 – Tendo finalizado os exercícios propostos, os alunos iniciaram a execução da atividade principal desta aula. Nela, eles deveriam criar um mapa conceitual para representar os conceitos de velocidade e aceleração. Para esta atividade, foram disponibilizados aos alunos uma folha de papel A3, cola e fluxos (Apêndice E) (para representar os conceitos no mapa conceitual) devidamente recortados para economizar tempo na elaboração do mapa. Na figura 16 é apresentado os alunos executando a atividade principal desta aula.

Figura 16 – Alunos construindo o mapa conceitual inicial sobre os conceitos.



Fonte: Autor, 2017.

Duração: 50 min.

Recursos: Projetor, folhas de papel A4 e A3, cola e fluxos.

Avaliação

As atividades propostas nesta aula, tiveram caráter de: I – Verificar a compreensão dos alunos sobre a utilização correta dos recursos para a construção de mapas conceituais; II – Realizar diagnóstico inicial sobre os conhecimentos prévios no que se refere aos conceitos de velocidade e aceleração.

3.3.3 Aula 03 – Conceitos prévios

Esta aula teve por objetivo principal apresentar aos alunos fundamentos essenciais para a devida compreensão inicial sobre os conceitos de velocidade e aceleração.

Com base nos diagnósticos iniciais (Pré-teste e Mapa Conceitual) foi possível identificar que a maioria dos alunos não possuíam conceitos importantes para compreender as atividades a serem realizadas nas próximas aulas. Dentre os conceitos ausentes, pode-se perceber que alguns alunos não apresentavam noções de trajetória, espaço, tempo, deslocamento e movimento etc. Conceitos fundamentais para a compreensão dos fenômenos físicos a serem estudados.

Neste sentido, nesta aula foram apresentadas definições objetivas sobre esses conceitos para servir como suporte aos experimentos a serem realizados.

Duração: 2 horas.

Atividades de Ensino

A. E. 6 - Nesta atividade, os alunos receberam a explicação de conceitos chaves que iriam permitir uma melhor compreensão dos experimentos a serem realizados (Apêndice F). Neste sentido, foram apresentadas as definições de cinemática, ponto material, corpo extenso, trajetória, posição, movimento (MRU e MRUV), repouso,

deslocamento, velocidade, velocidade média e instantânea, aceleração, aceleração média e instantânea. Na Figura 17 é apresentado os alunos assistindo a explicação dos conceitos.

Figura 17 – Alunos recebem a explicação dos conceitos prévios.



Fonte: Autor, 2017.

Duração: 1 hora.

A. E. 7 - Após realizar a explicação dos conceitos fundamentais para compreender os fenômenos físicos a serem estudados, foi proposto aos alunos um exercício de fixação dos conceitos apresentados. O questionário foi lido juntamente com os alunos para que não restasse dúvida em como executar os exercícios propostos. Em seguida, foi entregue a eles um questionário (Apêndice G) contendo 10 questões sobre os assuntos estudados.

Duração: 10 min.

Atividades de Aprendizagem

A. A. 05 – Finalizada a explicação do exercício, os alunos responderam ao questionário utilizando o caderno de questões disponibilizado. Esta atividade foi executada individualmente.

Duração: 50 minutos.

Recursos: Projetor, Slide e questionário.

Avaliação

O exercício proposto nesta aula, teve por objetivo verificar o nível de compreensão dos alunos sobre os conceitos fundamentais para a execução dos experimentos da sequência didática.

3.3.4 Aula 04 – Montagem dos robôs

Esta aula teve por objetivo principal apresentar aos alunos os conceitos principais sobre a robótica educacional, bem como propor a construção do robô modelo a ser utilizado na execução dos experimentos da sequência didática.

Em um primeiro momento, foi explicado aos alunos o conceito de robótica, os elementos básicos que integram um robô e conceitos de lógica de programação. Além disso, em um segundo momento, os alunos foram divididos em grupos para que realizassem a montagem dos robôs com base no manual disponibilizado.

Duração: 4 horas.

Atividades de ensino

A. E. 8 – Nesta atividade, os alunos receberam algumas explicações básicas sobre robótica educacional (Apêndice H). Neste sentido, foi apresentado aos alunos: o conceito e os tipos de robôs, hardware, software, micro controlador, kits educacionais, fundamentos de lógica de programação etc. Além disso, ao final desta atividade, os alunos tiveram a explicação sobre as duas programações (instruções) a serem inseridas nos robôs dos experimentos da sequência didática.

Duração: 30 min.

A. E. 9 – Após realizar a apresentação dos conceitos sobre robótica, foi apresentado aos alunos o manual (Apêndice A) desenvolvido para a montagem do robô modelo a ser utilizado nos experimentos. Todos os passos contidos no manual foram lidos juntamente com os alunos para que não restasse dúvida durante o processo de montagem do robô.

Duração: 10 min.

A. E. 10 – Finalizada a apresentação do manual de montagem, os alunos foram divididos em 4 grupos. A divisão foi organizada (antecipadamente) pelo professor com base em algumas das respostas dadas no diagnóstico I (Apêndice C). Para manter as características de homogeneidade nos grupos, foram levadas em consideração na divisão, questões como: I – alunos repetentes do 1º ano do Ensino Médio; II – procedência de escolaridade; III – ter tido contato com robôs. Sendo assim, em cada equipe, foram designados alunos com cada uma dessas características para manter a uniformidade na divisão. Em seguida, foi proposto aos alunos a construção do robô ilustrado no manual de montagem. Por conta da quantidade de kits de robótica disponíveis para aplicação desta atividade, no primeiro momento, duas equipes

realizariam a montagem enquanto as outras duas aguardariam o momento para realizar a montagem de seus respectivos grupos.

Duração: 10 min.

Atividades de aprendizagem

A. A. 6 – Finalizadas as explicações sobre os conceitos sobre robótica, bem como a explicação do tutorial de montagem, os alunos, divididos em grupos iniciaram a montagem dos seus respectivos robôs. Para cada grupo, foi disponibilizado um kit de robótica Modelix (a lista de peças é apresentada no manual de montagem Apêndice A), uma chave Philips, alicate de bico e o manual de montagem. No primeiro momento, os grupos 1 e 2 realizaram a montagem seguindo o manual de montagem proposto. Os outros dois grupos (3 e 4), aguardavam a finalização dos outros grupos para iniciar a montagem do seu robô. Sendo assim, para esta atividade foi disponibilizado 1 hora e 15 minutos para os dois primeiros grupos, e a mesma quantidade de tempo para as demais (3 e 4). Na Figura 18 é apresentado os grupos construindo os robôs.

Figura 18 – Alunos realizando a construção do robô.





Fonte: Autor, 2017.

Duração: 2 horas e 30 minutos.

A. A. 7 – Após finalizar a montagem do seu robô cada equipe realizou testes com as programações fornecidas pelo professor. Em cada uma das programações, o robô desempenhava atividades diferentes: I – Programação 1: velocidade constante; II – Programação II – Velocidade variada.

Duração: 40 min.

Recursos: Projetor, Slide - conceitos sobre robótica, manual de montagem - Robô, kit de robótica Modelix, chave Philips e alicate de bico.

Avaliação

A avaliação desta atividade se deu através da finalização do processo de construção do robô proposto no manual de montagem.

3.3.5 Aula 05 – Experimentos: MRU e MRUV

Esta aula teve por objetivo principal realizar os experimentos dos Movimentos Retilíneo Uniforme e Variado por meio da utilização dos robôs construídos pelos grupos.

A ideia principal dos experimentos, era mostrar na prática aos alunos alguns dos conceitos apresentados na aula 03 assim como realizar a observação dos fenômenos físicos de velocidade e aceleração.

Para visualizar estes fenômenos, o robô foi programado para se deslocar pela trajetória utilizando duas instruções diferentes: I – uma com a velocidade constante; II – e outra com velocidade variando após cruzar cada posição estabelecida ao longo do trajeto.

Neste sentido, durante a aula foi apresentado a descrição das atividades, assim como, os recursos a serem utilizados na coleta dos dados para análise posterior.

Duração: 3 horas.

Atividades de ensino

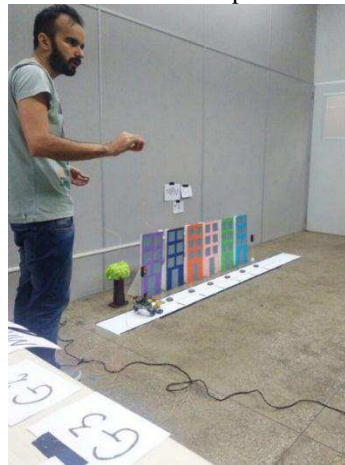
A. E. 11 – Nesta atividade, os alunos receberam a explicação (Apêndice I) sobre os experimentos que deveriam ser realizados utilizando os robôs construídos na aula anterior. Dois experimentos foram propostos aos grupos:

I – Velocidade Constante: o robô deveria se deslocar pela trajetória em uma mesma velocidade da posição inicial a posição final.

II – Velocidade Variada: o robô deveria se deslocar pela trajetória em velocidades diferentes a medida em que ultrapassava as posições demarcadas ao longo do trajeto.

Cenário do experimento: Ainda nesta atividade, foi apresentado aos alunos o cenário a ser utilizado nos dois experimentos. A trajetória, era demarcada com 6 posições. Para estabelecer cada uma delas, foi utilizado um ímã e uma linha preta. O ímã, serviria para registrar em um aplicativo de celular o momento exato em que o robô estaria cruzando uma determinada posição. A linha preta, serviria para acionar um LED no robô toda vez que o mesmo estivesse sobre a linha demarcada. Na Figura 19 é apresentado o professor explicando os experimentos a serem realizados.

Figura 19 – Professor descrevendo os experimentos a serem realizados.



Fonte: Autor, 2017.

Uma descrição mais detalhada sobre o cenário pode ser observada no capítulo 2.

Duração: 30 min.

A. E. 12 – Após realizar a descrição dos experimentos a serem realizados, foi apresentado aos grupos as ferramentas que deveriam ser utilizadas na coleta dos dados dos experimentos 1 e 2.

Recursos para coleta de dados: Para uma maior confiabilidade dos dados a serem coletados nos experimentos, foram utilizadas duas fontes de coleta:

I – Aplicativo Sensor Kinetics Pro⁴: Instalado em um aparelho celular com sistema operacional Android, esse aplicativo deveria registrar o tempo decorrido no deslocamento do robô entre uma posição e outra. Para isso, a função *Magnetômetro* do aplicativo deveria ser acionada toda vez que o robô fosse iniciado. Com o celular sobre o robô, ao passar sobre o campo magnético gerado pelo ímã fixado em cada uma das posições da trajetória, o aplicativo registraria um “pico” no gráfico do aplicativo.

II – Filmadora: Este recurso foi utilizado para registrar em vídeo todos os experimentos realizados por cada um dos grupos. Neste sentido, toda vez que o robô fosse inicializado, a filmadora deveria ser acionada para registrar o robô durante toda a sua trajetória. Os vídeos resultantes dos experimentos, permitiriam a cada um dos grupos extrair os tempos decorridos no deslocamento do robô entre uma posição e outra. Para isso, na análise dos vídeos (a ser apresentado na descrição da aula 6) os alunos deveriam extrair os tempos com base na visualização do LED do robô toda vez que o mesmo estivesse sobre a linha preta que demarcava cada uma das posições.

Duração: 30 min.

Atividades de aprendizagem

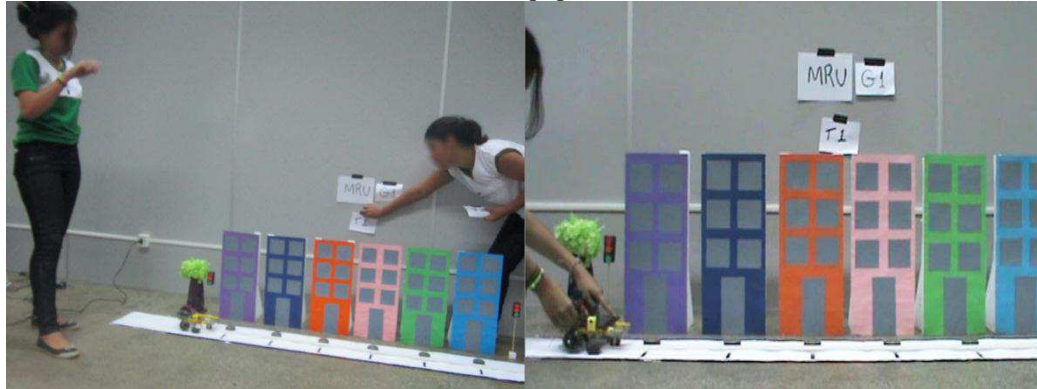
A. A. 8 – Após assistirem a explicação dos experimentos, bem como, sobre os recursos a serem utilizados na coleta de dados, os alunos iniciaram a execução dos experimentos. Cada grupo elegeu dois alunos para manipular os equipamentos durante os experimentos: um aluno ficou responsável por acionar o robô e o aplicativo no celular que estava sobre ele; o outro ficou responsável em alterar na parede as informações que identificavam a equipe, o experimento e o teste (1, 2 ou 3). Seguindo a ordem pré-estabelecida a cada um dos grupos, eles repetiram cada experimento 3 vezes. Essa repetição foi necessária para dar maior confiabilidade aos resultados após a realização das análises. Sendo assim, somando todos os experimentos: o experimento 1 – Movimento Retilíneo Uniforme foi repetido 12 vezes (grupo 1 – 3 vezes, grupo 2 – 3 vezes, grupo 3 – 3 vezes e grupo 4 – 3 vezes); o experimento 2 – Movimento Retilíneo

⁴ Sensor Kinetics Pro é um visualizador avançado, gravador e monitor para todos os sensores padrão disponíveis no seu dispositivo Android. Escrito por um dos pioneiros no uso de acelerômetros e giroscópios dentro do smartphone moderno, o aplicativo oferece uma visão abrangente da dinâmica total das operações combinadas de todos os sensores. Um Visualizador Gráfico sofisticado para cada sensor permite-lhe gravar o comportamento do sensor em grande detalhe. <https://goo.gl/MUQyM8>

Uniformemente Variado foi repetido 12 vezes (grupo 1 – 3 vezes, grupo 2 – 3 vezes, grupo 3 – 3 vezes e grupo 4 – 3 vezes). Para cada equipe, foi disponibilizado 30 minutos para a realização de todos os experimentos.

Na Figura 20 é possível visualizar o posicionamento dos alunos no cenário dos experimentos assim como, a troca das informações de identificação da equipe na parede.

Figura 20 – Alunos responsáveis pelo acionamento do robô, troca das informações de identificação da equipe.



Fonte: Autor, 2017.

Duração: 2 horas.

Recursos: Projetor, Slide - Descrição dos experimentos, cenário dos experimentos, aplicativo Sensor Kinetics Pro, Celular (Android) e Filmadora.

Avaliação:

A avaliação desta atividade se deu por meio da completa execução dos experimentos propostos para esta aula.

3.3.6 Aula 06 – Análise dos dados coletados nos experimentos MRU e MRUV

Esta aula teve como objetivo principal propor aos alunos a análise dos dados coletados (aplicativo Sensor Kinetics Pro e vídeos) utilizando uma planilha eletrônica desenvolvida como parte dos recursos desta sequência didática.

A ideia principal das atividades nesta aula, era permitir que os alunos pudessem visualizar aspectos importantes dos experimentos através das informações geradas pelo software desenvolvido a partir do processamento dos dados coletados. Dentre as informações que os alunos poderiam visualizar sobre os experimentos neste software estavam: I – Velocidade média; II – Média das Velocidades; III – Aceleração Média e os gráficos da: I – Função horária; II – Velocidade do robô; III – Aceleração do robô.

Neste sentido, para que os dados fossem analisados, foram realizadas explicações sobre a planilha eletrônica/interface de interação e o *VirtualDub*.

Cada grupo, deveria extrair os dados para análise tanto do aplicativo no celular, assim como dos vídeos capturados durante a realização de todos os experimentos do seu grupo.

Duração: 3 horas.

Atividades de ensino

A. E. 13 - Nesta atividade, os alunos receberam explicações sobre as ferramentas que deveriam ser utilizadas na análise dos dados coletados durante os experimentos (Apêndice J). Neste sentido, noções básicas de utilização do Excel, da planilha eletrônica/interface de interação MRU/MRUV e VirtualDub foram apresentadas aos alunos descrevendo algumas de suas funcionalidades. Uma descrição mais detalhada sobre as ferramentas utilizadas pode ser observada no capítulo 2.

Ferramentas para análise dos dados:

I – Planilha eletrônica e interface de interação;

II – VirtualDub;

Duração: 30 min.

A. E. 14 - Após realizar a apresentação das ferramentas a serem utilizadas nas análises dos dados, foi explicado aos alunos como estes deveriam proceder para extrair as informações do aplicativo *Sensor Kinectis Pro* e dos vídeos para “alimentar” a planilha eletrônica para realizar o processamento das informações.

Extraindo os dados do:

- **Aplicativo *Sensor Kinetics Pro*:** foi apresentado aos alunos o processo para realizar a extração das informações gravadas pelo aplicativo. Na versão (Paga) do aplicativo utilizada, é possível exportar os dados em planilhas do Excel. Neste sentido, foi disponibilizado para cada um dos grupos 6 planilhas (3 do experimento 1 e 3 do experimento 2) com os dados gravados durante a realização de seus respectivos experimentos. Em cada uma das planilhas, os grupos deveriam observar primeiramente na coluna B (eixo do X_{value}) os 6 (indica o momento exato em que o aplicativo registrou o maior pico do campo magnético gerado pelo ímã em uma determinada posição) maiores valores armazenados na coluna. Em seguida, tendo identificado os valores, os grupos deveriam observar os tempos registrados na coluna A (*Time*) no aplicativo no momento em que houve o registro dos maiores valores da coluna B. Cada grupo, deveria repetir esse procedimento nas 6 planilhas. Para isso, foi entregue aos grupos um formulário para que pudessem tomar nota dessas informações (Apêndice K).

- **Software *VirtualDub***: foi apresentado aos alunos o processo para realizar a extração das informações apresentadas nos vídeos gravados durante a realização dos experimentos. Neste sentido, foi disponibilizado para cada um dos grupos 6 vídeos [3 do experimento 1 e 3 do experimento 2; os mesmos foram editados (cortados) antecipadamente pelo professor] com as imagens gravadas. Em cada um dos vídeos, os grupos deveriam observar percorrendo a visualização do vídeo até o *frame* do momento exato em que o LED do robô era aceso ao passar sobre uma das posições demarcadas ao longo da trajetória. Identificando o momento exato, os alunos deveriam observar o tempo decorrido entre uma posição e outra, e registrar essa informação no espaço reservado para estes dados no formulário entregue. Cada grupo, deveria repetir esse procedimento com cada um dos 6 vídeos.

Duração: 30 min.

Atividades de aprendizagem

A. A. 9 – Após a realização das explicações sobre as ferramentas, os alunos realizaram a extração das informações necessárias para a análise dos dados do experimento. Para isso, foi disponibilizado para cada um dos grupos, um notebook com os softwares devidamente instalados. Na área de trabalho de cada computador, foi colocado uma pasta contendo todos os arquivos (Planilhas e Vídeos) a serem utilizados na atividade. Na Figura 21 é apresentado os alunos extraindo as informações dos arquivos.

Figura 21 – Alunos extraindo as informações dos arquivos gerados nos experimentos.



Fonte: Autor, 2017.

Duração: 1 hora.

A. A. 10 - Finalizada a extração das informações dos arquivos de cada um dos grupos, os alunos deveriam inserir as informações na planilha eletrônica para processar os dados coletados. Cada grupo, deveria alimentar a planilha 4 vezes: I – 2 vezes com os dados do aplicativo (Experimento 1 e 2); e II – 2 vezes com os dados dos vídeos (Experimento

1 e 2). Toda vez que a inserção dos dados de um recurso (aplicativo ou vídeo) era gravada e processada na planilha, era realizado um *printscreen* da tela para que fosse feita a discussão dos resultados na aula seguinte. Ao final das atividades de cada grupo, foram gerados 4 *printscreen*. Na figura 22 é apresentado os alunos inserindo os dados na interface de interação com a planilha eletrônica.

Figura 22 – Alunos processando os dados coletados.



Fonte: Autor, 2017.

Duração: 1 hora.

Recursos: Projetor, Slide - Descrição das ferramentas de análise, Planilha eletrônica/Interface de interação, VirtualDub, Excel, notebooks e Formulário de coleta de dados.

Avaliação

A avaliação desta atividade se deu por meio da execução completa do processamento das informações extraídas.

3.3.7 Aula 07 – Discussão sobre os experimentos MRU e MRUV

Esta aula teve por objetivo principal realizar com os alunos uma discussão sobre os resultados obtidos após a finalização do processamento das informações utilizando planilha eletrônica.

Neste sentido, foram levantadas algumas questões ligadas aos experimentos realizados, como por exemplo: I – o robô estava realizando um M.R.U ou M.R.U.V? Porquê?; II – A aceleração do robô era constante? Porque? III – A média das velocidades era igual a velocidade média do robô? Porquê? etc.

Além disso, um dos objetivos desta atividade, era permitir que os alunos pudessem identificar nos experimentos alguns conceitos apresentados na aula 3, tais como: I – Posição; II – Ponto material e Corpo extenso; III – Trajetória etc.

Neste sentido, algumas imagens foram apresentadas aos alunos e em seguida algumas perguntas eram lançadas para que um grupo pudesse responder ao questionamento e explicar a razão de sua resposta.

Duração: 2 horas

Atividades de ensino

A. E. 15 - Nesta atividade, foram apresentadas algumas situações com ilustrações dos resultados obtidos durante e após a realização dos experimentos (Apêndice L). Neste sentido, os questionamentos foram feitos com base nas informações coletadas e processadas pelos alunos. A ideia principal desta atividade, era verificar a compreensão dos alunos em relação aos conceitos apresentados anteriormente, assim como a percepção deles sobre os fenômenos físicos experimentados em cada uma das atividades envolvendo o robô.

Duração:

Atividades de aprendizagem

A. A. 11 – Esta atividade, se deu ao mesmo tempo em que as situações ilustradas eram apresentadas pelo professor. Os grupos, eram questionados sobre situações identificadas previamente com base nos *printscreens* capturados após a inserção e processamentos dos dados na planilha eletrônica. Neste sentido, alguns questionamentos foram feitos aos grupos em relação ao cenário construído para os experimentos, conceitos prévios, além de perguntas direcionadas especificamente aos resultados obtidos no processamento das informações, tais como: I – o corpo (robô) estava em movimento; II – o movimento executado pelo robô era uniforme ou variado; III – a aceleração era igual ou diferente de zero; etc. Ao final desta aula, os alunos responderam a um exercício de fixação sobre as discussões apresentadas (Apêndice M). Na figura 23 é apresentado os alunos respondendo o exercício de fixação em seus grupos.

Figura 23 – Alunos realizando o exercício de fixação sobre as discussões.



Fonte: Autor, 2017.

Recursos: Projetor, Slides - Discussão dos resultados, e Exercício de Fixação.

Avaliação:

A avaliação desta atividade se deu por meio das discussões realizadas na aula, assim como a execução do exercício de fixação proposto.

3.3.8 Aula 08 – Realizando um diagnóstico final sobre os conceitos estudados

Esta aula teve por objetivo principal realizar um diagnóstico final com os alunos sobre alguns aspectos importantes inerentes a sequência didática utilizada, assim como, sobre os conceitos trabalhados durante a sua execução.

Neste sentido, para verificar a satisfação e a importância de utilização da sequência didática para trabalhar os conceitos de velocidade e aceleração, foi proposto aos alunos que respondessem a um questionário (Apêndice N) com algumas perguntas sobre: I – a eficácia de utilização de mapas conceituais; II – a utilização de aulas práticas para experimentar conceitos da física; III – o processo de construção e utilização do robô; etc.

Para finalizar, com o intuito de realizar um diagnóstico posterior sobre a diferenciação dos conceitos correlacionados a cinemática após a aplicação da sequência didática, foi proposto aos alunos que respondessem o pós-teste (Apêndice O) com as mesmas questões respondidas na aula 1, assim como, a reestruturação do mapa conceitual elaborado na aula 2.

Duração: 3 horas.

Atividades de ensino

A. E. 16 – Em um primeiro momento, nesta aula, foi apresentado aos alunos os objetivos do Diagnóstico II e do Pós-teste. No diagnóstico II, individualmente, os alunos deveriam

responder algumas questões que demonstrariam a sua percepção sobre algumas características importantes da sequência didática. Neste sentido, todas as perguntas foram lidas, assim como, suas possíveis respostas para que não houvesse dúvida na hora de responde-las. Da mesma forma, em seguida foi apresentado o pós-teste.

Duração: 15 min.

A. E. 17 – No segundo momento, foi proposto aos alunos a reescrita do mapa conceitual elaborado na aula 2. Neste sentido, foi explicado para os alunos que eles deveriam analisar o primeiro mapa, e a partir dele, reelabora-lo construindo um novo mapa acrescentando novos conceitos sobre velocidade e aceleração que foram trabalhados ao longo das 8 aulas.

Duração: 10 min.

Atividades de aprendizagem

A. A. 12 – Após a realização da explicação sobre o questionário do diagnóstico II e o pós-teste, os alunos responderam o diagnóstico II (Apêndice N) que era composto de 10 questões, e o pós-teste, composto por 6 questões (Apêndice O). Na figura 24 é apresentado os alunos realizando a atividade de aprendizagem 12.

Figura 24 – Alunos respondendo o diagnóstico II e pós-teste.

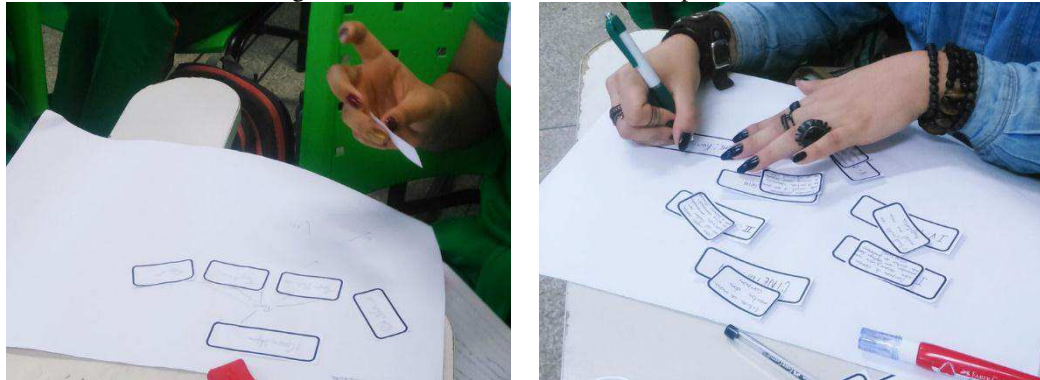


Fonte: Autor, 2017.

Duração: 1 hora.

A. A. 13 – Finalizada a explicação sobre a atividade com os mapas, os alunos iniciaram a execução recriando o mapa conceitual elaborado na aula 2. Para esta atividade, foram disponibilizados aos alunos o mapa conceitual elaborado anteriormente, uma folha de papel A3, cola e fluxos (Apêndice E). Na figura 25 é apresentado os alunos executando a atividade.

Figura 25 – Alunos reelaborando o mapa conceitual.



Fonte: Autor, 2017.

Duração: 55 min.

Recursos: Diagnóstico II (Apêndice N), pós-teste (Apêndice O), Mapa conceitual da aula 2, folhas de papel A3, cola e fluxos.

Avaliação

A avaliação destas atividades se deu por meio da execução completa das atividades de aprendizagem 12 e 13.

Na tentativa de responder à pergunta enfatizada no início deste capítulo, podemos verificar que através da aplicação desta sequência didática, foi possível evidenciar de forma contextualizada com situações do dia a dia, os conceitos de velocidade e aceleração por meio da utilização dos recursos e situações de aprendizagens planejadas/executadas com os alunos envolvidos neste trabalho.

De modo a verificar se os objetivos e os resultados pretendidos na aprendizagem propostos foram atingidos, e na perspectiva de evidenciar os conceitos e fenômenos observados nos experimentos na estrutura cognitiva dos alunos, no capítulo 4 é apresentado uma análise das atividades de diagnóstico realizados antes e após a aplicação da sequência didática.

Capítulo 4 – Análise dos Dados

O processo adotado para esta análise foi construído observando principalmente nos elementos básicos desta pesquisa as questões norteadoras. Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, os dados coletados são resultados de uma interação dinâmica entre os sujeitos da pesquisa, no contexto da investigação, e o pesquisador. As etapas desta análise são compostas de dois momentos: I – fase exploratória: um diagnóstico inicial sobre os conhecimentos prévios dos alunos; e II – análise dos dados: um panorama sobre os conhecimentos prévios relativos a cinemática após a aplicação da sequência didática.

De acordo com Minayo et al. (2002) na etapa exploratória devemos dedicar tempo para interrogar-nos sobre o objeto de estudo, os pressupostos teóricos, a metodologia apropriada e as questões operacionais para implementar a etapa operacional do trabalho, intitulada de trabalho de campo, já apresentada no capítulo 3.

Nesta etapa, tendo definido o objeto de estudo e identificado o problema, foi norteadada pela busca de resposta as seguintes questões (apresentadas anteriormente no capítulo 1 desta dissertação): (i) A elaboração de uma sequência didática utilizando a robótica educacional pode elevar o grau de assimilação dos conceitos de velocidade e aceleração? (ii) Uma sequência didática estruturada com base no diagnóstico de conceitos prévios tidos pelos alunos pode contribuir para uma aprendizagem significativa sobre velocidade e aceleração? (iii) A utilização de métodos que envolvam atividades práticas por meio da robótica educacional pode favorecer a aprendizagem significativa dos conceitos de velocidade e aceleração?

Diante disso, foram estabelecidos os instrumentos utilizados nas coletas de dados. Esta etapa foi constituída por questionários e construção de mapas conceituais sobre os aspectos conceituais do tema abordado e observação direta participante. E com o propósito de reduzir as dificuldades na aprendizagem de conceitos de velocidade e aceleração, a elaboração de dois experimentos com a utilização de robôs para a observação dos fenômenos.

E por fim, o tratamento dos dados coletados: ordenação, classificação e análise propriamente dita. O tratamento dos dados nos dá a possibilidade de avaliar e discutir o que esta investigação aporta de singular como contribuição para solução do problema levantado.

O planejamento da sequência didática foi construído para ser implementado em 8 aulas com carga horária específica em cada uma delas como apresentado na descrição do planejamento no capítulo 3.

As aulas 1, 2 e 8 correspondem ao conhecimento da realidade, isto é, à sondagem, coleta de dados e diagnósticos sobre o aluno, e os dados serão apresentados a seguir.

4.1 Fase exploratória: um diagnóstico inicial sobre os conhecimentos prévios dos alunos

Com o intuito de verificar a existência de conhecimentos prévios sobre os conceitos de velocidade e aceleração nos alunos egressos do 9º ano do Ensino Fundamental, a fase exploratória foi composta por dois momentos: I – pré-teste de diagnóstico sobre os conceitos prévios de cinemática com os sujeitos da pesquisa; e II – construção do mapa conceitual sobre os conceitos de velocidade e aceleração. Esta fase foi executada na primeira semana de aula do primeiro bimestre dos alunos. Uma descrição sobre cada uma dessas etapas é apresentada a seguir.

4.1.1 Pré-teste (Aula 1): identificando o conceito prévio do aluno

Esta etapa foi realizada por meio da aplicação de um diagnóstico composto de seis questões abertas (Apêndice B). A opção por utilizar questões abertas tem como objetivo dar a oportunidade ao aluno desenvolver as questões de forma espontânea.

O pré-teste, tinha como objetivo determinar o conhecimento prévio dos alunos referente aos conceitos de velocidade e aceleração. Este questionário foi aplicado antes que o professor titular da disciplina de física tivesse iniciado os conteúdos da cinemática com os sujeitos da pesquisa. Sobre a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, Moreira (2012) afirma que devemos utilizar de situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, para preparar o terreno para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar.

As análises das respostas dos alunos foram realizadas observando a existência de conhecimentos prévios a respeito dos conceitos de velocidade e aceleração a fim de identificar as especificidades para a aprendizagem sobre o tema cinemática.

As respostas dadas pelos alunos ao questionário foram classificadas de acordo com o nível de entendimento demonstrado em cada questão com base na taxonomia SOLO⁵.

Sobre a taxonomia, Mendonça (2015, p. 117) afirma que ela é utilizada para nortear os professores a estabelecerem os resultados pretendidos na aprendizagem dos alunos:

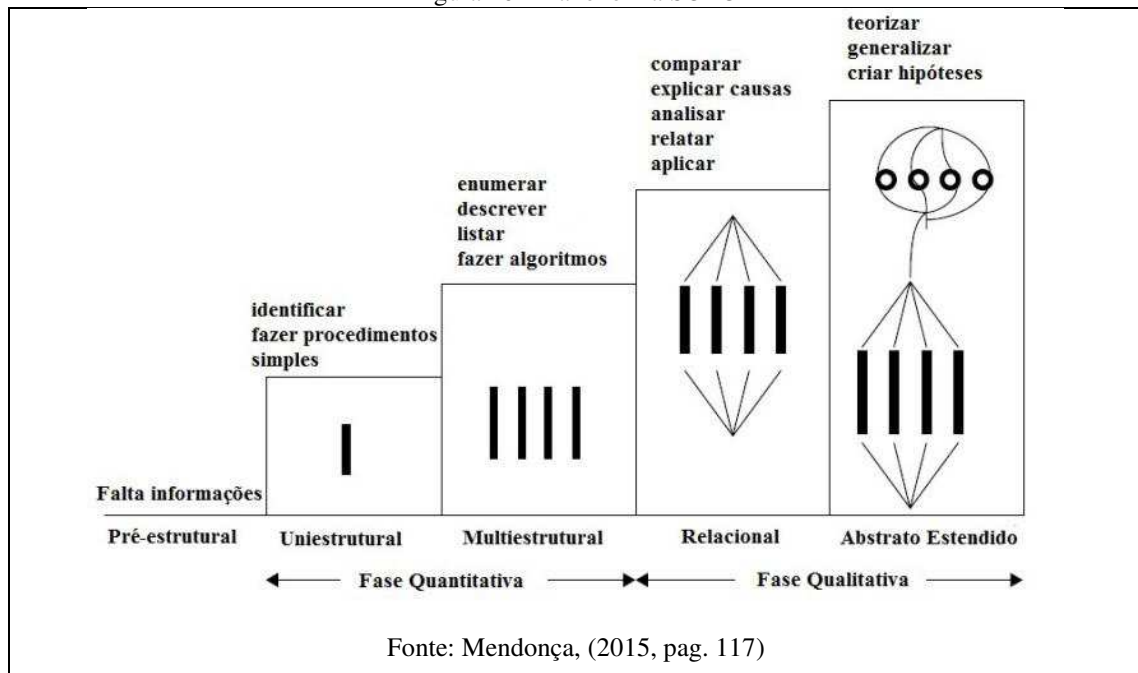
[...] A medida que os estudantes aprendem, os resultados de sua aprendizagem demonstram fases semelhantes de aumento da complexidade estrutural. Há duas principais mudanças: i) *quantitativa*, quando os estudantes demonstram em suas respostas (a um questionamento ou problema) um aumento no conjunto de informações e detalhes; e, ii) *qualitativa*, quando os estudantes percebem as relações entre os vários aspectos e como eles se integram para formar um todo, provendo uma resposta mais estruturada. As fases

⁵ Taxonomia SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcome*).

quantitativas de aprendizagem ocorrem em primeiro lugar, em seguida, a aprendizagem muda qualitativamente.

A autora apresenta as fases quantitativas e qualitativas, assim como os níveis que compõem cada uma destas fases, ilustrado na figura 26.

Figura 26 – Taxonomia SOLO



Ao que segue, a autora ainda descreve o que se espera da compreensão dos indivíduos em cada um dos níveis da taxonomia:

- **Pré-estrutural:** Os alunos deste nível, apresentam pouca compreensão sobre um conteúdo. Geralmente, suas respostas apresentam informações dispersas, desorganizadas e até irrelevantes. Alunos classificados neste nível, podem camuflar sua falta de conhecimento por meio de “respostas tautológicas”, reutilizando e reorganizando pistas de uma questão.
- **Uniestrutural:** Alunos deste nível, são capazes de trabalhar com um aspecto relevante ou conhecido da pergunta ou problema e usá-lo na produção de uma resposta simples e coerente. Neste nível, o aluno é capaz de realizar relevantes, mas óbvias, conexões, fazer uso de terminologias corretas, lembrar-se de fatos, realizar instruções simples, identificar, nomear, etc.
- **Multiestrutural:** Neste nível, os alunos são capazes de lidar com um conjunto de informações relevantes. Contudo, estas informações são apresentadas de modo independente, sem as devidas conexões para a formação do todo. Ele é capaz de enumerar, descrever, classificar, etc.

- Relacional: Neste nível, vê-se uma melhoria qualitativa, pois o aluno pode agora perceber as relações entre as várias informações e como elas podem se encaixar para formar um todo e, assim, prover uma resposta mais estruturada. Um aluno pode, assim, comparar, relacionar, analisar, explicar em termos de causa e efeito, etc.
- Abstrato Estendido: No nível mais alto, nota-se mais melhorias qualitativas à medida que a resposta estruturada do aluno é generalizada e ele tornar-se capaz de lidar com informações hipotéticas, que não lhe foram fornecidas. Aqui, o estudante pode generalizar, criar hipóteses, teorizar, transferir a teoria para um novo domínio, etc.

Por meio da utilização desta taxonomia, os alunos foram classificados de acordo com o nível de entendimento demonstrado em cada questão do pré-teste considerando os cinco níveis de entendimento. É importante salientar que os níveis mais elevados (relacional e abstrato estendido) desta taxonomia não poderiam ser evidenciados em nossas análises tendo em vista o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos com esta faixa etária.

Para exemplificar como esse sistema de classificação de resposta que foi utilizado vejamos o quadro 3 (questão 1 e 4 do pré-teste).

Quadro 3 – Exemplos de respostas do Pré-Teste classificadas na taxonomia SOLO.

Questão	Respostas analisadas	Nível de entendimento
1 – Sobre velocidade	<p>Aluno 40</p> <p>“É um movimento de aceleração” (Aluno 40)</p>	Pré-estrutural
4 – Sobre aceleração	<p>Aluno 10</p> <p>“Aceleração é quando alguma coisa está em aceleração, ou até o nosso corpo as vezes ele tá em aceleração.” (Aluno 10)</p>	Pré-estrutural

Fonte: Autor, 2017.

No total, 44 questionários foram analisados por meio da utilização desta taxonomia. Porém, nesta análise, foram levados em consideração apenas as respostas dadas pelos 28 alunos que participaram efetivamente das 8 aulas propostas na sequência didática.

Sendo assim, no quadro 4 é apresentado os níveis de entendimento observado nas respostas dos 28 alunos em todas as questões do pré-teste.

Quadro 4 – Classificação das respostas dadas pelos alunos no Pré-Teste.

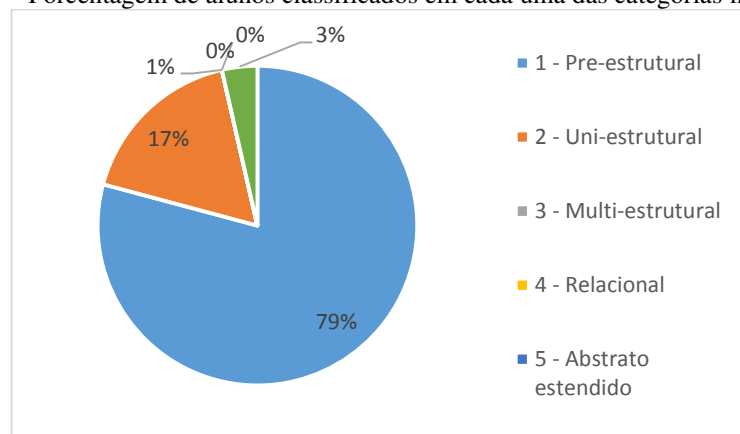
Nível de entendimento	Questões					
	1	2	3	4	5	6
1 – Pré-estrutural	15	24	20	25	25	24
2 – Uni-estrutural	13	2	8	3	2	1
3 – Multi-estrutural	0	1	0	0	0	0
4 – Relacional	0	0	0	0	0	0
5 – Abstrato estendido	0	0	0	0	0	0
6 – N. Responderam	0	2	0	0	1	3

Fonte: Autor, 2017.

Como era esperado, com base nas informações apresentadas no quadro anterior, é possível verificar que nenhum aluno apresentou nível de entendimento, Relacional ou Abstrato Estendido.

Tomando como base as mesmas informações apresentadas no quadro 4, podemos perceber que a somatória das respostas classificadas em cada um dos níveis da taxonomia nos revelam que os sujeitos da pesquisa são caracterizados em sua maioria com nível de entendimento pré-estrutural, cerca de 79%, 17% no nível uni-estrutural e 3% multi-estrutural, o que significa dizer que 99% dos alunos estavam nos níveis de entendimento mais básicos como mostra o gráfico 4. Portanto, tendo como referência este diagnóstico, espera-se que no final das atividades posteriores da sequência didática, este quadro mude e seja evidenciada uma mudança no nível de entendimento dos alunos.

Gráfico 4 – Porcentagem de alunos classificados em cada uma das categorias no Pré-teste.



Fonte: Autor, 2017.

Com base nesses resultados apresentados é possível verificar que os alunos não apresentam conhecimentos prévios concretos sobre os conceitos ligados a cinemática. É importante ressaltar que estes conceitos já são apresentados aos alunos, mesmo que a nível conceitual, no 9º ano do Ensino Fundamental.

Neste sentido, era esperado que os alunos apresentassem noções básicas sobre algumas grandezas físicas como espaço e tempo, além de conceitos estritamente ligados aos fenômenos físicos de velocidade e aceleração, como por exemplo, trajetória, posição, deslocamento etc.

4.1.2 Mapa conceitual (Aula 2): identificando o conhecimento prévio do aluno

Esta etapa foi realizada por meio da aplicação de uma atividade de construção de um mapa conceitual para representar os conhecimentos dos alunos sobre os conceitos de velocidade e aceleração. Esta atividade foi descrita no capítulo 3. Sobre os mapas conceituais, Moreira (2012, p.10) afirma que este pode ser entendido como:

Um diagrama hierárquico de conceitos e relações entre conceitos; hierárquico significa que nesse diagrama, de alguma forma, se percebe que alguns conceitos são mais relevantes, mais abrangentes, mais estruturantes, do que outros; essa hierarquia não é necessariamente vertical, de cima para baixo, embora seja muito usada. No mapa conceitual as relações entre os conceitos são indicadas por linhas que os unem; sobre essas linhas colocam-se palavras que ajudam a explicar a natureza da relação; essas palavras, que muitas vezes são verbos, são chamadas de conectores, conectivos, palavras de enlace. A ideia é que os dois conceitos mais o conectivo formem uma proposição em linguagem sintética. O mapa conceitual procura refletir a estrutura conceitual do conteúdo que está sendo diagramado. É importante não confundi-lo com diagrama de fluxo, quadro sinótico, mapa mental e outros tipos de diagramas.

A opção por utilizar mapas conceituais, se deu, por este estar fundamentado nos princípios teóricos da aprendizagem significativa que considera a necessidade de conhecer as ideias prévias (subsunçores) e a estrutura de significados dos sujeitos com o propósito de estabelecer aprendizagem inter-relacionada. Neste sentido, Rocha e Spohr (2016, p. 28) afirmam que:

Este recurso pode ser utilizado de várias formas no âmbito do contexto escolar, seja como instrumento avaliativo da aprendizagem no que se refere ao levantamento inicial do grau de organização do conhecimento dos alunos e indicador da progressividade da aprendizagem significativa, instrumento de análise do conteúdo curricular, de forma organizada e de fácil apresentação e como instrumento didático, identificando subsunções que o aluno possui e são fundamentais à aprendizagem, facilitando o estabelecimento de relações entre conceitos.

Para analisar os mapas conceituais de forma qualitativa, foram utilizados os critérios descritos no trabalho de Calheiro (2014), que buscou subsídio nos trabalhos de Novak e Gowin (1988), Costamagma (2001), Moreira (2005), Trindade (2011) e Trindade e Hartwig (2012) para elaborar, tendo como referência e ancoragem a Teoria da Aprendizagem Significativa, um quadro elencando conceitos gerais de aprendizagem e um quadro com um conjunto de critérios utilizados como referência para categorizar os mapas conceituais:

- Categoria A: mapas onde fica evidente que o aluno não possui subsunçores relevantes sobre o tema de estudo (quando utilizado como instrumento para

averiguar o conhecimento prévio, no caso dos mapas iniciais) ou mas que não apresentam relações corretas entre os conceitos (quando o mapa foi elaborado pelo aluno após atividades de ensino);

- Categoria B: mapas com poucos subsunçores relevantes (mapas iniciais) ou com poucos indícios de aprendizagem significativa (mapas finais);
- Categoria C: mapas com subsunçores relevantes (mapas iniciais) ou com indícios satisfatórios de aprendizagem significativa (mapas finais)

No quadro 5, Calheiro (2014) apresenta os elementos que foram utilizados para elaborar as categorias a serem utilizadas nas avaliações dos mapas.

Quadro 5 – Elementos utilizados para classificar os mapas conceituais.

Elementos/Critérios	Descrição dos conceitos	Divisão conceitos
Proposições	Estão relacionadas com o significado entre dois conceitos, sendo indicada pela linha que une e pela(s) palavras de ligação.	1. Proposições/ligações erradas (conceitos alternativos) 2. Proposições/ligações válidas
Hierarquia	Verifica se um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito anteriormente.	1. Válidas 2. Não válidas
Ligações cruzadas	As ligações significativas e válidas entre um segmento da hierarquia conceitual e outro segmento. As ligações podem ser criativas.	1. Conceitos cruzados válidos e significativos 2. Conceitos cruzados e não significativos
Reconciliação progressiva	As ideias mais gerais e inclusivas progressivamente diferenciadas. Um conceito geral deve se relacionar com conceitos menos gerais.	1. Válidas 2. Não válidas
Reconciliação integrativa	Recombinação de conceitos já existentes que se reorganizam e forma outros conceitos.	1. Válidas 2. Não válidas
Exemplos	Exemplos apropriados.	1. Válidas 2. Não válidas
Integração entre os conceitos abordados na sequência didática	Integração entre os conceitos de velocidade e aceleração.	1. Válidas 2. Não válidas

Fonte: Calheiro, (2014, p. 100).

Com base nestes elementos, Calheiros (2014) estabelece os critérios (Quadro 6) de avaliação dos mapas conceituais apresentando-os com suas categorias.

Quadro 6 – Critérios utilizado na categorização dos mapas conceituais.

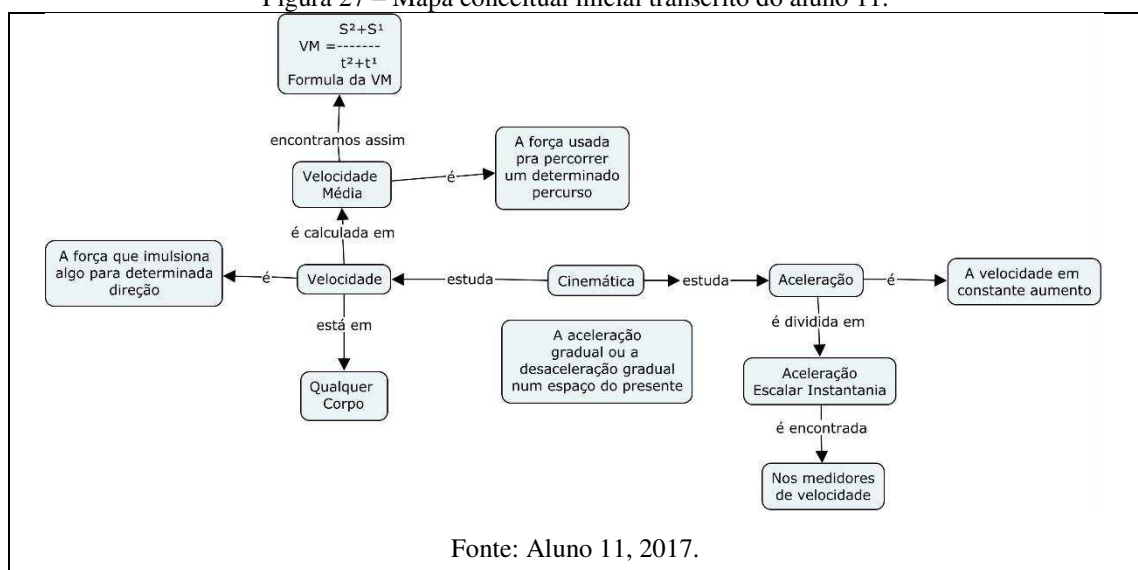
	Critérios				
Critérios	01	02	03	04	05
Categorias	Proposições/ Ligações erradas	Proposições/ Ligações válidas	Conceitos alternativos	Relações hierárquicas	Conceitos Cruzados válidos e significativos
Categoria A	Sim	Não	Sim	Em parte	Não
Categoria B	Não	Em parte	Em Parte	Em parte	Sim
Categoria C	Não	Sim	Não	Sim	Sim
	Critérios				
Critérios	06	07	08	09	10
Categorias	Conceitos cruzados e não significativos	Integração entre os conceitos abordados na sequência didática	Diferenciação progressiva	Reconciliação integrativa	Exemplos válidos
Categoria A	Sim	Não	Não	Não	Não
Categoria B	Em parte	Em parte	Sim	Não	Em parte
Categoria C	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Calheiro, (2014, p. 101).

Por meio da utilização destes critérios, os mapas dos alunos foram analisados e categorizados conforme as categorias pré-estabelecidas

Para exemplificar como esse sistema de classificação de mapas conceituais foi utilizado, vejamos o Figura 27 com o mapa do aluno 11 que foi transcrito através da ferramenta *CmapTools*⁶ (Uma cópia do arquivo original encontra-se no Anexo A).

Figura 27 – Mapa conceitual inicial transcrito do aluno 11.



Fonte: Aluno 11, 2017.

⁶ Ferramenta que auxilia na elaboração de mapas conceituais, facilitando a representação do conhecimento. <https://goo.gl/iWtUlv>

Seguindo os critérios propostos por Calheiro (2014) este mapa conceitual foi classificado na categoria A. Analisando, é possível perceber que o aluno não possui subsunções relevantes sobre o tema de estudo levando em consideração que tratava-se de um mapa inicial. Mesmo tendo apresentado conceitos que podem ser encontrados no estudo dos movimentos, fica evidente que ao utilizar o conector “é” o aluno não consegue discorrer sobre o que de fato os conceitos poderiam representar através das proposições. Isto pode ter sido ocasionado pelo não entendimento das ferramentas de construção de um mapa conceitual, porém, verifica-se que pela quantidade de conceitos apresentados, e a falta de generalizações (ligações) com conceitos que descrevam, classifiquem, conceitos no topo da hierarquia, o aluno não apresenta informações sólidas que possam evidenciar conceitos de ancoragem para uma aprendizagem significativa.

No Quadro 7, é apresentado a categorização do mapa conceitual do aluno 11 em cada um dos critérios utilizados:

Quadro 7 – Categorização do mapa conceitual inicial do aluno 11.

Aluno	Critérios										Total por Categoria			Classificação do MC
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	A	B	C	
11	A	B	B	C	A	C	B	C	A	A	4	3	3	A

Fonte: Autor, 2017.

Levando em consideração o tempo necessário para avaliar cada um dos mapas, nesta etapa foram analisados apenas os mapas dos 28 alunos que participaram das oito aulas propostas na sequência didática.

No Quadro 8 é apresentado o total obtido por cada aluno em cada uma das categorias levando em consideração os 10 critérios analisados.

Quadro 8 – Classificação geral dos mapas conceituais iniciais.

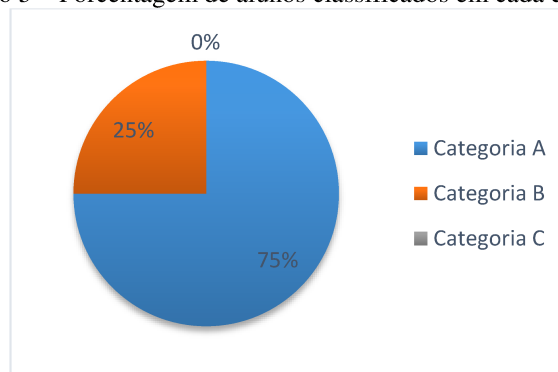
Aluno	Categoria			Classificação do MC
	A	B	C	
10	4	3	3	A
29	5	4	1	A
35	6	3	1	A
5	7	2	1	A
40	3	4	3	B
32	3	4	3	B
21	4	5	1	B
4	5	4	1	A
9	5	3	2	A
34	9	0	1	A

12	3	6	1	B
20	5	4	1	A
1	5	3	2	A
8	6	2	2	A
38	6	3	1	A
42	3	6	1	B
16	3	6	1	B
28	8	1	1	A
7	6	3	1	A
11	4	3	3	A
2	3	5	2	B
41	5	3	2	A
26	6	3	1	A
30	7	2	1	A
36	6	2	2	A
31	7	2	1	A
22	5	3	2	A
17	5	4	1	A

Fonte: Autor, 2017.

Tomando como base as mesmas informações apresentadas no quadro 8, podemos perceber que a somatória da classificação dos mapas, nos indica que 75% dos alunos não apresentam subsunçores relevantes sobre os conceitos de velocidade e aceleração. E apenas 25% dos mapas analisados foram classificados com poucos subsunçores relevantes ao tema abordado. No caso do mapa conceitual inicial, não houve evidências de mapas na categoria C (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Porcentagem de alunos classificados em cada categoria.



Fonte: Autor, 2017.

Neste sentido, podemos verificar como métrica inicial que os alunos participantes desta pesquisa não apresentavam evidências concretas de conhecimentos prévios sobre os conceitos ligados a cinemática. E a nível de comparação com os dados obtidos no pré-teste, é possível

obter essa confirmação se levarmos em consideração os resultados das análises desse segundo instrumento de avaliação.

4.2 Análise dos dados: um panorama sobre os conhecimentos prévios relativos a cinemática após a aplicação da sequência didática

Após a aplicação da sequência didática (descrito no capítulo 3 deste trabalho) os resultados encontrados que indicam uma mudança no nível de entendimento dos alunos quanto aos conceitos referentes a cinemática, podem ser observados através dos dois instrumentos utilizados para verificar esta mudança ao final da aplicação. Os dados foram obtidos através das análises realizadas com os critérios utilizados para determinar os conhecimentos prévios dos alunos no pré-teste e mapa conceitual inicial. Desta maneira, esta nova classificação foi obtida a partir dos resultados da aplicação de um novo questionário (Apêndice O) composto por seis questões abertas e a reconstrução do mapa conceitual na aula 8.

Com base nesta nova análise no pós-teste, é possível verificar uma mudança significativa nas respostas dadas pelos alunos. No quadro 9 é apresentado exemplos das respostas as questões 1 e 4 do pós-teste:

Quadro 9 – Exemplos de respostas do pós-teste classificadas na taxonomia SOLO.

Questão	Respostas analisadas	Nível de entendimento
1 – Sobre velocidade	<p>Aluno 40</p> <p>“A velocidade é estabelecida pela relação entre espaço e tempo.” (Aluno 40)</p>	Uni-estrutural
4 – Sobre aceleração	<p>Aluno 10</p> <p>“Aceleração é uma grandeza física vetorial que é estabelecida pela relação entre velocidade e tempo que mede a rapidez.” (Aluno 10)</p>	Uni-estrutural

Fonte: Autor, 2017.

No quadro 10 é apresentado a classificação geral dos alunos no pós-teste seguindo os critérios estabelecidos pela taxonomia SOLO:

Quadro 10 – Classificação das respostas dadas pelos alunos no Pós-Teste.

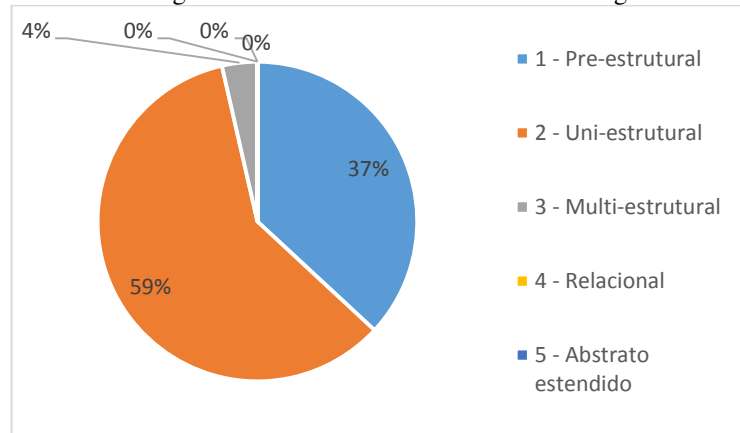
Nível de entendimento	Questões
-----------------------	----------

	1	2	3	4	5	6
1 – Pré-estrutural	1	7	13	9	15	17
2 – Uni-estrutural	24	20	15	17	13	11
3 – Multi-estrutural	3	1	0	2	0	0
4 – Relacional	0	0	0	0	0	0
5 – Abstrato estendido	0	0	0	0	0	0
6 – N. Responderam	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autor, 2017.

Os resultados também são mostrados em termos de pontos percentuais no gráfico 6.

Gráfico 6 – Porcentagem de alunos classificados em cada categoria no Pós-teste.

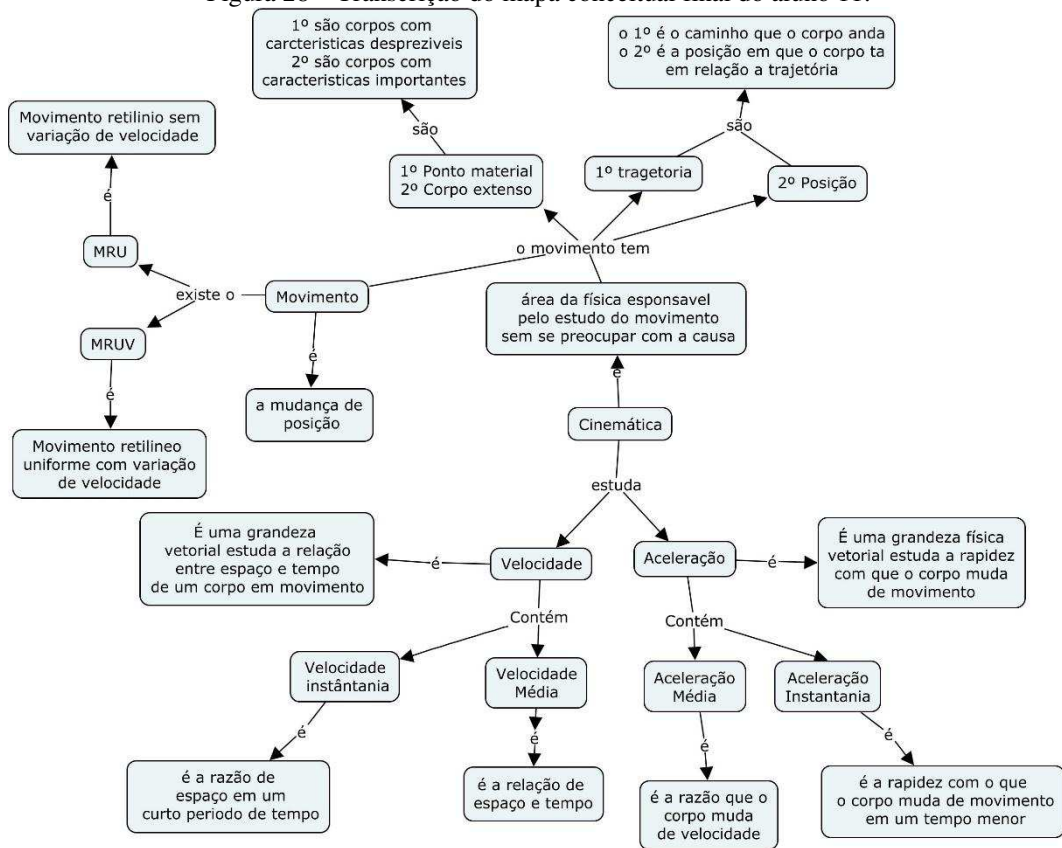


Fonte: Autor, 2017.

Os resultados obtidos nas análises dos mapas conceituais elaborados após a aplicação da sequência didática também nos evidenciam uma mudança na percepção dos alunos em relação aos conceitos estudados.

Para exemplificar esta mudança na classificação dos mapas conceituais, é apresentado na figura 28 a transcrição do mapa do aluno 11 (uma cópia do arquivo original encontra-se no Anexo B).

Figura 28 – Transcrição do mapa conceitual final do aluno 11.



Fonte: Aluno 11, 2017.

No quadro 11, é apresentada a categorização do mapa conceitual final do aluno 11 em cada um dos critérios utilizados:

Quadro 11 – Categorização do mapa conceitual final do aluno 11.

Aluno	Critérios										Total por Categoria			Classificação do MC
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	A	B	C	
11	C	B	C	C	A	C	C	C	A	C	2	1	7	C

Fonte: Autor, 2017.

Logo abaixo, no quadro 12 é apresentado o total obtido por cada aluno no mapa conceitual final em cada uma das categorias levando em consideração os 10 critérios analisados:

Quadro 12 – Classificação geral dos mapas conceituais finais.

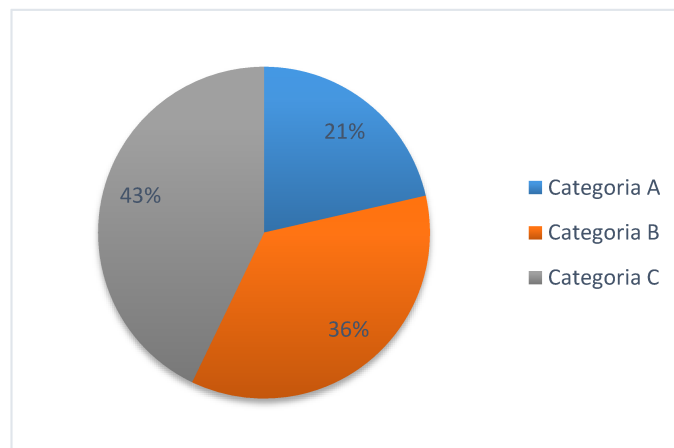
Aluno	Categoria			Classificação do MC
	A	B	C	
10	3	5	2	B
29	3	5	2	B
35	6	3	1	A
5	2	2	6	C

40	3	2	5	C
32	2	5	3	B
21	4	5	1	B
4	3	6	1	B
9	6	3	1	A
34	4	5	1	B
12	1	4	5	C
20	2	3	5	C
1	1	3	6	C
8	6	2	2	A
38	3	4	3	B
42	3	4	3	B
16	4	5	1	B
28	8	0	2	A
7	5	4	1	A
11	2	1	7	C
2	1	4	5	C
41	3	2	5	C
26	6	3	1	A
30	2	4	4	B
36	0	4	6	C
31	3	2	5	C
22	2	3	5	C
17	2	2	6	C

Fonte: Autor, 2017.

Os resultados também são mostrados em termos de pontos percentuais no gráfico 7.

Gráfico 7 – Porcentagem de alunos classificados em cada categoria após a aplicação da sequência didática.



Fonte: Autor, 2017.

Com base nos resultados obtidos ao longo das oito aulas, é possível concluir que a utilização da sequência didática potencialmente significativa apresentou evidências claras na aprendizagem de conceitos da cinemática. Com os resultados, é possível verificar que os níveis mais altos da taxonomia SOLO não puderam ser evidenciados nas respostas dadas pelos alunos no pós-teste. De certo modo, isso pode ser claramente compreendido, levando em consideração que a proposta deste trabalho visava unicamente trabalhar a nível conceitual os conteúdos relacionados ao estudo do movimento. As atividades propostas na sequência didática, por exemplo, não requisitavam dos alunos a aplicação de fórmulas ou execução de cálculos, e assim, não permitindo que os alunos pudessem generalizar ou criar hipóteses.

Em comparação com as análises realizadas nos mapas elaborados pelos alunos, é possível verificar que nas respostas dadas pelos alunos nos questionários não foi possível perceber um nível de aprofundamento maior na representação dos conceitos se comparado com as informações apresentadas nos mapas conceituais. De certa maneira, isto fica evidente se levado em consideração as especificidades dos instrumentos utilizados na avaliação dos alunos.

No questionário, por exemplo, é requerido do aluno que ele sintetize uma ideia a respeito do que é solicitado sobre um determinado conceito. Sendo assim, algumas características importantes podem ser omitidas no momento em que ele tenta formular uma resposta direta e coerente para o questionamento.

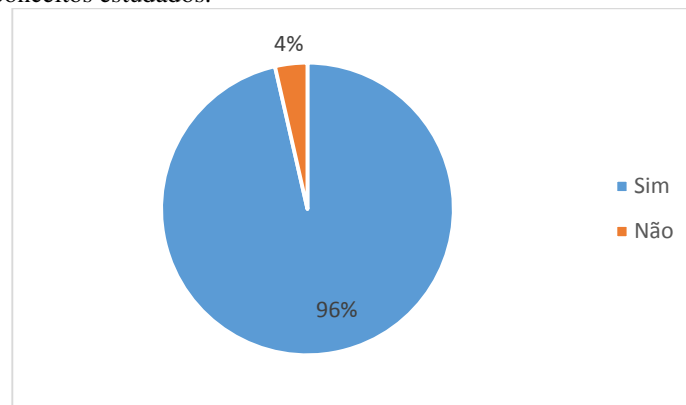
Em relação ao mapa conceitual, é característico deste instrumento a necessidade de interligar aspectos importantes sobre as informações que estão sendo representadas através dos fluxos elaborados. Desta maneira, o instrumento acaba permitindo que o aluno apresente uma maior quantidade de características sobre um determinado conceito. Diante disso, na análise dos mapas foi possível verificar por exemplo, a existência de conceitos que classificavam os movimentos retilíneo uniforme e variado, o mesmo não pode ser observado nas análises das respostas dadas pelos alunos nos questionários de diagnóstico.

Em essência, os dois instrumentos se apresentam como possibilidade de verificar o nível de entendimento dos alunos a respeito dos conceitos ligados a cinemática. Se cruzarmos os dados das análises obtidas nos dois instrumentos, podemos perceber que ambos apresentam uma mudança significativa na percepção dos alunos sobre os conhecimentos ligados aos conceitos. Mas, devemos levar em consideração que cada um dos instrumentos deve ser utilizado com finalidades específicas.

Na perspectiva de responder aos questionamentos levantados no capítulo 1, podemos verificar que:

i) A elaboração de uma sequência didática mediada pela utilização da robótica educacional pôde elevar o grau de assimilação dos conceitos de velocidade e aceleração tendo em vista que as atividades exploraram um tema tão próximo do dia a dia dos alunos, possibilitando o aprendizado de conceitos da cinemática apoiado em fundamentos básicos da teoria da aprendizagem significativa. A relevância do papel que a robótica desempenhou na execução dos experimentos, assim como o processo de envolvimento na construção do robô proposto na sequência didática, é possível verificar que a maioria dos alunos acreditam que a robótica tenha contribuído para uma melhor assimilação dos conceitos envolvidos nos experimentos (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Porcentagem de alunos que acreditam que a robótica desempenhou papel fundamental na compreensão dos conceitos estudados.

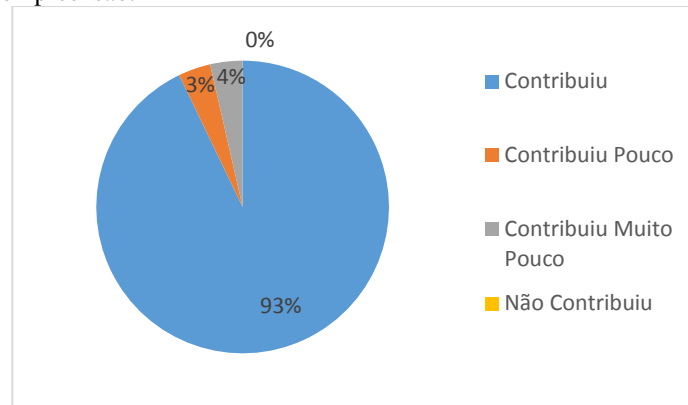


Fonte: Autor, 2017.

De certo modo, não é possível afirmar com exatidão que o fato de utilizar a robótica no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos da cinemática, tenha sido o fator de maior relevância que justificasse os resultados obtidos nas análises dos dados coletados. A inexistência de um grupo de controle, que não tivesse sido submetido a aplicação dos experimentos utilizando a robótica, e que dispusesse das mesmas características do grupo analisado, poderia nos evidenciar de uma forma mais precisa a contribuição deste recurso para chegar aos resultados obtidos.

ii) Segundo os alunos, a maioria acredita que a utilização de uma sequência didática estruturada com base no diagnóstico de conceitos prévios, e por meio da organização do experimento (cenário, robô, equipamentos etc.) a experiência pôde contribuir para uma aprendizagem significativa sobre velocidade e aceleração (Gráfico 9).

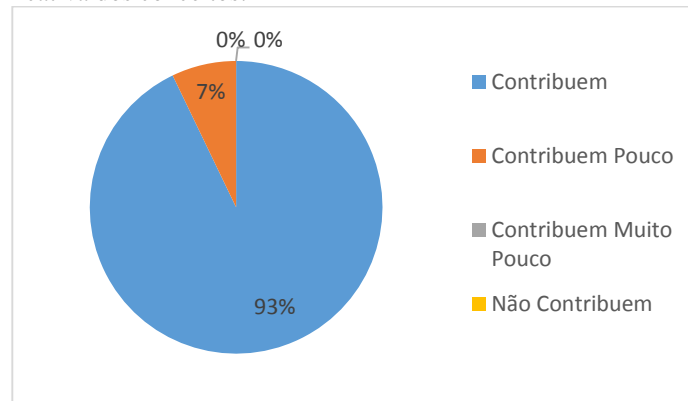
Gráfico 9 - Porcentagem de alunos que acreditam que a organização da sequência didática contribuiu para uma melhor compreensão.



Fonte: Autor, 2017.

iii) De acordo com dados coletados em um diagnóstico no final da aplicação, os alunos acreditam que a aplicação de uma estratégia que envolveu a realização de atividades práticas por meio da utilização robótica pôde favorecer a aprendizagem significativa dos conceitos de velocidade e aceleração (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Porcentagem de alunos que acreditam que as atividades práticas contribuíram para uma aprendizagem significativa dos conceitos.



Fonte: Autor, 2017.

Portanto, tendo em vista os resultados apresentados em que se nota uma perceptível mudança entre o nível de entendimento dos alunos antes e depois, principalmente pelos resultados obtidos nas análises dos mapas conceituais finais, e por consequência através dos relatos dos alunos envolvidos, podemos afirmar que existem evidências concretas de que houve uma aprendizagem significativa dos conceitos após a aplicação da sequência didática mediada pela utilização da robótica educacional.

Considerações Finais

Essa pesquisa teve como objetivo principal propor uma sequência didática que privilegiasse a experimentação por meio da utilização da robótica como estratégia de ensino e aprendizagem de conceitos da cinemática. Visando ampliar a compreensão e colaborar no cenário mais amplo com o estudo dos fenômenos físico na perspectiva de integração daquilo que é ensinado no primeiro ano do Ensino Médio com a realidade dos alunos.

Podemos considerar que o objetivo principal desta pesquisa foi alcançado, pois embasado na teoria da aprendizagem significativa e apoiado na utilização da robótica educacional, foi possível desenvolver um conjunto de experimentos, materiais e métodos que foram devidamente aplicados e analisados em um universo de 28 alunos analisados. Da implementação da sequência didática foi possível verificar indícios de aprendizagem significativa da cinemática no que se refere aos conceitos de velocidade aceleração, conforme indicam os resultados dos testes diagnósticos iniciais e finais, e as demais atividades desenvolvidas.

No processo de elaboração e aplicação desta sequência didática, foram levados em consideração as principais especificidades dos sujeitos e o contexto onde estes se inserem. Neste sentido, todas as atividades desenvolvidas na sequência didática priorizaram a identificação de conhecimentos prévios, a utilização de tecnologias digitais acessíveis (com exceção da plataforma Modelix) e materiais de baixo custo na confecção dos espaços para a realização dos experimentos.

É importante salientar que os materiais e recursos utilizados na implementação da sequência didática se apresentam como possibilidade para sua efetiva execução. Diante disso, outros recursos podem ser adotados em detrimento dos materiais enfatizados na perspectiva de obter o mesmo resultado com alternativas mais acessíveis, como por exemplo, utilizar a plataforma de prototipagem Arduino⁷ no lugar da plataforma de robótica Modelix.

Como principais contribuições dessa pesquisa, podemos enfatizar a elaboração estratégias, recursos e materiais de ensino, que visam contribuir para melhoria da qualidade do ensino de conceitos ligados a cinemática. Além disso, seu desenvolvimento permitiu testar e

⁷ Plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única, projetada com um micro controlador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão, a qual tem origem em Wiring, e é essencialmente C/C++.

verificar a eficácia dos recursos e materiais desenvolvidos enquanto objetos de estudo potencialmente significativos, e analisar a validade das estratégias propostas.

Contudo, são muitas as dificuldades na aprendizagem de conceitos da Física no contexto da educação brasileira. Em essência, grande parte das dificuldades estão relacionadas à falta de adaptações dos conteúdos e materiais, priorização de aulas teóricas de conteúdos que exigem uma observação prática para sua efetiva compreensão e correlação com o dia a dia dos alunos. Porém, apostando na realização de experimentos simples como estratégia de ensino, foi possível contornar as dificuldades como falta de material e espaço físico adequado para a realização de experimentos. Contornar esses obstáculos e superá-los através da adoção de estratégias de ensino que priorizam a utilização de tecnologias digitais para a prática experimental, só tornou esse processo mais recompensador, pois fomentou o desejo de desenvolver novas estratégias, e projetar novos materiais e objetos de estudo para superar a ausência de um laboratório de Ciências.

Como desdobramento deste trabalho, espera-se criar futuramente junto com a comunidade científica que pesquisa sobre a utilização de robótica em estratégias de ensino na cidade de Manaus, uma versão atualizada do robô proposto na sequência didática que permita a visualização dos dados coletados nos experimentos em tempo real, sendo transmitido por rádio frequência a uma aplicação disposta em um computador que processe os dados e mostre os gráficos referentes aos movimentos que estão sendo executados pelo protótipo robótico.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

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

BACAROGLO, M. **Robótica Educacional: Uma metodologia educacional. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Informática na Educação**. Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2005.

BALACHEFF, N. **A Model to Reason on Learners Conceptions**. Proc of the 35th annual meeting of the North American Chapter of the Intl. Group for the Psychology of Mathematics Education. Chicago: University of Illinois at Chicago. 2013.

BENITTI, F. B. V. et al. **Experimentação com robótica educativa no ensino médio: ambiente, atividades e resultados**. XV Workshop Sobre Informática na Escola. Bento Gonçalves: [s.n.]. 2009. p. 1811-1820.

BEREZUK, P. A.; INADA, P. **Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná**. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences. Maringá: [s.n.]. 2010. p. v. 32, n. 2, p. 207-215.

BIGGS, J.; TANG, C. **Teaching for Quality Learning at University**. 4ª. ed. Berkshire: England: Society for Research into Higher Education & Open University Press, 2011.

BIGGS, J.; TANG, C. **Teaching for quality learning at university**. 4ª. ed. England: Society for Research into Higher Education & Open University: Press, 2011.

BORGES, A. T. **O papel do laboratório no ensino de ciências**. I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Águas de Lindóia, SP: [s.n.]. 1997. p. 2- 11.

BRASIL. **Ministério da educação. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: [s.n.], 2002.

BRASIL. **Ministério da educação. Secretária de Educação básica**. Orientações curriculares para o ensino médio (OCEM). Brasília. 2006.

CALHEIRO, L. B. **Inserção de tópicos de física de partículas de forma integrada aos conteúdos tradicionalmente abordados no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2014.

CAREGNATO, Rita Catalina Aquino; MUTTI, Regina. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. Texto contexto enferm, v. 15, n. 4, p. 679-84, 2006.

CONFREY, J. **A review of the research on students conceptions in mathematics, science, and programming**. Courtney C. (Ed.) Review of research in education. American Educational Research Association. [S.l.]: [s.n.]. 1990. p. 3-56.

- COSTA JUNIOR, A. O.; BARRETO, E. G. **Uma Análise Comparativa de Kits para a Robótica Educacional**. XXIII Workshop sobre Educação em Computação - Pernambuco. Anais do XXXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Recife, PE: [s.n.]. 2015.
- COSTAMAGMA, A. M. Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 2, p. 309-318, 2001.
- CRUZ, M. E. J. K. et al. **Formação Prática do Licenciando em Computação para Trabalho com Robótica Educativa**. XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. São Paulo: [s.n.]. 2007.
- FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 203 - 211, 2004.
- FORNAZA, R.; WEBBER, C. G. **Robótica Educacional Aplicada À Aprendizagem Em Física**. XXIII Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: [s.n.]. 2014.
- FUSARI, J. G. O planejamento do trabalho pedagógico: algumas indagações e tentativas de respostas. **Série Idéias**, n. 8, p. 44-53, 1990.
- GASPAR, A. O “R” de retilínio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 7-10, abril 1994.
- GOMES, M. C. Reciclagem Cibernética e inclusão digital: uma experiência em informática. In: LAGO, C. (.). **Reescrevendo a educação**. Chapecó: Sinproeste, 2007.
- GONÇALVES, W. P.; BARROSO, M. F. As questões de física e o desempenho dos estudantes do ENEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. V. 36, n. 1, p. 1402, 2014.
- HASWEH, M. Z. Effects of science teacher’s epistemological beliefs in teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 33, n. 1, p. 47-63, 1996.
- HEWSON, P. W.; KERBY, H. W.; COOK, P. A. Determining the conceptions of teaching science held by experienced high school science teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, Madison, v. 32, n. 5, p. 503-520, 1995.
- JESUS, V.L.B. de, SASAKI, D.G.G. Uma visão diferenciada sobre o ensino de forças impulsivas usando um smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n.1, 1303. 2016.
- LAWDEN, D. F. **Elements of relativity theory**. New York: Dover Publications, 2004.
- MANTOVANI, Sergio R. Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico. Presidente Prudente, 2015.
- MARTINS, A. F.; PACCA, J. L. A. O Conceito de tempo entre estudantes de ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 299-336, 2005.

MELLADO, V. Concepciones y Prácticas de aula de profesores de ciências, em laformación inicial de primaria y secundaria. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona, v. 14, n. 3, p. 289-302, 1996.

MENDONÇA, A. P. Alinhamento Construtivo: Fundamentos e Aplicações. In: GONZAGA, A. M. (. **Formação de Professores no Ensino Tecnológico: Fundamentos e Desafios**. Curitiba: CRV, 2015. p. 109 - 130.

MINAYO, M. C. D. S. et al. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21^a. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MODELIX ROBOTICS. Disponível em: <<http://www.modelix.cc>>. Acessado em 08 de abril de 2016.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, Chile, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2005.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS. **Textos de apoio ao professor de física**, Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2012.

NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. **Investigações em Ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, 1996.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprendiendo a aprender. **Tradução para o espanho do original Learning how to learn**, Barcelona: Martínez Roca, 1988.

OLIVEIRA, R. **A robótica na aprendizagem da matemática: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade.**. Universidade da Madeira. Portugal. 2007.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PFUNDT, H.; DUIT, R. **Student's Alternative Frameworks and Science Education**. 4. ed. Alemanha: Institute for Science Education, 1994.

PIETROCOLA, M. **Ensino de Física, Conteúdo, metodologia e epistemologia no concepção integradora**. 2. ed. Florianópolis : Editora da UFSC, 2005.

PILETTI, C. **Didática Geral**. São Paulo: Ática, 2004.

PISA. Resultados de PISA 2012 en Foco. **OECD.ORG**, 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/SAueJW>>. Acesso em: 17 abr. 2016.

PISA. PISA 2015 Results in Focus. **OECD.ORG**, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/dhcgBc>>. Acesso em: 17 abr. 2016.

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

ROCHA, C. E. D. S.; SPOHR, C. B. O uso de mapas conceituais como instrumento didático para indentificar indícios de aprendizagem significativa em diferentes níveis de ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 23-52, Dez. 2016.

ROTOVIEW.COM – Sensor Kinects para Android e iPhone. 2015a.

ROTOVIEW.COM – Sensor Kinects Pro para Android e iPhone. 2015b.

SAGARI, I. **Mapa da Violência**, 2009. Disponível em: <<http://www.mapadaviolencia.org.br/publicacoes/Pisa.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2016.

SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. **A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional**. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Leopoldo/RS : [s.n.]. 2005.

SAVIANI, D. **Educação do senso comum à consciência filosófica**. São Paulo: Autores associados, 2007.

SOUZA, P. V. S. **Uma abordagem para os conceitos de velocidade e aceleração no ensino médio**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011.

TEMIZ, B. K.; YAVUZ, A. Magnetogate: using an iPhone magnetometer for measuring kinematic variables. **Physics Education**, Londres, 2016.

TRENTIN, M. A. S. et al. Robótica como recurso no ensino de Ciências, Luanda, ANGOLA, 2013. 231-235.

TRINDADE, J. O. **Ensino e aprendizagem significativa do conceito de ligação química por meio de mapas conceituais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2011.

TRINDADE, J. O.; HARTWIG, D. R. Uso de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. **Química na nova escola**, v. 34, n. 2, p. 83-91, 2012.

VIEIRA, L. P. **Experimentos de física com tablets e Smartphones**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2013.

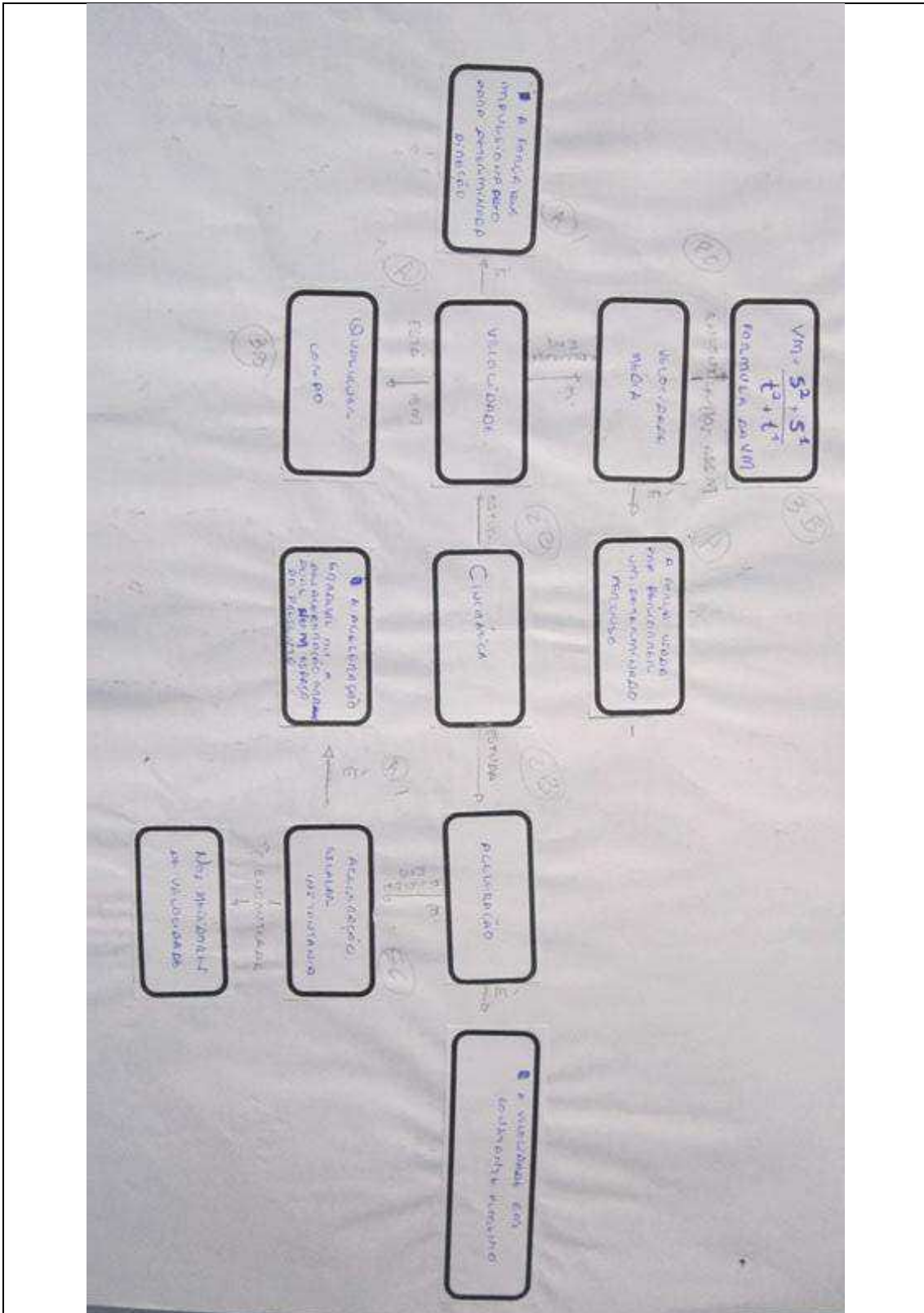
ZABALA, Antoni., **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) - UFSC. Florianópolis. 2004.

ZYLBERSZTAJN, A. Concepções espontâneas em Física: Exemplos em Dinâmica e implicações para o ensino. **Revista de Ensino de Física - Sociedade Brasileira de Física**, v. 5, n. 2, p. p. 03 –16, dez 1983.

Anexos

Anexo A - Mapa conceitual inicial do aluno 11



Anexo B - Mapa conceitual final do aluno 11

Apêndices
Apêndice A – Manual de Montagem do Robô

Manual de Montagem

ROBÔ MRU E MRUV

Este manual foi desenvolvido como parte do produto da dissertação do mestrando Almir de Oliveira Costa Junior sob a orientação do Prof., Dr. João Cabral dos Santos Neto.

Mestrado em Ensino Tecnológico

Instituto Federal do Amazonas
Manaus, 2017

Sumário

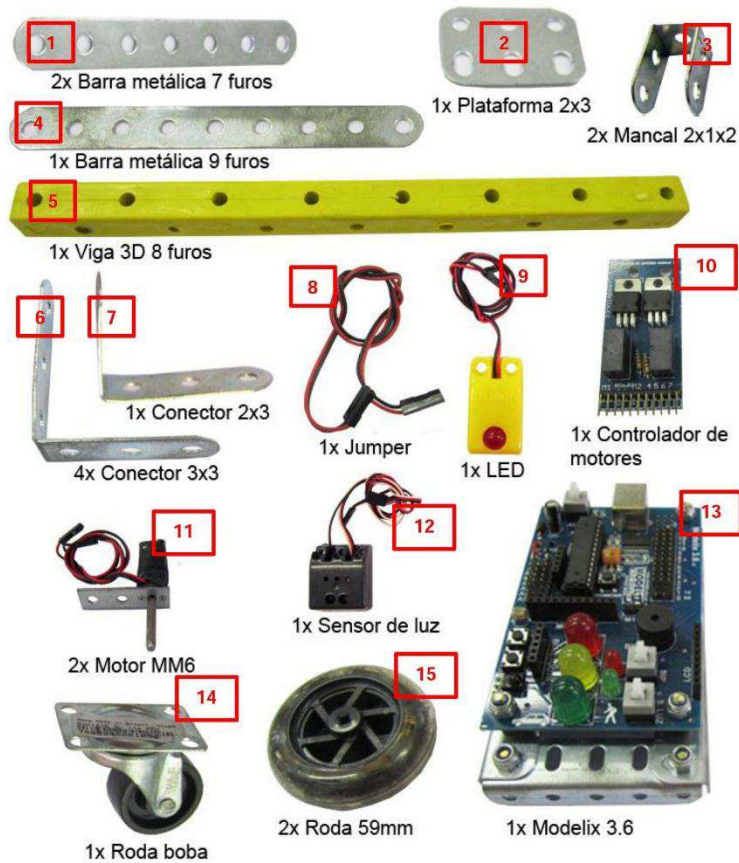
Sumário

Lista de Peças	1
Montagem Mecânica	2
Ligações Elétricas	13

ATENÇÃO

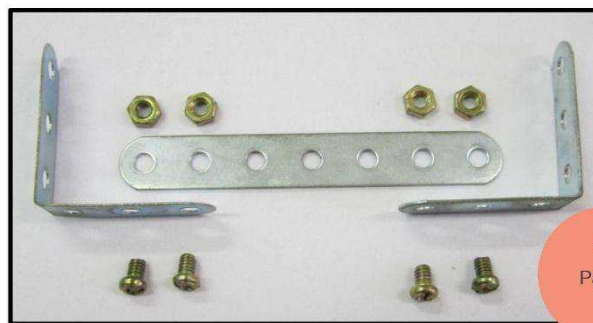
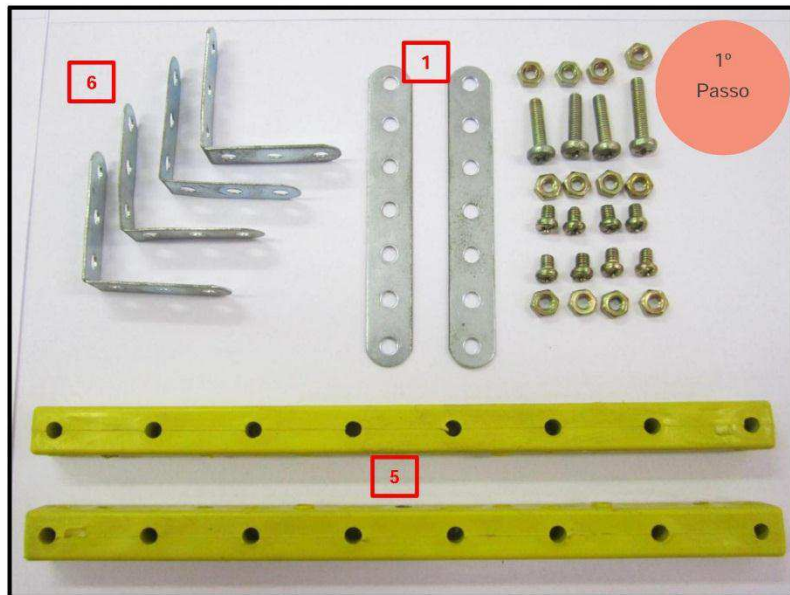
Durante a montagem, serão utilizados diferentes tipos de parafusos e porcas. Os tamanhos e formatos estão identificados numa imagem, em todas as páginas do manual, onde cada um é contornado por uma cor.

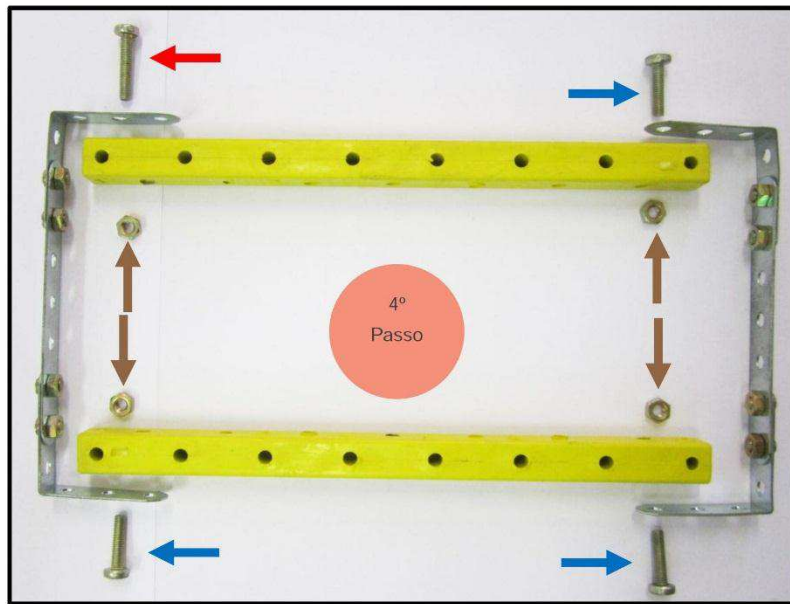
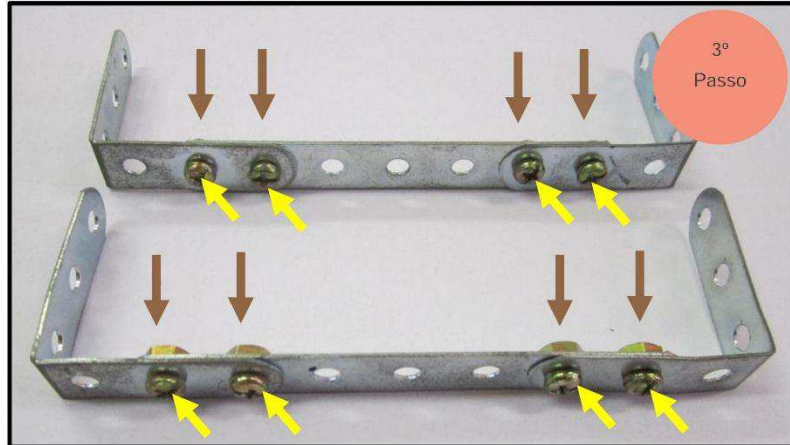
No manual, as setas indicam onde colocar os parafusos e porcas, cada cor de seta corresponde à cor de parafuso ou porca a ser usado. **Exemplo:** Se uma seta laranja aponta para um parafuso, o parafuso a ser utilizado é o que está contornado de laranja na imagem.

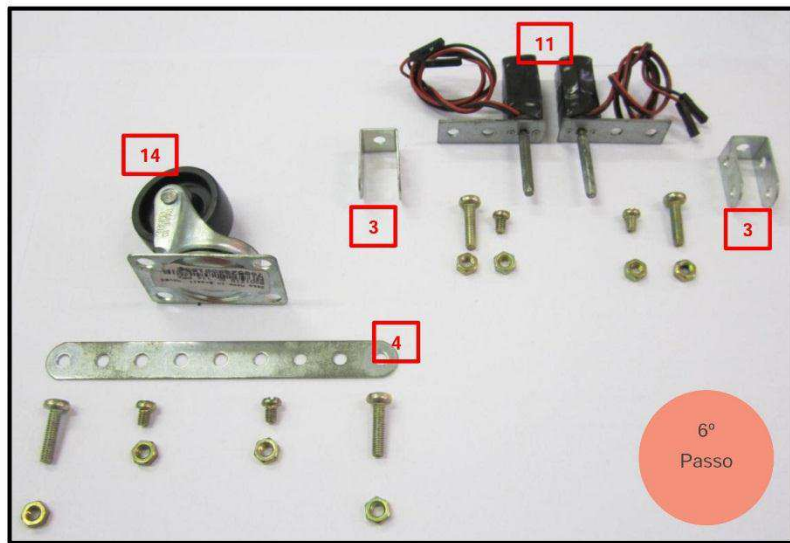
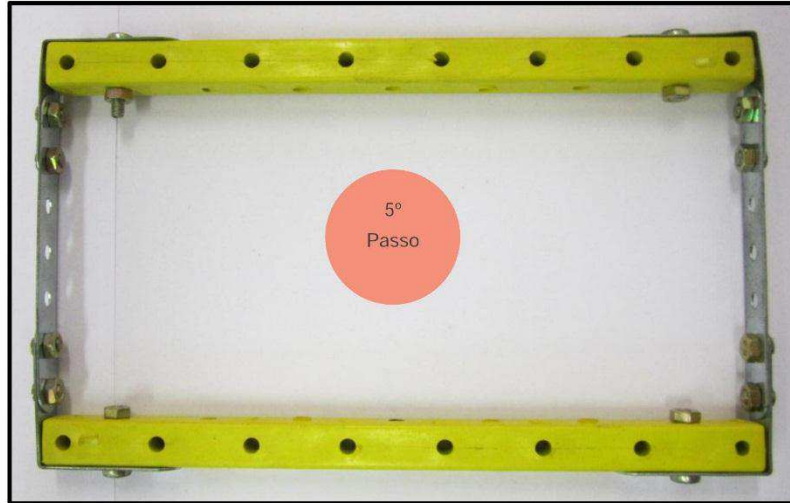
Lista de Peças

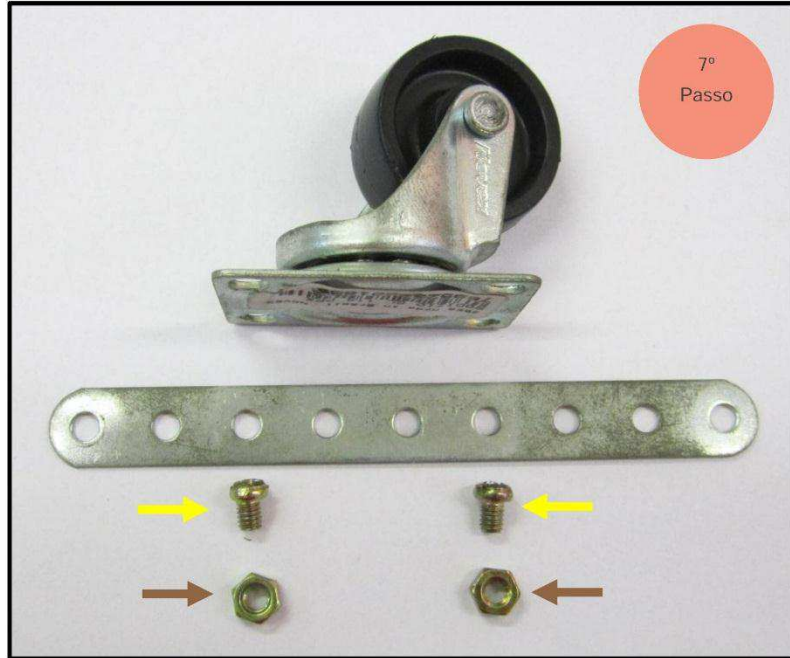
Amarelo		Parafuso 6mm
Azul		Parafuso 16mm
Vermelho		Parafuso 20mm
Verde		Parafuso 35mm
Marrom		Porca comum

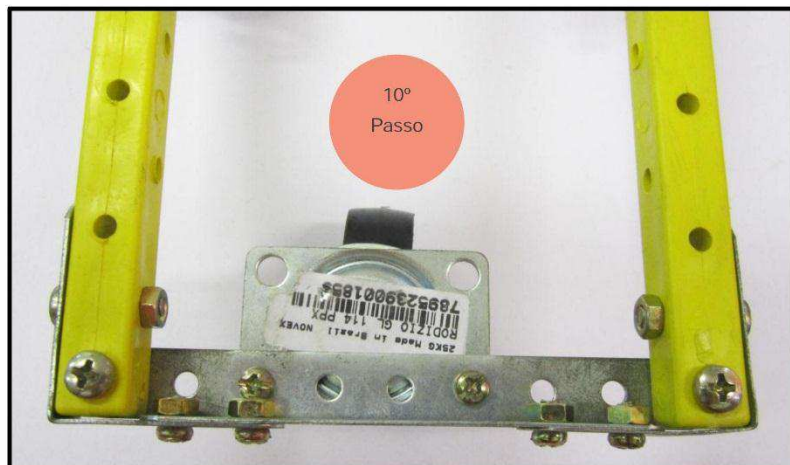
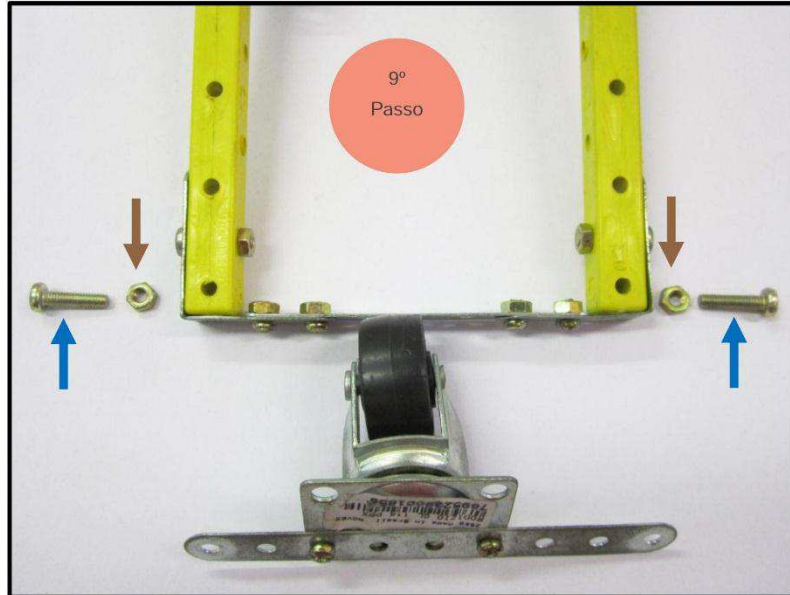
Montagem Mecânica

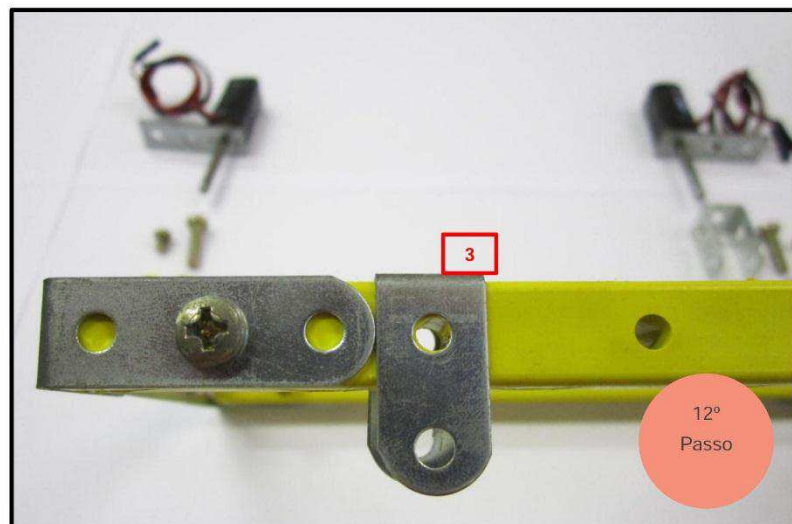
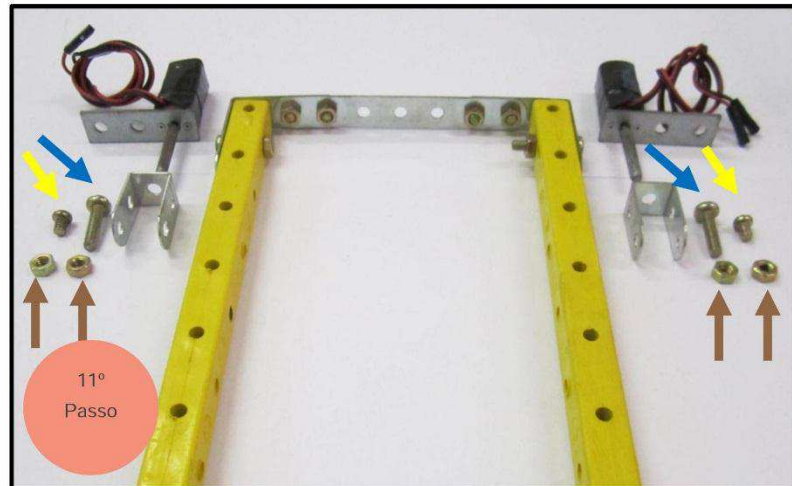


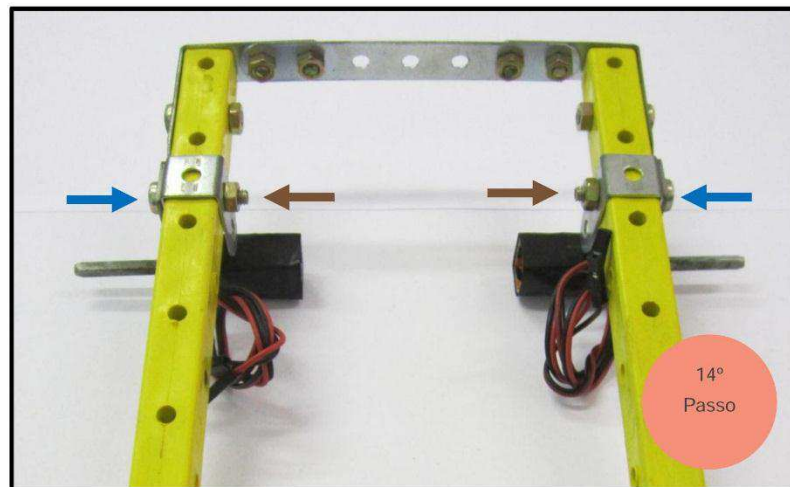
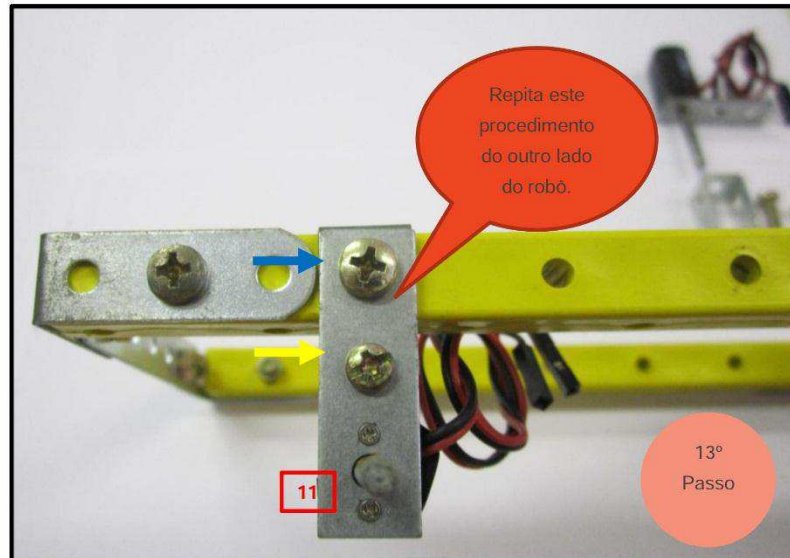


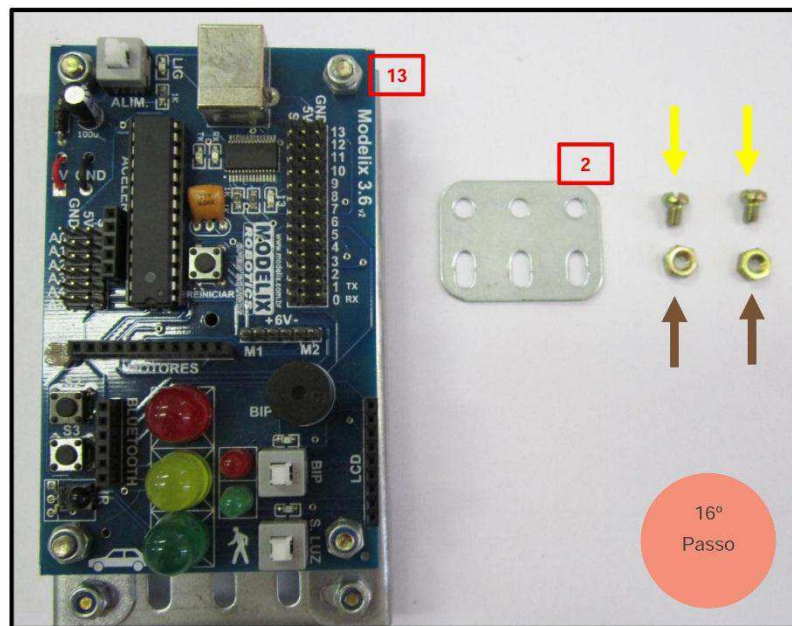
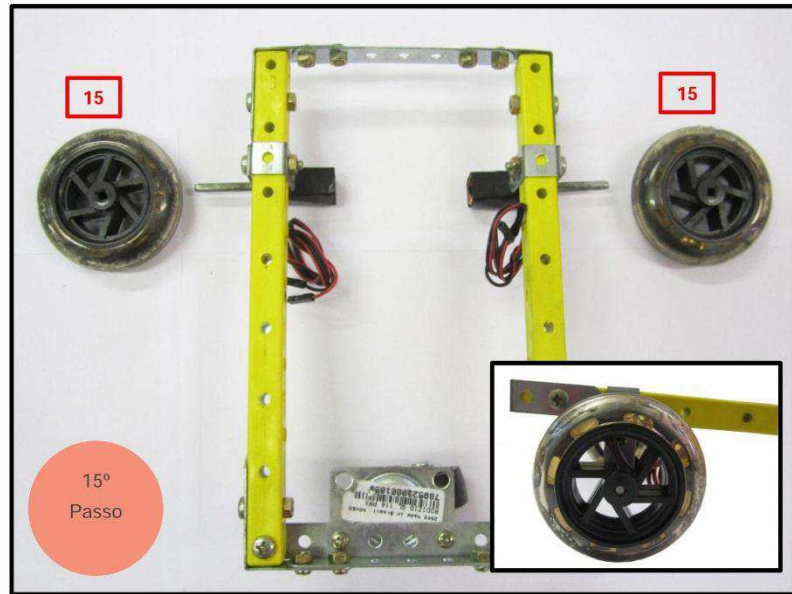


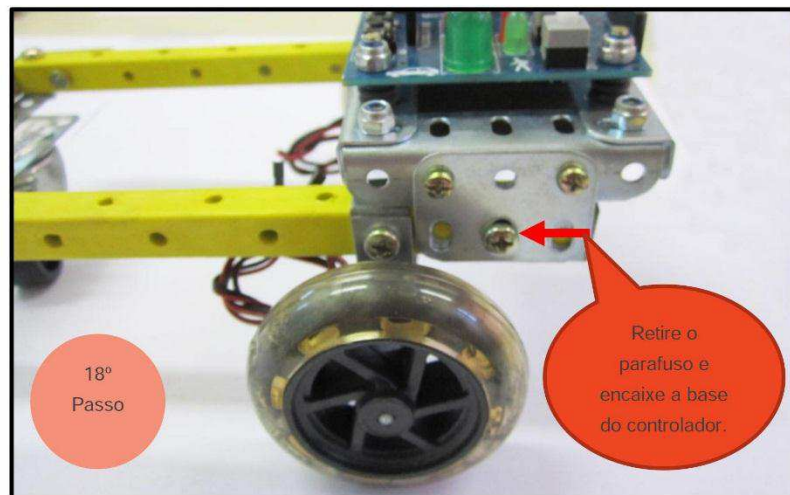
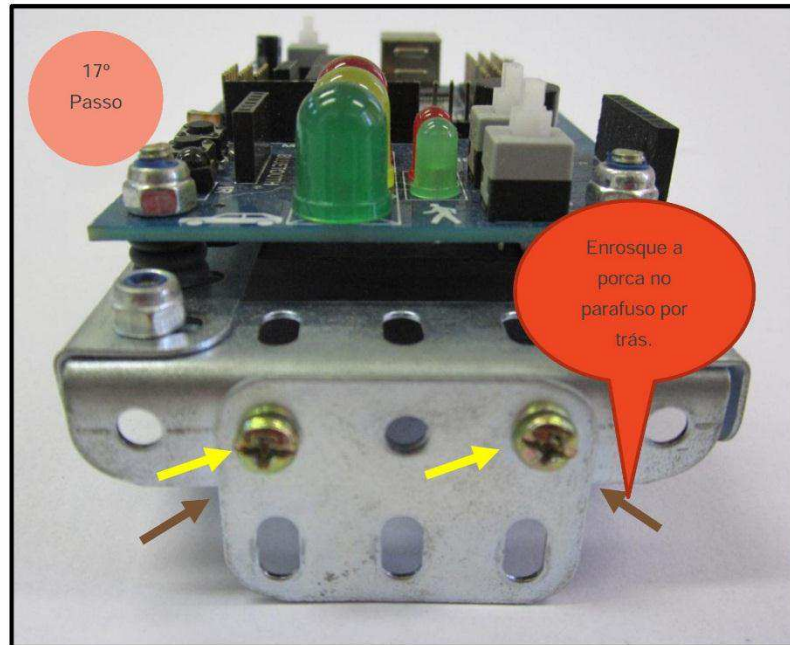


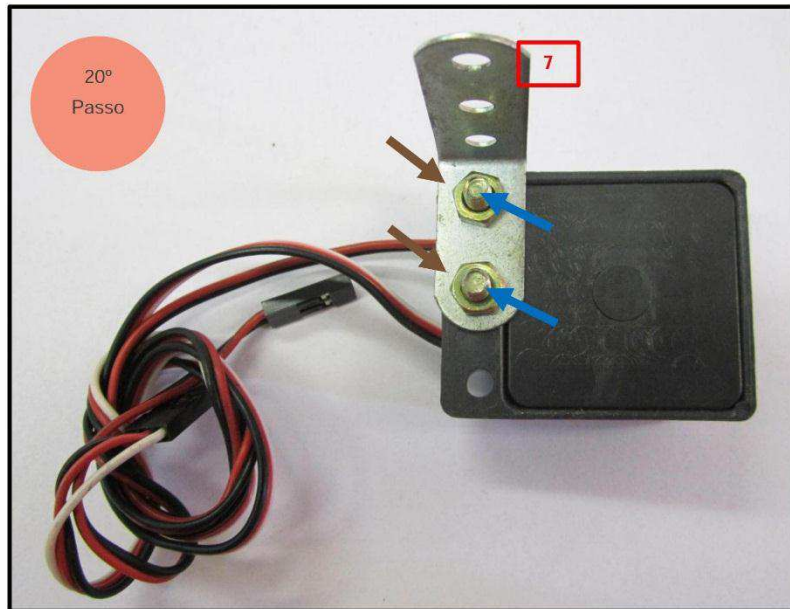
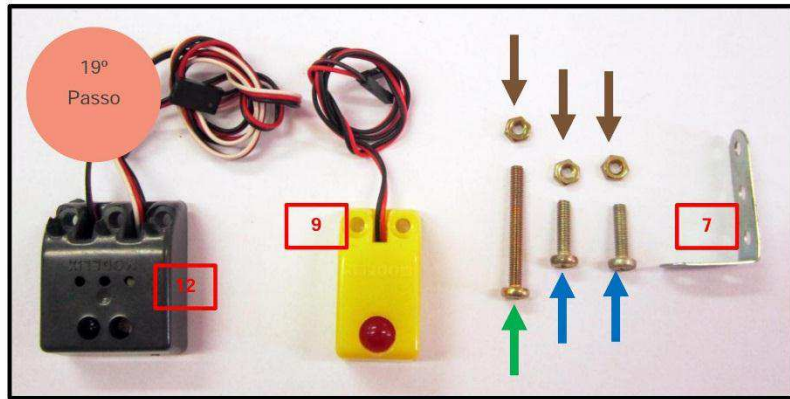


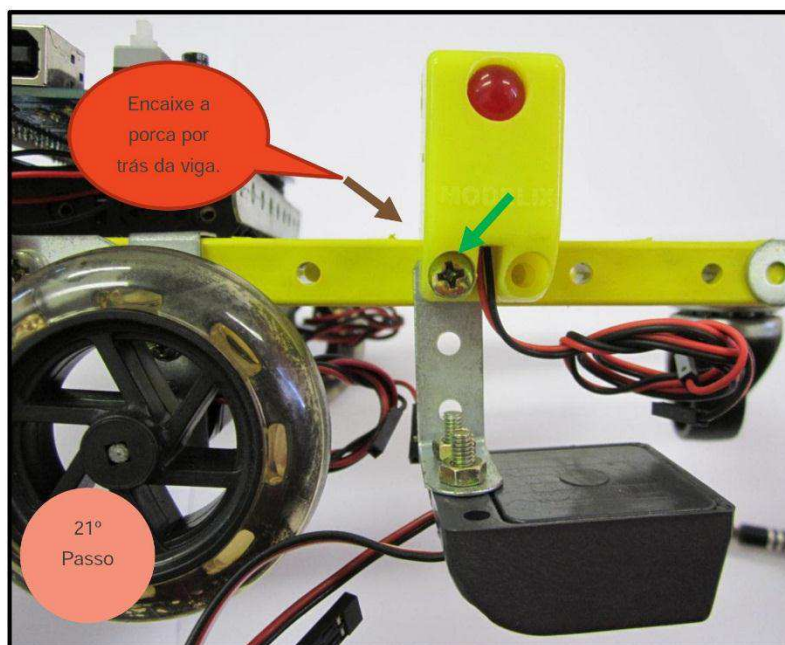




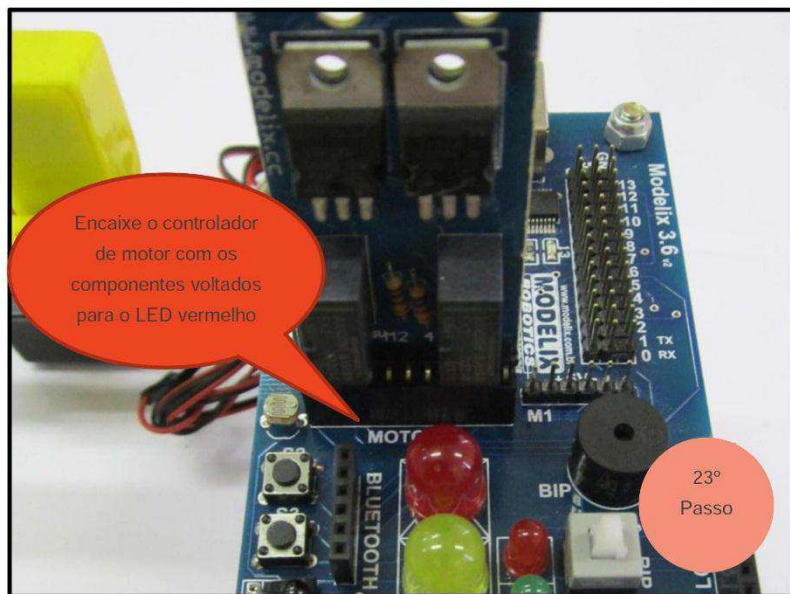
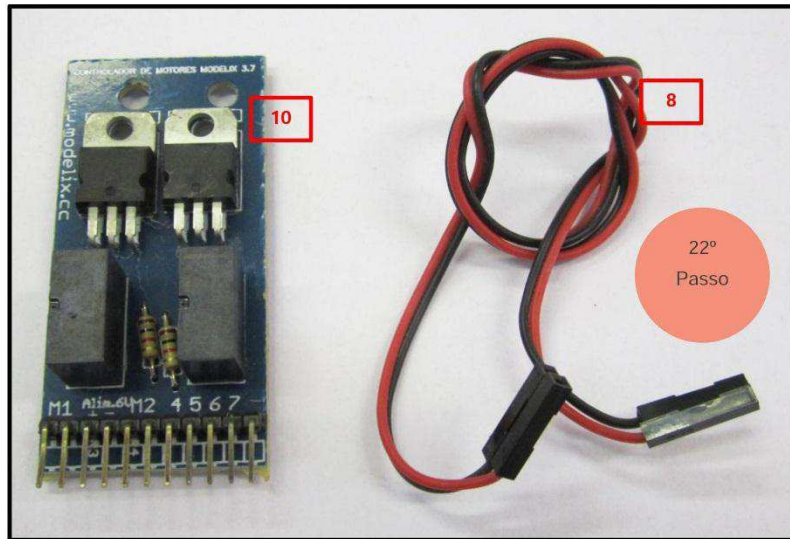


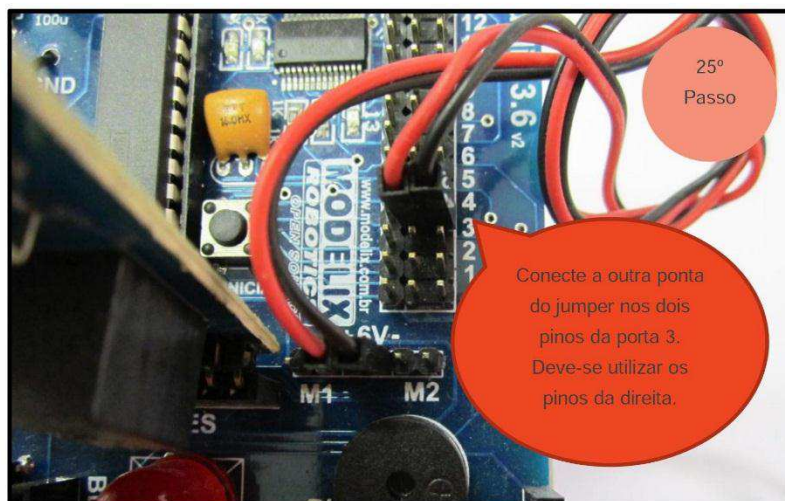
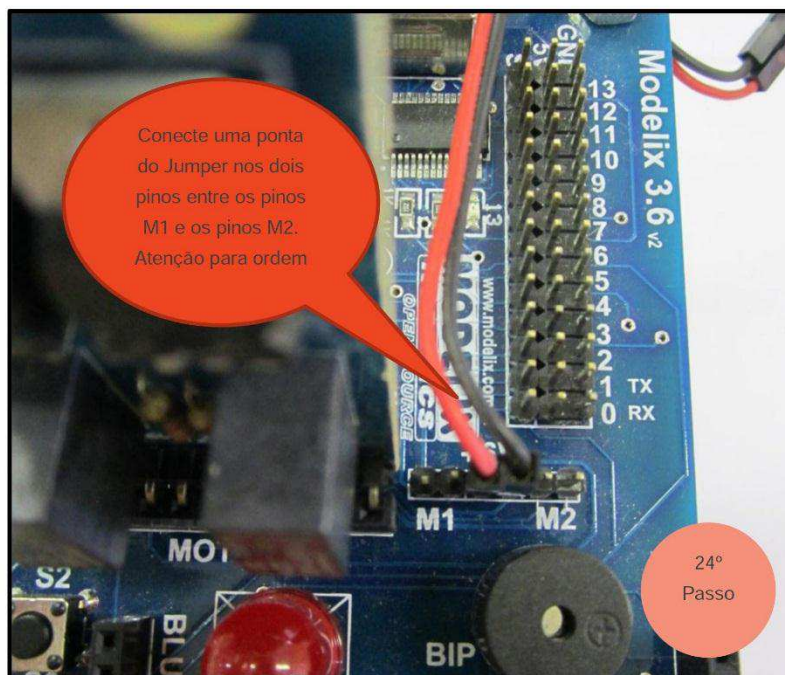


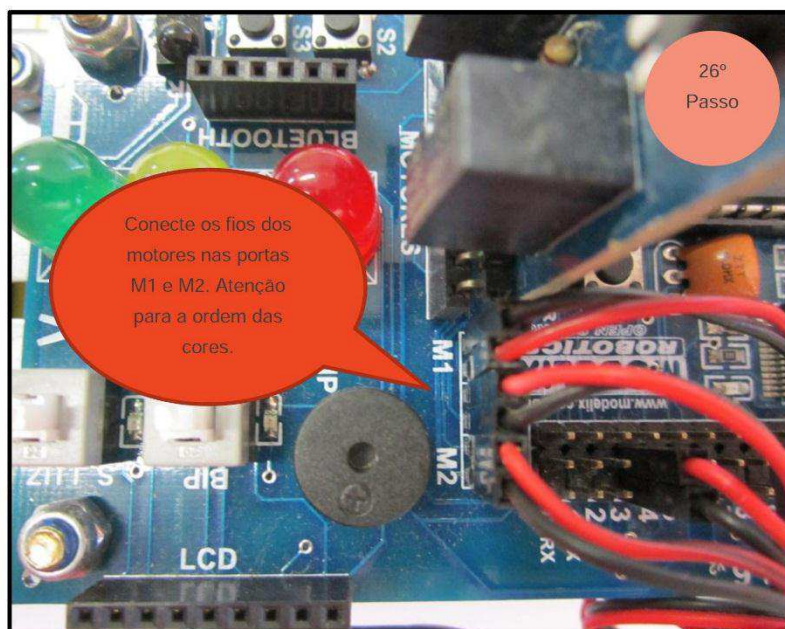


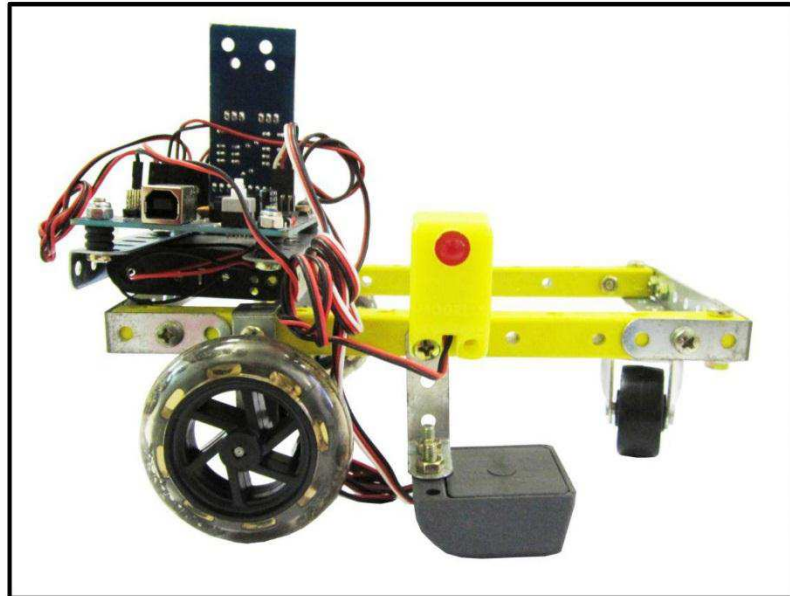
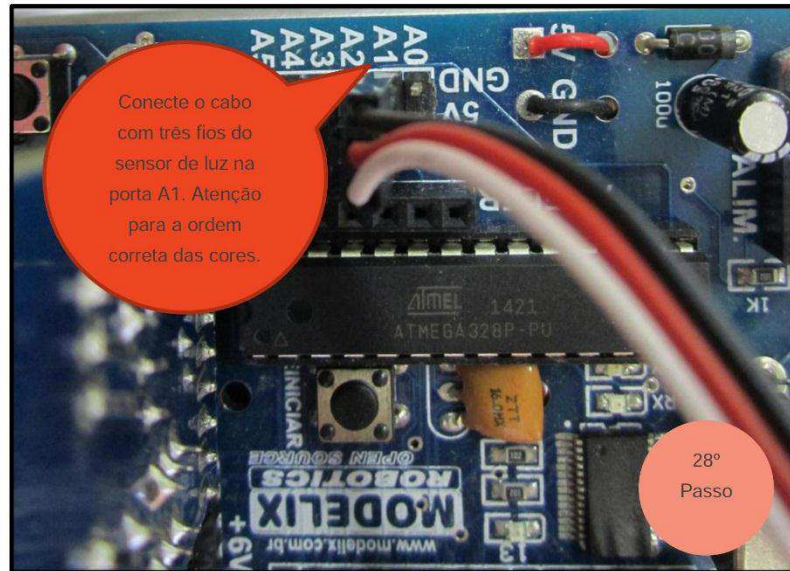


Ligações Elétricas









Apêndice B – Pré-Teste

PRÉ-TESTE

Aluno: _____

Nº

1. Observamos em nosso dia a dia vários objetos em movimento. Você por exemplo, para vir a escola utilizou algum meio de transporte ou mesmo veio a pé. Nas aulas de física, no Ensino Fundamental ou na 1ª série do Ensino Médio, deve ter tido contato com o conceito de **velocidade** no estudo do movimento. Considerando sua observação no dia a dia de objetos que se movem e seu conhecimento aprendido nas aulas de física, o que você sabe sobre o conceito de **velocidade**?



Figura: Corrida do atletismo.
Fonte: <https://goo.gl/sBtWIk>

2. Quando falamos de média, pode surgir na sua mente a ideia do cálculo utilizado para definir sua nota final numa determinada etapa ou bimestre (média aritmética, ou média ponderada, das provas, teste e outras atividades escolares). No estudo do movimento utilizamos o conceito de velocidade média, que é diferente do conceito de média das velocidades (assemelha-se ao cálculo da nota final da etapa ou bimestre). Considerando o que você aprendeu nas aulas de física, nos diga o que você sabe sobre **velocidade média**.

3. Podemos observar em vias públicas placas que sinalizam a velocidade máxima permitida para veículos que trafegam pela via. Por exemplo, nas vias urbanas a velocidade máxima é: 80km/h para vias de trânsito rápido, 60km/h nas vias arteriais, 40 km/h nas via coletoras e 30 km/h nas vias locais. O órgão responsável por fiscalizar a obediência ao limite de velocidade, utiliza-se de equipamentos chamados “corujinhas” que registram a velocidade do veículo num ponto da via, num dado instante de tempo. O princípio de funcionamento da “corujinha”, para determinar a velocidade do veículo, num dado ponto da via, em um dado instante de tempo, baseia-se no cálculo da velocidade escalar média do veículo. São colocados sensores na via, mede-se a distância entre eles, mede-se o tempo que o veículo leva para passar pelos sensores e calcula-se a velocidade média. Contudo, o painel da “corujinha” mostra a velocidade escalar instantânea do veículo. Considerando o que você aprendeu nas aulas de física nos diga o que você sabe sobre **velocidade escalar instantânea**.



Figura: Ilustração da corujinha. Fonte: <https://goo.gl/IJQRhn>

4. É possível observar olhando o velocímetro de um veículo a mudança da velocidade quando o condutor pisa no acelerador do carro, dizemos então que o veículo está sendo acelerado. Considerando o que você aprendeu nas aulas de física nos diga o que você sabe sobre **aceleração**.



Figura: Ilustração do velocímetro. Fonte: <https://goo.gl/ffwly2>

5. Temos todos uma noção intuitiva do conceito de “aceleração” (por exemplo, o efeito do acelerador em um automóvel), como a medida da rapidez da variação da velocidade com o tempo. Assim, dizemos que um carro tem “boa aceleração” se é capaz de acelerar de 0 a 100km/h em menos de 10 segundos. No estudo do movimento utilizamos o conceito de aceleração média. Considerando o que você aprendeu nas aulas de física, nos diga o que você sabe sobre **aceleração média**.



Figura: Ilustração de um veículo acelerado.

Fonte: <https://goo.gl/YlowRr>

6. A aceleração pode ser variável durante o movimento, e considerações análogas a questão 3 leva-nos ao conceito de aceleração escalar instantânea. Considerando o que você aprendeu nas aulas de física, nos diga o que você sabe sobre **aceleração escalar instantânea**.

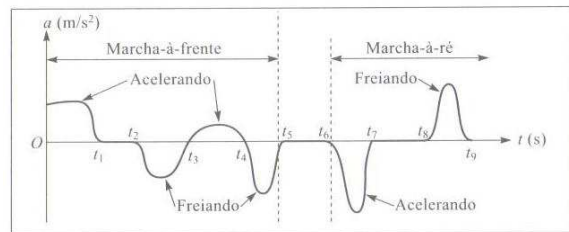


Figura: Aceleração em função do tempo. Fonte: Moysés 2002.

Apêndice C – Diagnóstico I

Questionário de Diagnóstico 01 - ALUNO

Aluno: _____

Nº

1. Quantos anos você tem?
2. Você repetiu alguma série do Ensino Fundamental?

Sim	Não
-----	-----

Caso tenha repetido, indique quais.

6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a
----------------	----------------	----------------	----------------

3. Você já repetiu o 1º ano do Ensino Médio?

Sim	Não
-----	-----

Quantas vezes?

4. Na caixa abaixo, marque um X indicando as séries que você cursou em escola pública ou privada.

6 ^a	Pública	Privada
7 ^a	Pública	Privada
8 ^a	Pública	Privada
9 ^a	Pública	Privada

5. O robô é um dispositivo eletromecânico ou biomecânico capaz de realizar tarefas de forma autônoma ou pré-programada (veja a figura 1). Você já utilizou robôs em experimentos na sua escola?

Ilustração de um robô.

Fonte: <https://goo.gl/76jCY0>

Sim	Não
-----	-----

6. Caso sua resposta seja sim, no experimento que você participou na escola, você montou ou ajudou a montar o robô?

Sim	Não
-----	-----

- a) Esta experiência **contribuiu** para melhorar a compreensão do conteúdo abordado;
 b) Esta experiência contribuiu **pouco** para melhorar a compreensão do conteúdo abordado;
 c) Esta experiência contribuiu **muito pouco** para melhorar a compreensão do conteúdo abordado;
 d) Esta experiência **não contribuiu** para melhorar a compreensão do conteúdo abordado;

7. Sobre o conteúdo de cinemática, você sabe que conceitos da física podem ser encontrados nesse conteúdo?

Sim	Não
-----	-----

Quais?

-
-
8. Você já estudou os conteúdos referentes a cinemática?

Sim	Não
-----	-----

9. Nas aulas de física, você já realizou trabalhos práticos para representar conceitos que são ensinados?

Sim	Não
-----	-----



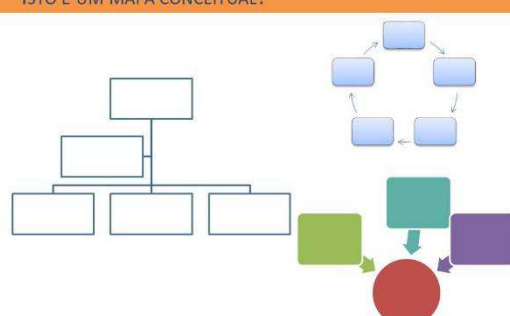
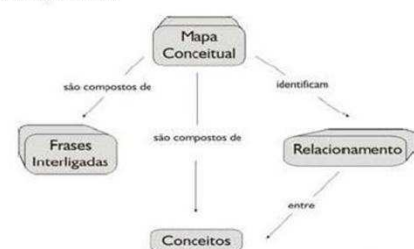



Com que frequência?

- I - Todas as aulas;
- II - Algumas aulas;
- III - Quase nenhuma aula;
- IV - Nenhuma Aula.

10. Em relação aos conteúdos envolvidos a cinemática, você se considera:

- a) Com pouco entendimento sobre os conteúdos;
- b) Capaz de realizar operações simples, identificar e nomear os conceitos;
- c) Capaz de enumerar, descrever, classificar, características que envolvem os conteúdos;
- d) Capaz de comparar, relacionar, analisar, explicar em termos de causa e efeito os conteúdos envolvidos;
- e) Capaz de generalizar, criar hipóteses, teorizar, transferir a teoria para um novo domínio;

Apêndice D – Slides – Mapa Conceitual: Fundamentos Básicos

 <p style="text-align: center;">MAPA CONCEITUAL FUNDAMENTOS BÁSICOS Mestrando: Almir de Oliveira Costa Junior Orientador: João Cabral Neto</p>	<p style="background-color: #f4a460; padding: 5px;">O QUE É?</p> <div style="text-align: center;">  <p>É uma ferramenta para organizar e representar o conhecimento. Ela pode ser utilizada no desenvolvimento de muitos projetos.</p> </div> <p style="text-align: right; border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</p>
<p style="background-color: #f4a460; padding: 5px;">PARA QUE SERVE?</p> <ul style="list-style-type: none"> Representar graficamente relações significativas entre os conceitos de um determinado assunto; Exercitar a capacidade de estabelecer pontes entre os conhecimentos que já tem e os que serão aprendidos; Permite ao professor acompanhar o raciocínio feito pelo estudante durante a aprendizagem; <p style="text-align: right;">3</p>	<p style="background-color: #f4a460; padding: 5px;">COMO É ORGANIZADO?</p> <ul style="list-style-type: none"> São apenas diagramas indicando relações entre conceitos; Diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual; Poder-se-ia pensar em mapas conceituais com uma, duas, três ou mais dimensões; Os de uma dimensão seriam apenas listas de conceitos; <p style="text-align: right;">4</p>
<p style="background-color: #f4a460; padding: 5px;">ISTO É UM MAPA CONCEITUAL?</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">5</p>	<p style="background-color: #f4a460; padding: 5px;">ESTRUTURA DE UM MAPA CONCEITUAL</p> <p style="font-size: small;">Estrutura de um Mapa Conceitual</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">6</p>
<p style="background-color: #f4a460; padding: 5px;">ESTRUTURA DE UM MAPA CONCEITUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Os conceitos geralmente aparecem em caixas, e a relação de significados entre os dois termos é indicada por uma linha que os une. Nessa linha, deve haver uma frase (proposição) que contenha um verbo conjugado de acordo com o sentido que se quer dar. Pode-se ter dois ou mais conceitos conectados por frase de ligação. <p style="text-align: right;">7</p>	<p style="background-color: #f4a460; padding: 5px;">DEFINIÇÃO</p> <p style="color: blue; font-weight: bold;">Tipo de linguagem</p>  <p style="color: blue; font-weight: bold; margin-top: 20px;">Descrever e Comunicar</p>  <p style="color: blue; font-weight: bold; margin-top: 20px;">CONCEITOS</p>  <p style="text-align: right;">8</p>

DEFINIÇÃO

CONCEITOS

Ordenados,
Hierarquizados,
Conectados por arcos

Formam proposições

COMO COMEÇAR?

- Geralmente, a construção inicial de um mapa começa com frases de ligações que representam aspectos observáveis, contendo verbos: “é”, “tem”, “possuem”, entre outros.

COMO COMEÇAR? EXEMPLO:

```

    graph TD
      VIOLETAS --- São --- AZUIS
  
```

VAMOS CONSTRUIR UM EXEMPLO?

- Sobre a banana, o que podemos dizer sobre ela em nosso mapa conceitual?
- Ex. banana – é – amarela.

```

    graph TD
      BANANA --- É --- AMARELA
  
```

ACRESCENTANDO MAIS CONCEITOS

```

    graph TD
      BANANA --- É --- AMARELA
      BANANA --- É --- FRUTA
      BANANA --- É --- GOSTOSA
      BANANA --- TEM --- VARIOS_TIPOS[VÁRIOS TIPOS]
      BANANA --- TEM --- CASCA
  
```

EXERCÍCIO 1

- A partir do exemplo da banana, tente acrescentar outros conceitos utilizando a mesma ideia para aumentar nosso mapa conceitual.
 - Tempo de atividade: 10 minutos
 - Fazer em uma folha de papel A4
 - Atividade individual
 - Não é permitida a consulta de material de apoio.

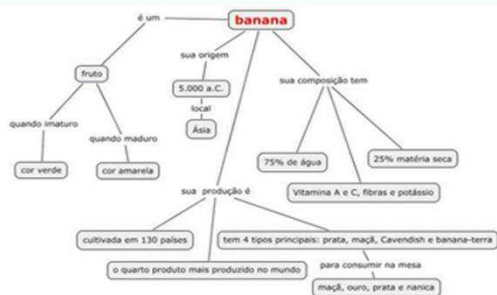
EXERCÍCIO 2

- Agora, vamos criar um mapa conceitual para o Carro.
 - Tempo de atividade: 10 minutos
 - Fazer em uma folha de papel A4
 - Atividade individual
 - Não é permitida a consulta de material de apoio.

NÃO SABE COMO COMEÇAR?

- Dica: Coloque palavras que respondam:
 - o que é;
 - de onde vem;
 - do que é composto;
 - o que fazemos com;
 - o que me lembra;
 - como está estruturado
 - Etc.

UM EXEMPLO SOBRE A BANANA



17

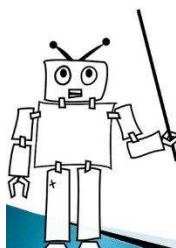
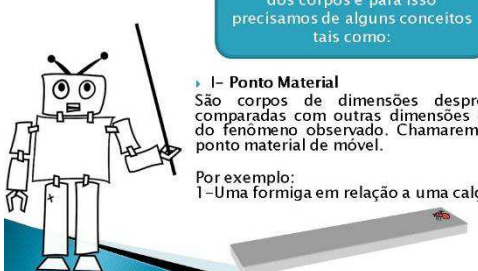





ATIVIDADE: MAPA CONCEITUAL – VELOCIDADE E ACELERAÇÃO

- Agora, vamos criar um mapa conceitual representar os conteúdos da cinemática. É importante levar em consideração os conceitos de velocidade e aceleração
 - Tempo de atividade: 60 minutos
 - Fazer em uma folha de papel A3
 - Atividade individual
 - Não é permitida a consulta de material de apoio.

18

Apêndice E – Modelo de Fluxo

Apêndice F – Slides – Conceitos prévios

<p>Cinemática: Velocidade e Aceleração Conceitos prévios Mestrando: Almir de Oliveira Costa Junior Orientador: João Cabral Neto</p>	<p>O que podemos estudar com a cinemática?</p>  <p>Cinemática: É a parte da mecânica que estuda os movimentos dos corpos ou partículas sem se levar em conta o que os causou.</p>
<p>Conceitos importantes</p> <p>Vamos estudar os movimentos dos corpos e para isso precisamos de alguns conceitos tais como:</p> <p>► I- Ponto Material São corpos de dimensões desprezíveis comparadas com outras dimensões dentro do fenômeno observado. Chamaremos um ponto material de móvel. Por exemplo: 1- Uma formiga em relação a uma calçada.</p> 	<p>Conceitos importantes</p> <p>2- Um caminhão em relação a um campo de futebol:</p> 
<p>Conceitos importantes</p> <p>Vamos estudar os movimentos dos corpos e para isso precisamos de alguns conceitos tais como:</p> <p>► II- Corpo extenso São corpos cujas dimensões não podem ser desprezadas comparadas com outras dimensões dentro do fenômeno observado.</p> 	<p>Conceitos importantes</p> <p>1- Uma formiga em relação a uma pequena pedra. 2 - Um caminhão em relação a uma pequena rua</p> 
<p>Atenção!!!</p>  <p>Observe que ser ponto material ou corpo extenso depende do referencial de observação</p>	<p>Conceitos importantes</p> <p>Vamos estudar os movimentos dos corpos e para isso precisamos de alguns conceitos tais como:</p> <p>► III - Trajetória É o caminho percorrido pelo móvel. Para definir uma trajetória é preciso um ponto de partida para a observação, chamado de marco zero da observação. Toda trajetória depende do referencial adotado.</p> 

Atenção!!!

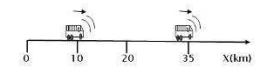


Observe que: quem estiver dentro do avião verá o objeto cair em linha reta e, quem estiver na Terra verá um arco de parábola.

Conceitos importantes

IV – Posição

É a localização do móvel na trajetória, medida em relação a um ponto que será a origem dos espaços. Representaremos a posição, usando a letra x .



Posição 1 igual 10km ($x_1 = 10 \text{ km}$)
Posição 2 igual 35km ($x_2 = 35 \text{ km}$)

Conceitos importantes

ATENÇÃO!!!

- Quando a posição de um móvel *se altera*, em relação a um referencial, no decorrer do tempo, dizemos que o corpo encontra-se em **movimento**.
- Quando a posição de um móvel *não se altera*, em relação a um referencial, no decorrer do tempo, dizemos que o corpo encontra-se em **repouso**.





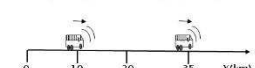
Conceitos importantes

V – Deslocamento

É a variação da posição do móvel em um referido intervalo de tempo. Representado por ΔX .

$\Delta X = X - X_0$

Onde X é a posição final e X_0 a posição inicial.



$\Delta X = X - X_0$
 $\Delta X = 35 - 10 = 25 \text{ km}$


O que é Velocidade?

Velocidade é uma grandeza física vetorial que é estabelecida pela relação entre espaço e tempo, mede a rapidez de um corpo, que quando sofre mudança no seu módulo ou na sua direção caracteriza o tipo de movimento (MRU, MRUV, MCU, MCUV) e esse pode ser descrito por função horária representáveis em gráficos




O que é Velocidade Escalar Média?

A razão entre o deslocamento sofrido pelo móvel em um dado intervalo de tempo chamamos de velocidade escalar média e representamos pela equação abaixo.



$V_m = \frac{\Delta X}{\Delta t}$

Conversão

Lembre-se!!!

A velocidade média no Sistema Internacional de Unidades (S.I.) é medida em:

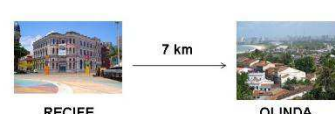
m/s

- Para transformarmos km/h em m/s basta dividirmos o número por 3.6;
- Para transformarmos m/s em km/h basta multiplicarmos o número por 3.6.



Veja só!

EX. A distância entre o marco zero de Recife e o marco zero de Olinda é de 7 km. Supondo que um ciclista gaste 1h e 20 min pedalando entre as duas cidades, qual a sua velocidade média neste percurso, levando em conta que ele parou 10 min para descansar?



RECIFE OLINDA

Como resolver?

Resolução
 Velocidade média é uma grandeza física, o tempo que o ciclista ficou parado faz parte do evento logo deve ser incluído .

$\Delta X = 7 \text{ km}$
 $\Delta t = 1 \text{ h e } 20 \text{ min} + 10 \text{ min} = 1 \text{ h e } 30 \text{ min} = 1,5 \text{ h}$

$V_m = \frac{\Delta X}{\Delta t} \quad V_m = \frac{7}{1,5} = 4,66 \text{ km/h}$



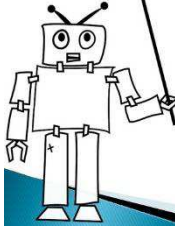

O que é Velocidade Escalar Instantânea ?

A velocidade escalar instantânea nos fornece a velocidade escalar de um objeto num dado instante de tempo (t). Pode ser entendida como a velocidade escalar média considerando-se o intervalo de tempo (Δt) muito pequeno.




Movimento Retilíneo e Uniforme – MRU

O movimento de um corpo é chamado retilíneo uniforme quando a sua trajetória for uma reta e ele efetuar deslocamentos iguais em intervalos de tempos iguais. Isso significa que a sua velocidade é constante e diferente de zero.

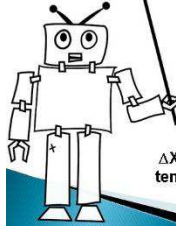




A função horária que representa o movimento é dada por:

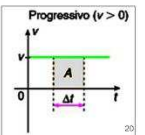
$X = X_0 + Vt$

Tipos de MRU

1 - MOVIMENTO PROGRESSIVO: é aquele cujo deslocamento do móvel se dá no sentido da orientação da trajetória.

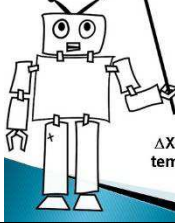




ΔX AUMENTA no decorrer do tempo e $V > 0$

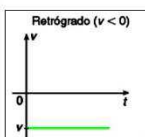


Tipos de MRU

2 - MOVIMENTO RETRÓGRADO: é aquele cujo deslocamento do móvel se dá no sentido contrário ao da orientação da trajetória.

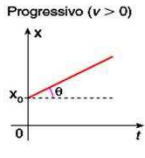



ΔX DIMINUI no decorrer do tempo e $V < 0$

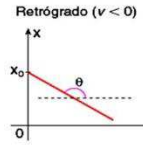


Tipos de MRU

Progressivo ($v > 0$)

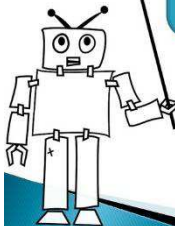



Retrógrado ($v < 0$)



O que é aceleração?

Aceleração é uma grandeza física vetorial que é estabelecida pela relação entre velocidade e tempo, mede a rapidez com que o módulo da velocidade do objeto varia e/ou a variação da direção do vetor velocidade.

Aceleração Escalar Média

A velocidade de um móvel, normalmente, é variável. Esta ideia nos permite estabelecer uma nova grandeza física associada à variação da velocidade e ao tempo decorrido nessa variação. Essa grandeza é a aceleração.

Aceleração de um movimento é a razão entre a variação da velocidade e o intervalo de tempo decorrido.



Aceleração Escalar Média

Considere um automóvel, movimentando-se sobre uma trajetória retilínea, onde X_0 é a posição inicial ocupada pelo automóvel, que possui uma velocidade inicial V_0 . Após um certo instante posterior t , o automóvel encontra-se sobre uma posição final X , mas com uma velocidade final V , tal que $V \neq V_0$, conforme a figura.




25

Atenção!!!

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t - t_0}$$

Onde:
 V é a velocidade final (m/s)
 V₀ é a velocidade inicial (m/s)
 T é o instante final (s)
 T₀ é o instante inicial (s)
 a é aceleração escalar média (m/s²)



26

O que é aceleração escalar instantânea?

A aceleração escalar instantânea nos fornece a aceleração escalar de um objeto num dado instante de tempo (t). Pode ser entendida como a aceleração escalar média considerando-se o intervalo de tempo (Δt) muito pequeno.

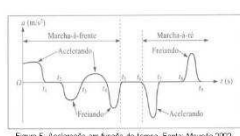
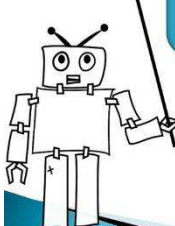


Figura 5: Aceleração em função do tempo. Fonte: Maysá 2002.



27

Movimento Retilíneo e Uniformemente Variado – MRUV

O movimento de um móvel é chamado retilíneo uniformemente variado quando a sua trajetória é uma reta e o módulo da velocidade sofre variações iguais em tempos iguais. Isso significa que a aceleração é constante e diferente de zero.

• As funções horárias são:

1 - Da Velocidade: permite saber a velocidade instantânea da partícula em um determinado instante t:

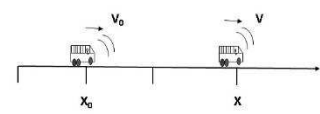


$$V = V_0 + at$$

28

Movimento Retilíneo e Uniformemente Variado – MRUV

2 - Da posição: permite determinar a posição escalar de uma partícula durante um intervalo de tempo t:

$$X = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$


29

Movimento Retilíneo e Uniformemente Variado – MRUV

3 - Equação de Torricelli: relaciona o deslocamento escalar com a variação de velocidade sem a necessidade do tempo.

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$$


30

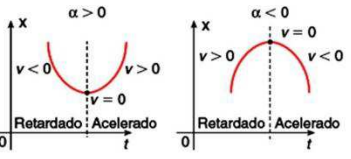
Atenção!!!

Acelerado: o Módulo da velocidade aumenta no decorrer do tempo.
 Retardado: o Módulo da velocidade diminui no decorrer do tempo.

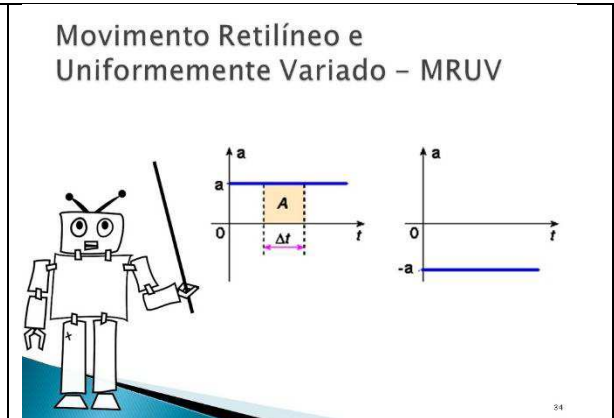
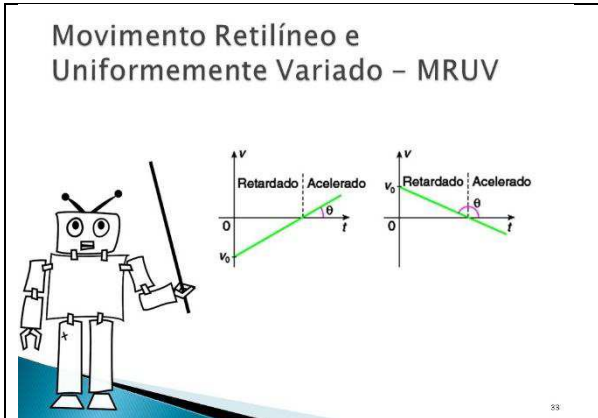


31

Movimento Retilíneo e Uniformemente Variado – MRUV



32



Apêndice G – Exercício de Fixação – Aula 3

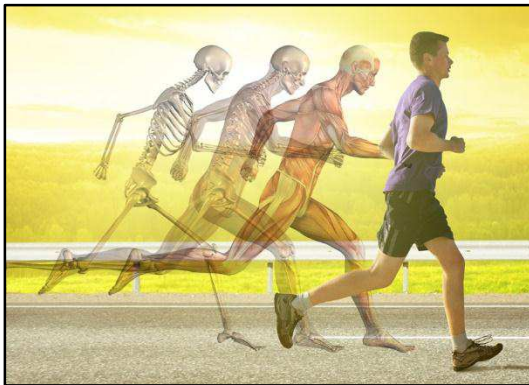
AULA 3 - EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO
Conceitos prévios

Aluno: _____

Nº

Com base nas informações apresentadas anteriormente, responda as seguintes questões:

1. O que é cinemática?

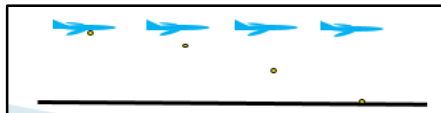


2. Na imagem apresentada a seguir, o caminhão em relação ao campo de futebol é um ponto material ou corpo extenso?

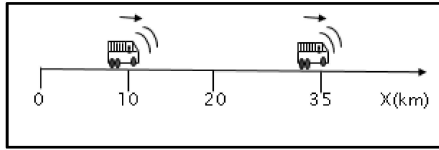


- A – Ponto Material
- B – Corpo Extenso

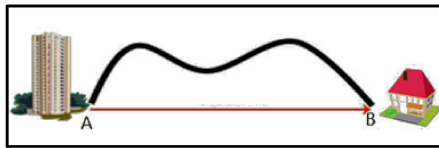
3. O que é trajetória?



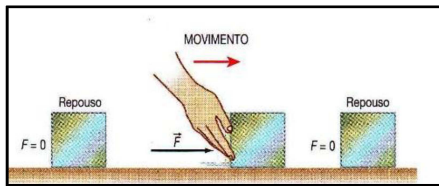
4. O que é posição?



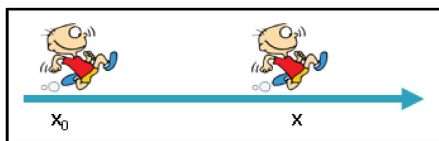
5. O que é deslocamento?



6. O que é repouso?



7. O que é movimento progressivo?



8. O que é movimento retrogrado?



9. O que é movimento acelerado?



10. O que é movimento retardado?



Apêndice H – Slides – Fundamentos da Robótica

<p style="text-align: center;">Fundamentos da Robótica</p> <p style="text-align: center;">Mestrando: Almir de Oliveira Costa Junior Orientador: João Cabral Neto</p> 	<p style="text-align: center;">Sumário</p>  <ul style="list-style-type: none"> ◦ Definições ◦ História ◦ Tipos de Robôs ◦ Lógica de programação
<p style="text-align: center;">O que é Robótica?</p> <p style="text-align: center;"><i>Ramo da tecnologia que estuda o "design, construção e uso de máquinas (robôs) para executar tarefas tradicionalmente feitas por seres humanos"</i></p> <p style="text-align: center;"><small>Enciclopédia Britânica Online</small></p>	<p style="text-align: center;">Robô</p> <p style="text-align: center;"><i>"Máquina formada por um mecanismo, incluindo diversos graus de liberdade, na maioria das vezes tendo a aparência de um ou diversos braços terminando num pulso capaz de segurar ferramentas, peças ou dispositivos."</i></p> <p style="text-align: center;"><small>ISSO 9283 (1998)</small></p>
<p style="text-align: center;">Robô</p> <p style="text-align: center;"><i>Uma máquina que lembra o ser humano e executa vários atos complexos de um ser humano</i></p> <p style="text-align: center;"><small>Dicionário Webster</small></p>	<p style="text-align: center;">ISO 9283</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ É um padrão utilizado pela indústria. ◦ Visa padronizar entendimento entre usuários e fabricante. ◦ Estabelece aspectos do funcionamento de um robô. ◦ Especifica 14 testes para verificar se o robô obedece a categoria.
<p style="text-align: center;">Autômato</p> <p style="text-align: center;"><i>Máquina, aparelho ou dispositivo que executa certos trabalhos ou funções, comumente efetuados por uma pessoa.</i></p>	<p style="text-align: center;">Robótica X Automação</p> <p style="text-align: center;">Automação é a tecnologia que se preocupa com o uso de sistemas mecânicos/elétricos/computacionais para controlar um processo de produção</p>

História



História

- 350 a.C: O matemático grego Arquitas Tarento cria "O Pomba", pássaro de madeira movido a vapor.
- Século XVIII: Jacques de Vaucanson cria o androide flautista e "O Pato", pato mecânico que come e defeca, entre outros organismos mecânicos.



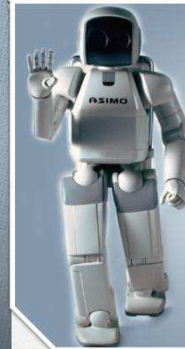
História

- Século XX: O termo "robô" (robota) surge pela primeira vez em 1921 na peça teatral *Russom's Universal Robots*, de Karel Capek.
- O termo se popularizou pelo escritor Isaac Asimov (foto) na obra de ficção "I, Robot" (Eu, Robô) de 1950.
 - As três leis da robótica



AS TRÊS LEIS DA ROBÓTICA

- Um robô não pode fazer mal a um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum tipo de mal.
- Um robô deve obedecer às ordens dos seres humanos, a não ser que entrem em conflito com a Primeira Lei.
- Um robô deve proteger a própria existência, a não ser que essa proteção entre em conflito com a Primeira ou a Segunda Lei.



ISAAC ASIMOV — Eu, Robô.

Três Gerações da Robótica

- Primeira Geração
 - Robôs Manipuladores
- Segunda Geração
 - Robôs Perceptivos
- Terceira Geração
 - Robôs Adaptativos e Inteligentes (IA)

Primeira Geração

- Joseph Engelberger cria em 1960 o Unimate (foto) e inaugura a robótica industrial.



Segunda Geração

- Hilare - 1977
 - O Hilare era capaz de andar em ambientes com obstáculos parcialmente conhecidos.



Terceira Geração

- AIBO, o cão robô criado em 1999 pela Sony, que não só interage com o dono como também "amadurece" com ele.



Tipos de Robôs

Quanto as Características Físicas

- Robôs Manipuladores
- Robôs Móveis (com o seu rodas)
 - Bípedes
 - Quadrúpedes
 - Hexápodes
- Humanoides
 - Bípedes com cabeça, tronco e membros

Quanto a Aplicação

- Industrial
- Pesquisa
- Militar
- Segurança
- Hobby ou Entretenimento
- Domestico e Pessoal
- Educação

Manipuladores

- Fixos em uma base.
- Componentes básicos
 - Manipulador
 - Atuador
 - Controle
 - Fornecimento de energia



Robôs Móveis

Robôs móveis são capazes de locomover-se no ambiente em que estão inseridos.



Robôs Móveis

- Um robô móvel pode ser decomposto em:
 - Um mecanismo para fazer o robô locomover-se.
 - Um ou mais computadores para controlar o robô.
 - Sensores com os quais o robô obtém informação do ambiente.

Robôs Móveis

- Autonomia é a habilidade de tomar suas próprias decisões e agir.

Completa

Parcial



Robôs Móveis

- Autonomia é a habilidade de tomar suas próprias decisões e agir.
- Três perguntas básicas em robótica móvel:
 - Onde estou?
 - Onde estou indo?
 - Como chego lá?

Robôs Móveis

- Onde eu estou?
 - Localização consistem em determinar a posição do robô no ambiente, utilizando sensores.
- Onde estou indo?
 - Conhecer sua posição alvo.
 - A posição depende da tarefa ser executada.
 - Designada por um humano ou inferida pelo robô.
- Como chego lá?
 - Precisa planejar sua trajetória a partir da sua posição inicial e posição final.



Robôs Móveis

- Para responder as 3 perguntas o robô deve:
 - Ter um modelo do ambiente.
 - Perceber e analisar o ambiente.
 - Encontrar sua posição no ambiente.
 - Planejar e executar seus movimentos.

26

Robôs Móveis

- Exemplos:
 - Sojourner – primeiro robô em Marte



27

Robôs Móveis

- Exemplos:
 - ASIMO – Anda sobre superfícies irregulares, reconhece pessoas, abre portas e responde a comando de voz.



28

Robôs Móveis

- Sensores
 - Percepção
 - Coletar informação sobre o mundo.
 - Sensor um dispositivo elétrico/mecânico/químico que mapeia um atributo do ambiente para uma medida quantitativa.

29

Robôs Móveis

- Sensores (quanto ao tipo de informação)
 - Sensores proprioceptivos:
 - Medem valores internos do sistema (velocidade do motor, direção do robô, carga da bateria)
 - Sensores exteroceptivos:
 - Adquirem informação sobre o ambiente (distância de objetos, intensidade da luz do ambiente).

30

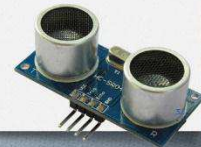
Robôs Móveis

- Sensores de direção
 - Proprioceptivos (giroscópio, inclinômetro) ou exteroceptivos (bússola).
 - Usados para determinar a orientação e a inclinação dos robôs.

31

Robôs Móveis

- Sensores de proximidade
 - Servem para indicar se o robô está próximo de algum objeto do mundo.
 - Informação de proximidade – elemento chave para localização e modelagem do ambiente.



Robôs Móveis


- o Atuadores
 - o São elementos que produzem movimento, atendendo a comandos que podem ser manuais, elétricos ou mecânicos.



33

Lógica de programação

- o “Lógica de programação é a técnica de encadear pensamentos para atingir determinado objetivo.”
- o Sequência de ações : Algoritmo;
- o Quais seriam os passos necessários para trocar uma lâmpada?



34

Lógica de programação

- o Passos de um algoritmo
 - o Entrada de Dados: São os dados de entrada do algoritmo;
 - o Processamento de Dados: São os procedimentos utilizados para chegar ao resultado final;
 - o Saída de Dados: São os dados já processados;

ENTRADA DE DADOS

➔

PROCESSAMENTO DE DADOS

➔

SAÍDA DE DADOS

35

Programações MRU e MRUV

Iniciar

Mandar saída motor 3 250, saída P10H 6 ...

Iniciar

Se Val 1 < 300?

Sim: Mandar Saída 10 lige.

Não: Mandar Saída 10 dist.

Aciona os motores em uma mesma velocidade

Identifica a linha preta e acende o LED vermelho.

36

Programação MRUV

Iniciar

Se Val 2 < 300?

Sim: Mandar Saída 10 lige.

Não: Mandar Saída 10 dist.

Iniciar

Mandar saída motor 3 250, saída P10H 6 ...

Se Val 1 < 500?

Sim: aguardar 0,5

Mandar saída motor 3 250, saída P10H 6 ...

Se Val 1 < 500?

Sim: aguardar 0,5

Mandar saída motor 3 250, saída P10H 6 ...

Se Val 1 < 500?

Sim: aguardar 0,5

Mandar saída motor 3 250, saída P10H 6 ...

Se Val 1 < 500?

Sim: aguardar 0,5

Mandar saída motor 3 250, saída P10H 6 ...

Se Val 1 < 500?

Sim: aguardar 0,5

Mandar saída motor 3 250, saída P10H 6 ...

Identifica a linha preta e acende o LED vermelho.

Muda a velocidade a cada linha preta

37

Apêndice I – Slides – Descrição dos Experimentos

Experimentos

MRU e MRUV

Mestrando: Almir de Oliveira Costa Junior
Orientador: João Cabral Neto



Sumário

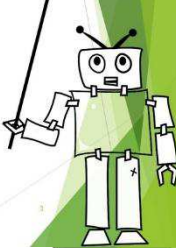


- ▶ Descrição dos Experimentos
- ▶ Cenário dos experimentos
- ▶ Ferramentas de coleta de dados

Descrição dos Experimentos

▶ Atividade 1 - Movimento Retilíneo Uniforme

- ▶ Neste experimento o robô deverá realizar o percurso proposto em uma mesma velocidade do ponto de partida ao ponto de chegada.
- ▶ Cada equipe, deverá realizar este experimento 3 vezes com o seu robô.
- ▶ Para realizar esta atividade, 1 aluno ficará responsável pelo acionamento do robô e celular. Outro aluno deverá modificar as informações de identificação do grupo na parede.
- ▶ Todos os experimentos devem ser filmados.
- ▶ O robô deverá utilizar a programação 1 - Velocidade constante.
- ▶ Será disponibilizado 15 minutos para realizar esta atividade.



Descrição dos Experimentos

▶ Atividade 1 - Movimento Retilíneo Uniforme

▶ Programação

```

graph TD
    Start([Início]) --> Read[Mostrar saída ponto S 250, saída P1000]
    Read --> Cond{Val 1 < 50?}
    Cond -- Sim --> Write[Mostrar saída 10 fig]
    Cond -- Não --> Write[Mostrar saída 10 des]
    
```



Descrição dos Experimentos

▶ Atividade 2 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

- ▶ Neste experimento o robô deverá realizar o percurso proposto em velocidades diferentes ponto de partida ao ponto de chegada.
- ▶ Cada equipe, deverá realizar este experimento 3 vezes com o seu robô.
- ▶ Para realizar esta atividade, 1 aluno ficará responsável pelo acionamento do robô e celular. Outro aluno deverá modificar as informações de identificação do grupo na parede.
- ▶ Todos os experimentos devem ser filmados.
- ▶ O robô deverá utilizar a programação 2 - Velocidade variada.
- ▶ Será disponibilizado 15 minutos para realizar esta atividade.



Descrição dos Experimentos

▶ Atividade 2- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

▶ Programação

```

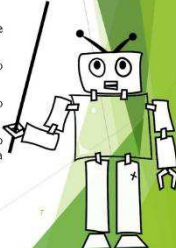
graph TD
    Start([Início]) --> Read[Mostrar saída ponto S 250, saída P1000]
    Read --> Cond1{Val 1 < 50?}
    Cond1 -- Sim --> Write1[Mostrar saída 10 fig]
    Cond1 -- Não --> Write1[Mostrar saída 10 des]
    Write1 --> Read2[Mostrar saída ponto S 250, saída P1000]
    Read2 --> Cond2{Val 2 < 50?}
    Cond2 -- Sim --> Write2[Mostrar saída 10 fig]
    Cond2 -- Não --> Write2[Mostrar saída 10 des]
    Write2 --> Read3[Mostrar saída ponto S 250, saída P1000]
    Read3 --> Cond3{Val 3 < 50?}
    Cond3 -- Sim --> Write3[Mostrar saída 10 fig]
    Cond3 -- Não --> Write3[Mostrar saída 10 des]
    Write3 --> Read4[Mostrar saída ponto S 250, saída P1000]
    Read4 --> Cond4{Val 4 < 50?}
    Cond4 -- Sim --> Write4[Mostrar saída 10 fig]
    Cond4 -- Não --> Write4[Mostrar saída 10 des]
    
```



Cenário dos Experimentos

Descrição


- ▶ A trajetória do robô é composta de uma reta de 1 metro e 25 centímetros. Outros 75 centímetros fazem parte da área de escape.
- ▶ Na trajetória, estão demarcadas 6 posições de referência (prédios), com 5 intervalos.
- ▶ No meio da trajetória, existe um trilho para que o robô permaneça alinhado o tempo todo.
- ▶ As distâncias entre os pontos de referência estão fixadas em 25 cm.
- ▶ Em cada ponto de referência haverá um ímã para o devido acionamento do aplicativo/celular e uma fita preta para acionamento do LED no robô.



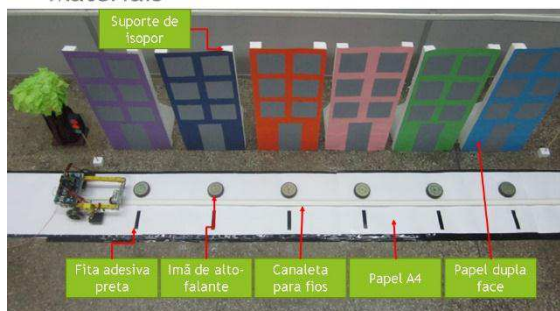
Cenário dos Experimentos

Medidas



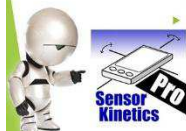


Cenário dos Experimentos Materiais



Ferramentas de coleta de dados Aplicativo Sensor Kinetics PRO

- ▶ A função magnetômetro deve ser utilizada para registrar o momento em que o robô passa sobre o campo magnético do ímã fixado nas posições do trajeto.
- ▶ Antes que o robô seja inicializado, deve-se iniciar a captura dos dados no aplicativo do celular.
- ▶ Ao final do trajeto, deve-se parar a captura dos dados no aplicativo.
- ▶ Em seguida, deve-se salvar os dados com o nome de grupo (1, 2, 3 ou 4), atividade (1 ou 2) e o teste (1, 2 ou 3).



Ferramentas de coleta de dados Aplicativo Sensor Kinetics PRO



Selecione a função Magnetômetro

Clique para iniciar a captura dos dados

Ao final, clique em salvar localizado neste menu



Ferramentas de coleta de dados Filmadora

- ▶ Este recurso será utilizado para registrar em vídeo todos os experimentos executados.
- ▶ A filmadora ficará gravando o experimento de todos os grupos.
- ▶ É importante trocar as informações de identificação do grupo da parede atrás do cenário do experimento antes que um novo teste seja iniciado.
- ▶ Os dados de identificação do grupo na parede, irão permitir identificar os experimentos de cada um grupo.
- ▶ Obs. A gravação será editada posteriormente. Serão entregues a cada um dos grupos somente os vídeos correspondentes aos seus experimentos.



Bom Trabalho!!!



Apêndice J – Slides – Descrição das ferramentas de análise

Descrição das ferramentas de análise

Mestrando: Almir de Oliveira Costa Junior
Orientador: João Cabral Neto



Sumário



- ▶ Descrição das atividades de análise
- ▶ Ferramentas para a análise
 - ▶ Excel
 - ▶ Software MRU/MRUV
 - ▶ VirtualDub

Descrição das atividades de análise

- ▶ **Orientações gerais**
 - ▶ Para cada equipe será disponibilizado um notebook contendo o: Excel, Software MRU/MRUV e VirtualDub devidamente instalados.
 - ▶ Na área de trabalho estará disponível uma pasta contendo os "Dados dos Experimentos". Nela será possível encontrar todos os arquivos (planilhas e vídeos) necessários para a análise do grupo.
 - ▶ Cada grupo, deve extrair as informações das planilhas e vídeos tomando nota no formulário de coleta de dados.
 - ▶ Após realizar a extração dos dados, os grupos devem "alimentar" o software MRU/MRU com os dados coletados.



Ferramentas para análise Excel

- ▶ Cada grupo deve utilizar esta ferramenta para extrair os dados coletados no aplicativo Sensor Kinetics Pro.
- ▶ Abrindo uma das planilhas dos testes realizados em um dos experimentos, o grupo deve localizar os 6 maiores valores registrados na coluna B (eixo do X_value).
- ▶ Em seguida, tendo identificado os valores, os grupos devem observar ao lado dos valores máximos, os tempos registrados na coluna A (Time).
- ▶ Os valores extraídos devem ser registrados no local indicado do formulário de coleta de dados.
- ▶ Repetir esse procedimento em todas as planilhas.



Ferramentas para análise Excel

- ▶ **Exemplo**




Ferramentas para análise VirtualDub

- ▶ Cada grupo deve utilizar esta ferramenta para extrair os dados capturados nos vídeos durante os experimentos.
- ▶ Com o software aberto, clique em File >> Open Vídeo File e localize o arquivo de vídeo a ser analisado dentro da pasta disponível na área de trabalho.
- ▶ Em seguida, utilizando as "Seta para direita" ou "Seta para a esquerda" localize o "frame" que mostra o momento exato do acionamento do LED no robô.
 - ▶ Obs. Repetir para as 6 vezes que o LED acendeu.
- ▶ Registre no formulário de coleta de dados o tempo do momento exato do acionamento do LED.
- ▶ Repetir esse procedimento em todos os vídeos.



Ferramentas para análise VirtualDub

- ▶ **Exemplo**




Ferramentas para análise Software MRU/MRUV

- ▶ Cada grupo deve utilizar esta ferramenta para processar os dados extraídos das planilhas e vídeos.
- ▶ Com o software aberto, selecione o tipo de movimento a ser analisado.
- ▶ Em seguida, os grupos devem preencher as medidas dos tempos do experimento realizado nos espaços de fundo rosa.
 - ▶ Obs. Deve ser repetido com os dados das planilhas e vídeos dos dois experimentos (MRU e MRUV)
- ▶ Após digitar os valores, clique em "gravar dados".
- ▶ Realize um *printscreen* da tela e cole no paint.
 - ▶ Salvar o arquivo na pasta da área de trabalho.
- ▶ Repetir esse procedimento com os dados de todos os experimentos.

Ferramentas para análise Software MRU/MRUV

▶ Exemplo

Selecione o tipo de movimento a ser analisado

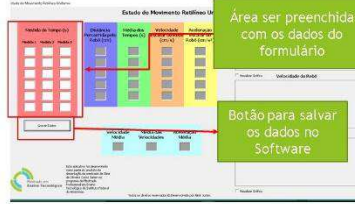


Ferramentas para análise Software MRU/MRUV

▶ Exemplo

Área ser preenchida com os dados do formulário

Botão para salvar os dados no Software



Bom Trabalho!!!



Apêndice L – Slides – Discussão Sobre os Experimentos

Discussões sobre os experimentos

Mestrando: Almir de Oliveira Costa Junior
Orientador: João Cabral Neto



Sumário



- ▶ Cenário de realização dos experimentos
- ▶ Conceitos do MRU e MRUV

Sobre o cenário de realização dos experimentos

- ▶ Na foto a seguir, é apresentado o cenário construído para a realização dos experimentos.
- ▶ Ao realizar o experimento, foi possível identificar alguns dos conceitos prévios estudados?



Sobre o cenário de realização dos experimentos

- ▶ No cenário, é possível identificar a trajetória do robô?



Sobre o cenário de realização dos experimentos

- ▶ O espaço (distância) a ser percorrida pelo robô era predefinido.




Sobre o cenário de realização dos experimentos

- ▶ No cenário, é possível identificar o corpo material e o corpo extenso?



Sobre o cenário de realização dos experimentos



Sobre o cenário de realização dos experimentos

- ▶ No cenário, é possível identificar as posições ao longo da trajetória?



Sobre o cenário de realização dos experimentos

- ▶ Ao longo da trajetória, existiam 6 posições demarcadas com fita preta e ímã.



Obs. Os prédios também poderiam ser utilizados como referencial das posições.



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- ▶ Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - ▶ É possível afirmar que "Existe um corpo em movimento"?
 - ▶ É possível afirmar que o deslocamento do corpo ser observada através da relação tempo e espaço?

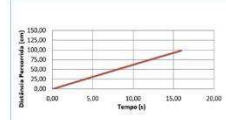


Gráfico da função horária $x(t)$



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- ▶ Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - ▶ É possível afirmar que "Existe um corpo em movimento"?
 - ▶ É possível afirmar que o deslocamento do corpo ser observada através da relação tempo e espaço?

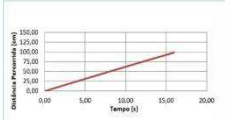


Gráfico da função horária $x(t)$

Em um determinado instante de tempo, o corpo apresenta uma posição diferente no espaço (distância).



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- ▶ Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - ▶ É possível afirmar que o corpo se desloca pelo trajeto em uma mesma velocidade?
 - ▶ É possível observar os dados da velocidade do corpo em um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado?

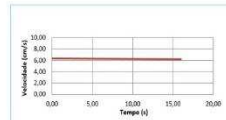


Gráfico da Velocidade



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- ▶ Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - ▶ É possível afirmar que o corpo se desloca pelo trajeto em uma mesma velocidade?
 - ▶ É possível observar os dados da velocidade do corpo em um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado?

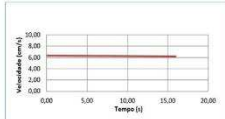


Gráfico da Velocidade

O corpo apresenta uma mesma velocidade durante todo o trajeto. Logo, trata-se de um movimento retilíneo uniforme - MRU.



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- ▶ Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - ▶ É possível afirmar que o corpo está com aceleração igual a Zero?
 - ▶ É possível afirmar que o corpo está em um Movimento Retilíneo Uniforme?

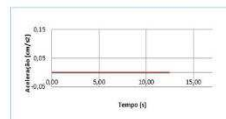


Gráfico da aceleração



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- ▶ Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - ▶ É possível afirmar que o corpo se desloca pelo trajeto em uma mesma velocidade?
 - ▶ É possível observar os dados da velocidade do corpo em um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado?

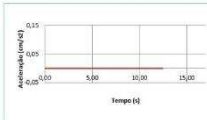


Gráfico da aceleração

O corpo apresenta aceleração IGUAL a zero. Logo, o corpo está em um movimento retilíneo uniforme - MRU.



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- ▶ Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - ▶ É possível afirmar que se trata da função horária do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV?
 - ▶ É possível afirmar que trata-se de informações de um corpo em um movimento retardado?

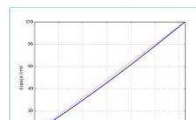


Gráfico da função $x(t)$



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - É possível afirmar que se trata da função horária do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV?

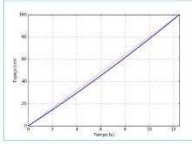


Gráfico da função $x(t)$

A linha azul que representa o deslocamento do robô em função do tempo, apresenta uma curvatura em relação à reta vermelha (diagonal).



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - É possível afirmar que os dados representam a velocidade de um corpo que está em um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV?
 - É possível afirmar que corpo se desloca pelo trajeto em uma mesma velocidade?

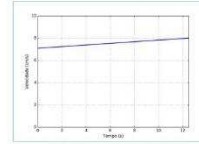


Gráfico da velocidade



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - É possível afirmar que os dados representam a velocidade de um corpo que está em um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV?
 - É possível afirmar que corpo se desloca pelo trajeto em uma mesma velocidade?

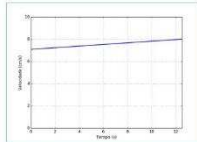


Gráfico da velocidade

O corpo apresenta velocidades diferentes ao longo do trajeto. Logo, trata-se de um movimento retilíneo uniformemente variado - MRUV.



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - É possível afirmar que o corpo está com aceleração diferente de zero?
 - É possível afirmar que o gráfico apresenta dados da aceleração de um corpo que está em um Movimento Retilíneo Uniforme?

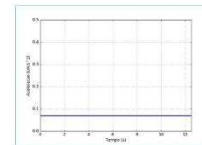


Gráfico da aceleração



Sobre os conceitos de MRU e MRUV

- Com as informações que podem ser extraídas do gráfico a seguir:
 - É possível afirmar que o corpo está com aceleração diferente de zero?
 - É possível afirmar que o gráfico apresenta dados da aceleração de um corpo que está em um Movimento Retilíneo Uniforme?

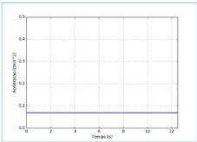


Gráfico da aceleração

O corpo apresenta aceleração DIFERENTE de zero. Logo, o corpo está em um movimento retilíneo uniformemente variado - MRUV.



Obrigado!!!



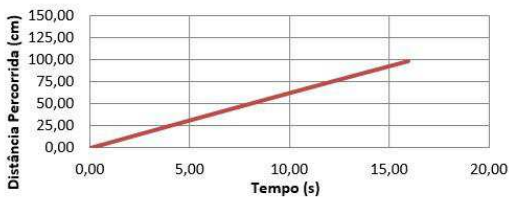
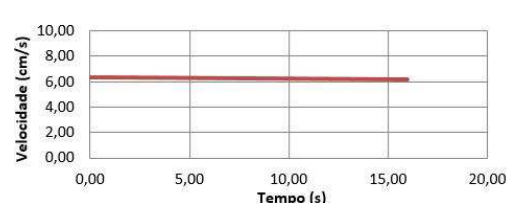
Apêndice M – Exercício de Fixação – Aula 7

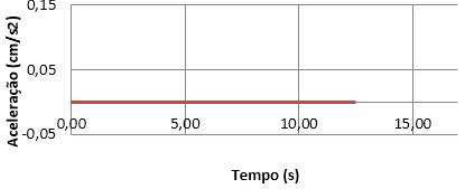
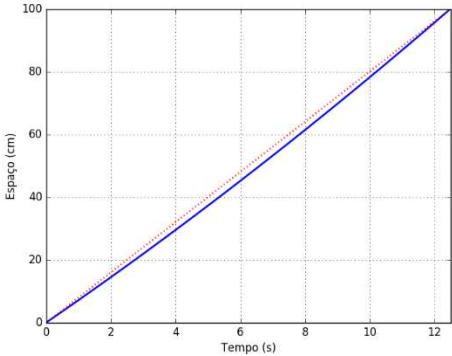
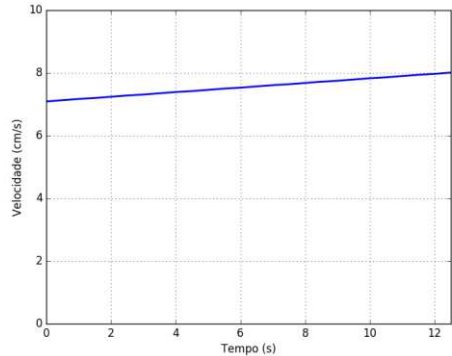
Exercício de fixação – Aula 7

Aluno: _____

Nº

Análise os gráficos e com base nos dados apresentados responda as questões.

 <p style="text-align: center; color: blue;">Figura: Gráfico da função horária $x(t)$</p>	<p>1- O corpo está em movimento. A – sim B – Não</p> <p>2- O gráfico apresenta dados do deslocamento de um corpo através da relação espaço e tempo. A – Sim B – Não</p> <p>3- Através do gráfico podemos observar a função horária do Movimento Retilíneo Uniforme – MRU. A – Sim B – Não</p> <p>4 – o corpo em movimento apresenta uma trajetória. A – sim B – não</p> <p>5 – o corpo em movimento apresenta posições diferentes ao longo da trajetória. A – Sim B – Não</p> <p>6 – o gráfico apresenta informações de um corpo em repouso. A – Sim B - Não</p>
 <p style="text-align: center; color: blue;">Figura: Gráfico da Velocidade</p>	<p>7- O corpo não está em movimento. A- Sim B- Não</p> <p>8- O corpo se desloca pelo trajeto em uma mesma velocidade. A- Sim B- Não</p> <p>9- Através do gráfico podemos observar a velocidade do corpo em um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. A- Sim B- Não</p> <p>10- o gráfico apresenta informações de um corpo em um movimento progressivo. A- Sim B- Não</p>

 <p>Figura: Gráfico da Aceleração</p>	<p>11- Corpo está com aceleração igual a Zero. A- Sim B- não</p> <p>12- Os dados da aceleração do corpo caracterizam um Movimento Retilíneo Uniforme. A- Sim B- não</p> <p>13- A aceleração média do corpo é igual a aceleração instantânea. A- Sim B- Não</p>
 <p>Figura: Gráfico da função x(t)</p>	<p>14- O corpo não está em movimento. A- Sim B- não</p> <p>15- O gráfico apresenta o deslocamento de um corpo em Movimento Retilíneo Uniforme. A- Sim B- Não</p> <p>16- Através do gráfico podemos observar a função horária do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV. A- Sim B- Não</p> <p>17- o gráfico apresenta informações de um corpo em um movimento retardado. A- Sim B- Não</p>
 <p>Figura: Gráfico da velocidade</p>	<p>18- O gráfico apresenta dados da velocidade de um corpo que está em um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV. A- Sim B- não</p> <p>19- O corpo se desloca pelo trajeto em uma mesma velocidade. A- Sim B- Não</p> <p>20- A velocidade média do corpo é igual a velocidade instantânea. A- Sim B- Não</p>

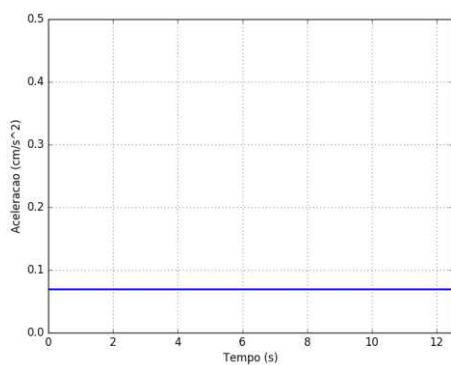


Figura: Gráfico da aceleração

21- Corpo está com aceleração diferente de Zero.

A- Sim B- não

22- O gráfico apresenta dados da aceleração de um corpo que está em um Movimento Retilíneo Uniforme.

A- Sim B- Não

23- A aceleração do corpo pelo trajeto é constante.

A- Sim B- Não

Apêndice N – Diagnóstico II

Questionário de Diagnóstico 02 - ALUNO

Aluno: _____

Nº

1. Você participou de todas as aulas propostas pelo professor?
- Sim
 - Não

Caso tenha deixado de participar de alguma das aulas, especifique abaixo:

Aula 01	Diagnóstico I, Pré-Teste
Aula 02	Mapa Conceitual I
Aula 03	Organizado Prévio
Aula 04	Montagem do Robô
Aula 05	Experimento do MRU e MRUV
Aula 06	Análise dos dados
Aula 07	Discussão dos Resultados
Aula 08	Diagnóstico II, Pós-Teste e Mapa Conceitual II

2. Sobre a utilização do mapa conceitual para organizar as ideias sobre os conceitos de velocidade e aceleração, você acredita que:
- Esta experiência **contribuiu** para demonstrar a organização e a compreensão sobre os conteúdos abordados;
 - Esta experiência contribuiu **pouco** para demonstrar a organização e a compreensão sobre os conteúdos abordados;
 - Esta experiência contribuiu **muito pouco** para demonstrar a organização e a compreensão sobre os conteúdos abordados;
 - Esta experiência **não contribuiu** para demonstrar a organização e a compreensão sobre os conteúdos abordados;
3. Sobre a aula onde os conceitos ligados a cinemática foram apresentados inicialmente, você acredita que:
- Esta aula **contribuiu** para a realização dos experimentos com o robô.
 - Esta aula contribuiu **pouco** para a realização dos experimentos com o robô.
 - Esta aula contribuiu **muito pouco** para a realização dos experimentos com o robô.
 - Esta aula **não contribuiu** para a realização dos experimentos com o robô.
4. Você acredita que participar do processo de construção do robô ajudou na compreensão dos experimentos assim como sobre os conceitos envolvidos?
- Sim
 - Não

Justifique sua resposta

5. Sobre a organização do experimento (cenário, robô, equipamentos, etc.) você acredita que a atividade pôde lhe proporcionar:
- Um exemplo que **contribuiu** para a compreensão sobre os conceitos de velocidade e aceleração;
 - Um exemplo que **contribuiu pouco** para a compreensão sobre os conceitos de velocidade e aceleração;
 - Um exemplo que contribuiu **muito pouco** para a compreensão sobre os conceitos de velocidade e aceleração;
 - Um exemplo que **não contribuiu** para a compreensão sobre os conceitos de velocidade e aceleração;
6. Sobre a utilização de atividades práticas (realização de experimentos) na observação de fenômenos físicos, você acredita que estas atividades:
- Contribuem** para a assimilação dos conteúdos da física.
 - Contribuem pouco** para a assimilação dos conteúdos da física.
 - Contribuem muito pouco** para a assimilação dos conteúdos da física.
 - Não contribuem** para a assimilação dos conteúdos da física.

Justifique sua resposta

7. Sobre a realização dos experimentos em grupos, você acredita que a organização da atividade desta maneira:
- Contribuiu para uma melhor compreensão dos conceitos de velocidade e aceleração;
 - Não contribuiu para uma melhor compreensão dos conceitos de velocidade e aceleração.
 - Não fez diferença na realização dos experimentos.

Justifique sua resposta

8. Sobre a organização dos experimentos em 8 aulas, você acredita que:
- Desta maneira, pude compreender da melhor forma todo o experimento.
 - Desta maneira, não ficou claro o objetivo principal dos experimentos.
 - Não fez diferença.

Justifique sua resposta

9. Após ter participado de todas as atividades, como você se considera a respeito dos conceitos de velocidade e aceleração:
- Com pouco entendimento sobre os conteúdos;
 - Capaz de realizar operações simples, identificar e nomear os conceitos;
 - Capaz de enumerar, descrever, classificar, características que envolvem os conteúdos;
 - Capaz de comparar, relacionar, analisar, explicar em termos de causa e efeito os conteúdos envolvidos;
 - Capaz de generalizar, criar hipóteses, teorizar, transferir a teoria para um novo domínio;

Apêndice O – Pós-Teste

PÓS-TESTE

Aluno: _____

Nº

1. Observamos em nosso dia a dia vários objetos em movimento. Você por exemplo, para vir a escola utilizou algum meio de transporte ou mesmo veio a pé. Nas aulas de física, no Ensino Fundamental ou na 1ª série do Ensino Médio, deve ter tido contato com o conceito de **velocidade** no estudo do movimento. Considerando sua observação no dia a dia de objetos que se movem e seu conhecimento aprendido nas aulas de física, o que você sabe sobre o conceito de **velocidade**?

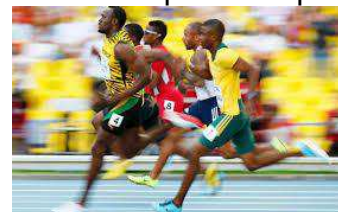


Figura: Corrida do atletismo. **Fonte:** <https://goo.gl/sBtWIk>

2. Quando falamos de média, pode surgir na sua mente a ideia do cálculo utilizado para definir sua nota final numa determinada etapa ou bimestre (média aritmética, ou média ponderada, das provas, teste e outras atividades escolares). No estudo do movimento utilizamos o conceito de velocidade média, que é diferente do conceito de média das velocidades (assemelha-se ao cálculo da nota final da etapa ou bimestre). Considerando o que você aprendeu nas aulas de física, nos diga o que você sabe sobre **velocidade média**.

3. Podemos observar em vias públicas placas que sinalizam a velocidade máxima permitida para veículos que trafegam pela via. Por exemplo, nas vias urbanas a velocidade máxima é: 80km/h para vias de trânsito rápido, 60km/h nas vias arteriais, 40 km/h nas via coletoras e 30 km/h nas vias locais. O órgão responsável por fiscalizar a obediência ao limite de velocidade, utiliza-se de equipamentos chamados “corujinhas” que registram a velocidade do veículo num ponto da via, num dado instante de tempo. O princípio de funcionamento da “corujinha”, para determinar a velocidade do veículo, num dado ponto da via, em um dado instante de tempo, baseia-se no cálculo da velocidade escalar média do veículo. São colocados sensores na via, mede-se a distância entre eles, mede-se o tempo que o veículo leva para passar pelos sensores e calcula-se a velocidade média. Contudo, o painel da “corujinha” mostra a velocidade escalar instantânea do veículo. Considerando o que você aprendeu nas aulas de física nos diga o que você sabe sobre **velocidade escalar instantânea**.



Figura: Ilustração da corujinha. Fonte: <https://goo.gl/IJQRhn>

4. É possível observar olhando o velocímetro de um veículo a mudança da velocidade quando o condutor pisa no acelerador do carro, dizemos então que o veículo está sendo acelerado. Considerando o que você aprendeu nas aulas de física nos diga o que você sabe sobre **aceleração**.



Figura: Ilustração do velocímetro. Fonte: <https://goo.gl/ffwly2>

5. Temos todos uma noção intuitiva do conceito de “aceleração” (por exemplo, o efeito do acelerador em um automóvel), como a medida da rapidez da variação da velocidade com o tempo. Assim, dizemos que um carro tem “boa aceleração” se é capaz de acelerar de 0 a 100km/h em menos de 10 segundos. No estudo do movimento utilizamos o conceito de aceleração média. Considerando o que você aprendeu nas aulas de física, nos diga o que você sabe sobre **aceleração média**.



Figura: Ilustração de um veículo acelerado. Fonte: <https://goo.gl/YlowRr>

6. A aceleração pode ser variável durante o movimento, e considerações análogas a questão 3 leva-nos ao conceito de aceleração escalar instantânea. Considerando o que você aprendeu nas aulas de física, nos diga o que você sabe sobre **aceleração escalar instantânea**.

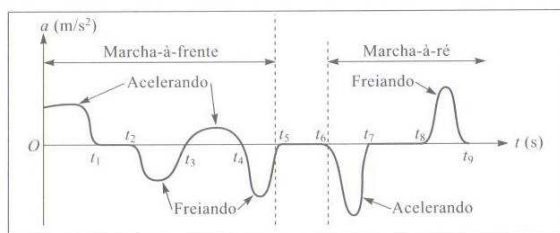


Figura: Aceleração em função do tempo. Fonte: Moysés 2002.

Apêndice P – Transcrição das Entrevistas – Professor A e B

- Professor A
 - No processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de cinemática, que dificuldades podem ser evidenciadas nesse processo?

Algumas das dificuldades, na verdade são várias as dificuldades, que o aluno trás consigo ele cresce e tem várias etapas, no ensino também, no ensino você não pode ler sem antes conhecer as letras, depois uni-las para que forme as palavras e conseqüentemente surgiu a dinâmica da leitura, com tudo o que acontece, como esse procedimento na esfera mais elementar que seria o ensino fundamental, é mal encaminhado, mal trabalhado, eu diria assim, falta mais entusiasmo dos professores, isso está ligado a questões financeira, o professor recebe mal, a questão de excesso de carga horaria, por que o lado você pega o ensino fundamental ele é trabalhado em nível municipal e estadual que que acontece geralmente esses professores tem uma carga muito elevada, o cara é contratado pra dar 20hrs, ele dá 20 horas, por outro lado o que acontece, há vários fatores que vão somando por exemplo a questão da matemática, como é mal trabalhada lá no ensino fundamenta, quando ele chega aqui ele não tem base matemática, não sabe fazer as operações básicas, não sabe identificar uma figura geométrica, não sabe identificar um tipo de função não sabe elaborar um gráfico, quer dizer são fatores que ele deveria ter pelo menos uma introdução lá atrás, não diria nem a física em si, porque o pessoal lá vê a "física" não vê a Física. e nem precisa vê, se essa parte fosse bem elaborada bem trabalhada bem executada junto aos alunos, realmente o sucesso a nível do primeiro ano do segundo ano do ensino médio, seria mais relevante o aluno não teria tanta dificuldade, então são fatores que dificultam por exemplo o entendimento, dois fatores são primordiais, primeiro o entendimento, a leitura pra você compreender o que o problema está solicitando, o que que o fenômeno está lhe explicitando.

Então essa dinâmica da leitura e do entendimento é muito relevantes, ontem eu estava falando pra eles, se eu não conheço uma palavra, no meu vocabulário, eu não posso, eu leio lá uma palavra diferente, se eu não sei, eu vou buscar um entendimento pra encaminhar o fenômeno para a solução, começa por ai, e o segundo ponto relevante, é justamente a matemática, como não tem "lastima" matemática é difícil a gente ver as operações mais elementares, o aluno não sabe, aquele procedimento, vamos supor, o termo que está somando vai pro outro lado subtraindo, o que está multiplicando e passa pra lá dividindo, eles não conhecem essa dinâmica da matemática, que é uma coisa bem elementar, isso é que vem de encontro, as dificuldades do entendimento da cinemática, porque se você observar, na cinemática, as equações, são, depois que você entende o fenômeno, que você lê e entendeu você montou a equação, são equações simples, equações do 1º e 2º grau, que você tem que tender cada termo da expressão, o que significa aquilo, e eu procuro explicar bem isso aí pra ele, o problema é que essa falta de base dificulta a caminhada dele.

- Em sua opinião, estas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem destes conceitos estariam associadas a que fatores?

Basicamente isso, na verdade, os conceitos quando são bem elaborados, e bem também assim correlacionados contextualizado no dia a dia, porque o cara diz assim "pra que serve a cinemática?" mas eu vou mostrar pra ele a onde ela está posta, quando eu falo de uma corrida digamos assim de cem metros, eu vou percorrendo aquela "reta" ne ou seja ele pode sair daquela raia, porque diferente das outras corrida, que ele chega em determinado ponto que ele avança a raia, mas o cem metro é cada um na sua raia, movimento retilíneo, não é uniforme porque ele acelera, mas é como se tivesse correndo naquela trajetória com velocidade constante, então o que a gente procura eu correlaciono sempre cada fenômeno, cada grandeza, cada identidade do fenômeno físico com o dia a dia do aluno, eu faço com que ele entenda essa parte.

- Sobre a idade

Outro fator, é a idade, é um fator relevante para que a gente possa analisar, não subestimar a capacidade desse aluno, que tem aluno que absorve coisa muito cedo, mas o problema como tá sendo trabalhado lá na base, que as vezes o professor mandando pra frente, por mais que eu sei que tem aluno que é bom, que chega aqui e tem um grau de entendimento razoável, mas em geral mais de 80% não tem, porque eles vão sendo empurrados a frente e na verdade o que acontece, não trás consigo aquilo que deveria trazer.

- Em sua prática educativa, que tipo de atividades e recursos você utiliza para contextualizar exemplos concretos dos conceitos físicos da cinemática?

Eu sempre correlacionei e por exemplo quando eu estou trabalhando, eu mostro, eu lanço, se eu tiver um pedaço de papel, lanço pra cima, atiro obliquamente, horizontalmente, eu faço de tudo para que eles enxerguem, então eu pego no caso "eu corro" eu mostro, eu recorro entre as cadeiras pra mostrar o tipo de trajetória, então tudo isso o aluno vê que não é coisa extraordinária, mas é o dia a dia dele, é a caminhada diária dele, por que eu digo pra ele, física é nossa caminha diária, tudo que você faz, você aplica a física, tudo tudo tudo, não tenha nada que, até a leitura mesmo você aplica a física, então você mostra porque cada físico, mostra que realmente você começa a entender sua vida diária se você compreender os fenômenos físicos, então dentro da cinemática é estritamente movimento, eu cito corrida de carro, eu cito uma pessoa caminhando, e mostro o avião, trajetória, referencial porque as vezes não tem essa dimensão, ele não consegue visualizar, uma coisa que é fundamental, é questão do referencial, se você não tem um referencial pra você verificar se o carro está em movimento ou em repouso, ou que tipo de movimento, qual a variação, qual o espaço ... mas esse ponto de mostrar cada grandeza física, cada elemento que pra ele absorver o entendimento do fenômeno, eu tenho trabalho muito nisso ai, eu inclusive tô fazendo uma aula de metodologia do ensino de física com pessoal do superior ali...eu tô trabalhando nisso, porque quem vai dar aula é você e coloco lá, e vejo que muito deles, parece que absorve aquele espírito de professor universitário... tudo aquilo que eu coloco lá, é porque está vendo lá ... você vai dar aula sobre

esses tópicos aqui... está aquele negócio... como se ele tivesse dando aula lá pra faculdade, mesmo que tu seja um aluno já de graduação, as vezes os alunos chega aqui e não entende nada, ele chega, é o aluno que passou por processo de supletivo, sem ter o conhecimento substancial para o entendimento dele, então você tem que trabalhar se por ventura tiver no meio já gente bem madura do entendimento, tudo bem, senão você tem que entender, que vai ter pelo menos um que tem esse entendimento, mas você tem que busca, contextualizar, correlacionar, e olha isso aplica aqui, isso aplica ali, se você já viu um carro andando, uma pessoa caminhando, você já viu o deslocamento do avião, como é que o avião aqui na terra se apresenta um corpo, "devido referencial (10m 55s)" você vê lá "pequenininho" pois é você tem que, e se eu colocar uma formiga aqui, se eu colocar um carro, que pra ele ver, porque as vezes as pessoas não tem nem domínio de dimensão, de grandeza, do espaço, porque tem gente que diz, isso aqui é uma sala de 2x3, ele pensa que é uma coisa enorme, vai depender do que você vai utilizar, tá entendendo, então essa relevância de você entender o espaço que você vive, de tudo que se movimento em seu entorno, de conceitos de fenômenos físicos, é preciso que ele tenha essa dimensão, mas aí é difícil para o aluno que ele não tem essa maturidade...

- Sobre a quantidade de tempo...

Não é, porque se você analisar, a questão do tempo, em função do que você precisa trabalhar, que é relevante para aquele nível, porque aqui, eu tenho colegas que não fechou o livro, eu fechei, tem gente que não fechou terminou lá no decimo capítulo, eu fui até o final, mas pra eu atingir isso eu fiz um trabalho além das minha "esfera" eu sempre fiz isso, dou uma aula extra, dou uma aula de reforço, caminho com vontade, porque não é fácil não, esse trabalho de sala de aula é complicado, complicado nesse sentido, porque você fica no meio de várias situações, é questão da organização da escola, é questão da deficiência do aluno, é questão do conteúdo do livro que o professor tem que trabalhar, daquilo que é relevante que ele deve aprender, "por que você está reprovando o aluno" (13m 18s), não sou eu, é a questão da indisciplina do aluno que tá na sala de aula, você tem que ter o domínio de , eu não boto pra fora de sala de aula, eu resgato, coloco ele aqui, trabalho ele pra que ele tenha consciência, não prendo ele, tem professor que diz assim "depois que eu entro aqui ninguém mais entra, depois que tu tô na sala de aula ninguém mais sai" porque somos seres humanos, e temos necessidades, mas é preciso que você tenha muita clareza, porque se você não tiver essa habilidade de conduzir as coisas, você é engolido, porque são jovens, daí o que acontece, eles aprontam com você, mas o processo de ensino aprendizagem, eu tô aqui a 32 anos como professor de física, e eu fico muito feliz de ver que ainda a gente pode semear alguma coisa no coração na cabeça desses alunos, porque não é fácil não, eu vejo aqui como meu filho veio estudar aqui também, eu não deixei ele estudar na mão de outro professor, você vai estudar comigo, "é" é antiético? Não, meu filho, aí ele tinha duas cobranças, em dois momentos, aí eu conduzi até onde eu pude conduzir, conduzi, hoje ele tá lá na faculdade não preciso nem mandar ele estudar, eu preciso mandar ele parar de estudar, é porque ele via meu ritmo

e hoje eu sento aqui ele senta lá... ele faz engenharia naval, e ele tá lá, foi até o Rio de Janeiro fazer um trabalho...

Agora o ensino de física, requer muita dedicação, eu até falei para os alunos da graduação, que eu dei 4 itens pra ele, esses itens aqui são essenciais para você ensinar física, comprometimento, se não tiver compromisso você não vai fazer nada, nada, segundo, responsabilidade, se você tiver, você também não vai aprender nada, o outro respeito, que é justamente aquele dialogo que você tem com o aluno, direto, respeitar o aluno, nunca um aluno me dirigiu uma palavra grossa, nunca levantou braço, nem dedo, eu já tive colegas aqui que o aluno foi pra cima, e outra ter humildade de conduzir as coisas, ter equilíbrio de mostrar par os alunos que ... não adianta.

- Professor B
 - No processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de cinemática, que dificuldades podem ser evidenciadas nesse processo?

Bom respondendo a primeira pergunta, a primeira dificuldade que eu vejo para o ensino da cinemática ou de cinemática, é o conceito de referencial, os alunos não sabem por exemplo se você der uma estrada, não sabem delimitar origem, um marco zero do movimento, então a primeira coisa para se ter um movimento é preciso ter uma origem, tem que ter, a trajetória tem que ter um sentido, e essa noção de trajetória, de espaço, de referencial, é a primeira dificuldade que eu encontro no processo, a primeira dificuldade, e aí a segunda dificuldade vem na noção mesmo, na noção do que é um espaço e do que é um tempo que já vem depois do conceito de referencial, a associação de uma distância do espaço percorrido, o tempo necessário para pra fazer aquela atividade, como você pode alterar o tempo nesse percurso, e de que maneira a aceleração atua no processo, então esse... o primeiro alicerce, o primeiro alicerce seria esse, o segundo vem das unidades medidas associadas a cinemática, em que o aluno não consegue associar ainda, por exemplo, os códigos e linguagens da física, então por exemplo, ele logo esquece que ΔS , ou s é uma grandeza que tá representando uma grandeza de espaço, e T representa grandeza tempo, o V a velocidade e A aceleração, e automaticamente ele não consegue associar esse espaço a unidade de medida daquela dimensão, então por exemplo, é muito comum o aluno coloca o espaço percorrido por um objeto em km/h ou em hora, então ele não consegue ainda associar a unidade de medida com a aquela grandeza, esse é o primeiro alicerce...

Agora, o clássico, a dificuldade clássica, que aparece, aquela famosa, argumento de professores que os alunos não sabem a matemática, isso também é quase que um clichê nessa parte de cinemática, que os alunos de fato não conhecem função de primeiro grau, de segundo grau, tem dificuldade em fazer uma conversão de unidade, coisa que lá no ensino fundamental se aprende no quinto ou sexto ano, chega no primeiro ano do ensino médio eles não lembram mais como se transforma do quilometro pra metro, querem fazer aquelas tabelinhas lá do ensino básico que vai do quilometro até o milímetro passando, hectômetro, decâmetro, ele não consegue logo associar direto, 1

quilometro tem mil metros e assim fazer, trabalhar com as ordens de grandezas das medidas, então é.. respondendo, eu fecharia essa primeira pergunta assim.

- Em sua opinião, estas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem destes conceitos estariam associadas a que fatores?

Bom, a, na maioria das vezes eu tenho observado que o professor do ensino fundamental, por ser um professor... o professor de física no ensino fundamental, são professores de ciências, e as vezes eles tenta relativizar o ensino da nona serie temas matemáticos, e exatamente aí eu vejo uma primeira lacuna, o aluno passa pelo ensino fundamental, não estudando os conceitos, ele passa praticamente sendo vista apenas a parte matemática da física, é muito comum, eu sou professor aqui do instituto a 22 anos, é muito comum pegar os alunos egressos da nona serie, com dificuldades em física exatamente porque no ensino fundamental, foi focada somente essa parte matemática e foi deixado de lado a parte conceitual, então eu vejo esse principal fator, como colega professor, já que o IFAM zona leste, é uma escola que durante, ela recebe, antes mesmo da mudança dos institutos... (não dá para compreender) nós recebíamos muitos aluno do interior do estado do amazonas, muitos alunos do interior, e muito comum os alunos falarem, professor não tive aula de física no interior, se tive, o professor não era da área, então eu observo, responsabilizo o fato principal a formação do professor do ensino fundamental em física...

“sala de aula esta prepara para pratica em física... começou a falar da formação... entrevistador interfere”

A realidade do campus zona leste, é uma realidade que tem como aplicar aqui esses conceitos de cinemática, nós temos aqui uma pista de atletismo que dá pra fazer um experimento de velocidade, temos máquinas agrícolas que dá pra fazer também a questão do deslocamento, mas eu vou falar também como uma experiência própria que eu tô tendo como orientador de estágio de professor em licenciatura em física no... ensino fundamental, eles relatam, que nas escolas municipais não há um espaço laboratorial para ensino de ciências, tem o laboratório de informática, tem a biblioteca, mas em nenhum dos meus alunos, agora dos meus orientandos de estágio eles relataram ter possibilidade de realizar uma pratica associado a isso aí.

- Em sua prática educativa, que tipo de atividades e recursos você utiliza para contextualizar exemplos concretos dos conceitos físicos da cinemática?

Eu posso, eu vou dividir minha pratica de ensino em dois momentos, uma antes, uma pratica anterior ao mestrado profissional em ensino de física (pausa para falar sobre orientador do mestrado)...

Então vou dividir minha fase profissional, antes, como é que era antes, antes, era mostrando um vídeo, uma animação, né ainda na época do retroprojeter, mostrava uma imagem, não temos, ainda não temos um laboratório de física

aqui, no campus, então meus recursos utilizados pela cinemática, naquela época era mais visuais, né, as vezes, aconteceu em alguns momentos, de eu me reunir com a professora de educação física e fazer umas praticas na, no ambiente do campus, aconteceu, mas, eu posso dizer que eu não usei... após o mestrado, os recursos mudaram, drasticamente, durante o mestrado, hoje por exemplo, os alunos já fazem animações, eles, eu levo eles pro laboratório de informática, usam simuladores de cinemática, utilizo recursos de vídeo, em que eu insiro perguntas nos vídeos, com uma ferramenta chamada (nesse momento ele fala o nome da ferramenta “edifuze”?) que foi até utilizado na minha dissertação de mestrado, onde o aluno ele assiste o vídeo, e no próprio vídeo, o vídeo interrompe, insere perguntas, o aluno vai respondendo, avalia o aluno, então hoje, as atividades, de cinemática, para substituir a parte do laboratório físico, utilizamos hoje, os laboratórios virtuais, que tem vários repositórios de informática, de cinemática, hoje existem vários.