UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SALINÓPOLIS
FACULDADE DE FÍSICA

JOELMA PINHEIRO DE JESUS RIBEIRO

UM PRODUTO EDUCACIONAL PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO USANDO A PLATAFORMA ARDUÍNO

SALINÓPOLIS – PA
2022

JOELMA PINHEIRO DE JESUS RIBEIRO

UM PRODUTO EDUCACIONAL PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO USANDO A PLATAFORMA ARDUÍNO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para 0btenção do grau de Licenciada em Física, Faculdade de Física, campus Salinópolis, Universidade Federal do Pará.

Orientadora: Profa. Dra. Angela Costa Santa Brígida

SALINÓPOLIS – PA

2022

JOELMA PINHEIRO DE JESUS RIBEIRO

UM PRODUTO EDUCACIONAL PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO USANDO A PLATAFORMA ARDUINO

Trabalho de Conclusão de Curso orientado pela Prof.ª Angela Costa Santa Brígida, apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Física da universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção de grau de Licenciatura em Física.

APROVADA EM: 26 de setembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Angela Costa Santa Brígida

Profa. Dra. Angela Costa Santa Brígida

Orientadora - UFPA

Cledson Santana lopes Gonçalves

Prof. Dr. Cledson Santana lopes Gonçalves

Examinadora Interno – UFPA

Rafael Lima de Moraes

Técnico em Física Rafael Lima de Moraes

Examinador Interno - UFPA

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
***CAMPUS* UNIVERSITÁRIO DE SALINÓPOLIS**
FACULDADE DE FÍSICA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao vigésimo sexto dia do mês de setembro de dois mil e vinte e dois, às nove horas, realizou-se, via plataforma *Google Meet*, a sessão de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso da aluna **Joelma Pinheiro de Jesus Ribeiro,** intitulado "UM PRODUTO EDUCACIONAL PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO USANDO A PLATAFORMA ARDUINO". Após a apresentação do referido trabalho, a Banca Examinadora composta pelos membros: Profa. Dra. Angela Costa Santa Brígida - CANAN/UFPA; Prof. Dr. Cledson Santana Lopes Gonçalves CAMPUSSAL/UFPA e o Técnico em Física Rafael Lima De Moraes – UFPA sob a presidência da primeira, aprovou com conceito **BOM** o Exame de Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso da aluna.

Profa. Dra. Angela Costa Santa Brígida
Orientadora - UFPA

Prof. Dr. Cledson Santana Lopes Gonçalves
Examinadora Interno – UFPA

Técnico em Física Rafael Lima de Moraes
Examinador Interno - UFPA

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente ao meu criador: DEUS, que sem Ele seria impossível realizar esse sonho.

Ao meu esposo Eliezio Ribeiro, aos meus filhos e minha mãe Ieda (in memória) por todo incentivo e ajuda para que isso se tornasse possível.

AGRADECIMENTOS

Com a minha alma engrandeço a Deus por ter me dado força para realizar esse sonho. Ele foi e tem sido meu guia nessa linda jornada.

Ao meu esposo todo meu amor e respeito Eliezio Ribeiro, Grata pela compreensão, pelo incentivo e pelo amor que sempre me dedicou, obrigada por sonhar comigo e por cada renúncia para me ver viver esse tão almejado sonho.

Aos meus filhos Helian de Jesus e Eva Ribeiro, que sempre me inspiraram com seu amor incondicional.

À minha professora orientadora, Dra Angela Costa Santa Brígida, por ter me aceitado a conduzir este trabalho, mesmo sabendo das minhas limitações. Agradeço por todo conhecimento compartilhado e por sua mão amiga.

Ao meu coorientador Técnico Rafael Moraes, pelas inúmeras mensagens respondidas e por toda ajuda, principalmente pelas palavras motivadoras, meus singelos agradecimentos.

A técnica de Laboratório Vamilis, obrigada por sua ajuda, ideias e materiais (componentes) compartilhados.

Ao meu amigo Elton Barros pelos consertos e reparos que dava ao meu notebook, sempre se colocou a disposição pra qualquer eventualidade.

As minhas amigas de turma Larissa do Rosário, Marcela Brasil e Mariane Barros muito obrigada por toda parceria, vocês foram essenciais nessa caminhada.

À minha turma, meus sinceros agradecimentos. Com vocês aprendi tantas coisas, das quais guardarei para sempre, pois fizeram parte de minha história.

Aos amigos e familiares (especialmente a minha Eduarda Fonseca) que sempre me ajudaram e me compreenderam nos períodos mais difíceis desta caminhada.

E por fim, agradeço a cada ser que contribuiu para minha formação. Obrigada!

"O Senhor Deus, faz forte ao cansado e multiplica as forças dos que não tem nenhum vigor. De maneira que, os que esperam nele renovam as suas forças, sobem com asas como águias, correm e não se cansam, caminham e não se fatigam." Isaias 40:31

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Análise experimental do MRUV sobre um plano inclinado com o uso do Arduino Pro Micro foi uma continuidade de um projeto desenvolvido no Programa Navega Saberes/Infocentro realizado na UFPA campus Salinópolis, cujo objetivo era analisar e caracterizar o movimento uniformemente variado e seus conceitos por meio de forças que atuam sobre uma rampa inclinada, ele foi aplicado na Escola Estadual do Ensino Médio Francisco da Silva Nunes com 15 alunos. O aparato experimental foi composto por sensores (LED+LDR) em uma rampa disposto em uma configuração. Na qual detectava a presença ou não de um carrinho em movimento de descida, sendo que estes sensores eram conectados a uma placa de Arduíno pra aquisição de dados. Para que este trabalho fosse aplicado na escola foi elaborado uma sequência didática dividida em 3 etapas, sendo a primeira, um roteiro experimental para explorar as potencialidades do experimento, a segunda parte consistia em explicar o assunto aos alunos e pôr fim a aplicação dele em sala. Essa sequência didática foi fundamentada na Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel associada a tecnologias de informação e comunicação (TIC). Como resultado os alunos tiveram algumas dificuldades no entendimento teórico visto que esse assunto foi dado durante o período de pico da pandemia do COVID-19, em se tratando parte experimental os alunos conseguiram construir os gráficos que regem o MRUV e compreendê-lo fisicamente. Dessa forma, foi possível constatar que o experimento facilitou no entendimento do assunto pois associou a teoria com a prática mostrando ser um recurso importante no processo de ensino-aprendizagem visto que se trata de um complemento das aulas teóricas trazendo assim, mais motivação aos alunos.

Palavras-Chave: Arduíno; TIC; Ensino da Física.

ABSTRACT

This Course Completion Work entitled Experimental analysis of the MRUV on an inclined plane using the Arduino Pro Micro was the continuation of a project developed in the Navega Saberes/Infocentro Program carried out at the UFPA campus Salinópolis whose objective was to analyze and characterize the uniformly varied movement and its concepts through forces acting on an inclined ramp, it was applied at the Francisco da Silva Nunes State High School with 15 students.The experimental apparatus consisted of sensors(LED+LDR) on a ramp arranged in a configuration. In which it detected the presence or not of a cart moving downhill, and these sensors were connected to an Arduino board for data acquisition. In order for this work to be applied at school, a didactic sequence divided into 3 stages was prepared, the first being an experimental script to explore the potential of the experiment, the second part consisted of explaining the subject to the students and putting an end to its application in the classroom. This didactic sequence was based on David Ausubel's Theory of Meaningful Learning associated with information and communication technologies (ICT). As a result, students had some difficulties in theoretical understanding since this subject was given during the peak period of the COVID-19 pandemic, in the experimental part, students were able to build the graphics that govern the MRUV and understand it physically. In this way, it was possible to verify that the experiment facilitated the understanding of the subject because it associated theory with practice, showing to be an important resource in the teaching-learning process since it is a complement to theoretical classes, thus bringing more motivation to students.

Keywords: Arduíno; TIC; Physics Teaching.

SUMÁRIO

RESUMO..... 7

ABSTRACT..... 8

INTRODUÇÃO..... 12

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... 14

1.1 TIC'S no ensino..... 14

1.2 Aprendizagem significativa..... 18

1.3 Experimentos com Arduíno nas aulas de cinemática..... 20

1.3.1 Atividades experimentais com Arduíno abordando a cinemática, termometria e eletrodinâmica..... 20

1.3.2 Uma sequência didática para abordagem de conceitos de cinemática através de dois carrinhos impressos em 3d e uso do Arduíno..... 21

CAPÍTULO 2: CONCEITOS FUNDAMENTAIS..... 23

2.1 Leis de newton..... 23

2.2 Plano Inclinado..... 27

2.3 Arduíno..... 32

2.3.1 Software para Arduíno..... 32

2.2.2 Arduíno Pro Micro..... 34

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA..... 36

3.1 Descrição dos materiais utilizado..... 36

3.2 Sequência didática..... 38

CAPÍTULO 4: ANÁLISE DOS RESULTADOS..... 40

4.1 Resultados do roteiro experimental..... 40

4.2 Resultados da aplicação na escola..... 43

CONCLUSÃO..... 51

REFERÊNCIAS..... 53

APÊNDICE A- PROGRAMA DO ARDUÍNO..... 56

APÊNDICE B- ROTEIRO EXPERIMENTAL..... 58

APÊNDICE C- PLANO DE AULA TEÓRICA..... 63

APÊNDICE D- PLANO DE AULA EXPERIMENTAL..... 66

APENDICE E- TABELAS..... 69

INTRODUÇÃO

Se fizermos uma analogia entre a sociedade da informação e o ambiente de ensino tradicional, de um lado vemos o rápido avanço tecnológico influenciando todas as áreas da sociedade, da vida profissional à vida particular, do outro, verificamos uma escola onde o professor apresenta aulas tradicionais, indicando que o aprendizado se limita a resolução de exercícios e memorização de fórmulas desmotivando cada vez mais os estudantes.

No que diz respeito a disciplina de física, ensinar essa ciência é um grande desafio, visto que há várias dificuldades de aprendizagem e a maioria dos estudantes se mostram desmotivados em aprendê-la, pois nesta é predominante aulas tradicionais.

Diante destas situações o educador necessita procurar por métodos inovadores, propostas diferentes, novas ferramentas e possíveis caminhos para que as aulas se tornem prazerosa, instigante e interativa, a fim de levar os alunos a relacionar a teoria desenvolvida em sala com a realidade a sua volta.

Fiolhais e Trindade (2003) apontam a necessidade de mudar o método habitual para superar o fracasso escolar das aulas tradicionais e uma das ferramentas para que isso ocorra é utilizando computadores e softwares, pois eles melhoram o processo de ensino-aprendizagem, já que é um excelente apoio pedagógico, uma vez que tais Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs estão cada vez mais aperfeiçoadas, rápidas e potentes, surgindo como uma oportunidade para o educador usar em suas aulas.

Ainda neste contexto, com o auxílio de computadores e softwares é possível realizar experiências que podem ser mensuradas de acordo com as instruções prévias do usuário, por exemplo: coletar temperaturas ao longo de um dia, valores de pressão, umidade, movimento, velocidade do vento, entre outros. Desta forma, este processo surge para facilitar e agregar mais informações ao trabalho do professor, pois a partir de diversos conjuntos de medidas, é possível que o estudante elabore relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados de acordo com as unidades curriculares de sua série escolar.

A exemplo temos a ferramenta livre chamada Arduino que pode ajudar os professores e acadêmicos a criarem seus projetos interativos, com a possibilidade das medições e aferições serem mais precisas e em tempo real, ou seja, torna-se uma aliada para a minimização da fragmentação dos conteúdos presentes nos currículos escolares, onde a postura e os discursos dos professores apresentam o reflexo da formação acadêmica.

Segundo Kalil (2013) a plataforma Arduíno tem apresentado um potencial didático importante e pode ser aplicado na educação em seus mais diversos níveis, auxiliando na

criação de diversos projetos que necessitem de tecnologia de hardware em algum aspecto.

Portanto, esse trabalho de conclusão de curso tem como objetivo desenvolver um experimento com uma sequência didática, para ensinar MRUV em um plano inclinado partindo das forças atuantes sobre ele. Para atingir esse objetivo, foi confeccionado um projeto de um plano inclinado com o Arduíno Pro Micro, onde foram utilizados sensores LDRs para captar a presença do móvel quando passa em sua frente e assim coletar os dados para serem utilizados nas análises no intuito de proporcionar um ambiente mais interativo e dinâmico desenvolvendo então uma aprendizagem significativa dos conteúdos segundo a concepção de Ausubel.

Nesta contribuição são discutidos no capítulo 1 os fundamentos teóricos sobre as TIC's no ensino, juntamente com os exemplos de aprendizagens significativas e alguns experimentos com Arduíno que já foram utilizados nas aulas de cinemática. O capítulo 2 é destinado aos conceitos fundamentais sobre as leis de Newton, o plano inclinado e o Arduino. A metodologia é detalhada no capítulo 3 onde é apresentado o experimento e sua aplicação, finalizando com os resultados no capítulo 4 e a conclusão. Nos apêndices é possível encontrar o roteiro experimental e os planos de aula.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos de TIC e como se deu sua evolução na educação. Mostra também um estudo sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por Ausubel e por fim alguns experimentos com Arduíno utilizados nas aulas de física, visando analisar as contribuições desse instrumento educacional para o ensino da Cinemática.

1.1 TIC's no ensino

Entende-se que a Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC, corresponde as formas que podem comunicar informações por meio das tecnologias. Podem ser entendidas também como um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam por meio das funções de hardware, software e telecomunicações, a automação e comunicação dos processos de negócios, da pesquisa científica e do processo ensino-aprendizagem.

Na segunda metade da década de 1970 houve a revolução da microeletrônica, o desenvolvimento e o aprimoramento das TIC's fizeram com que a linearidade das tecnologias de informações anteriores fosse substituída. Algumas tecnologias híbridas, como computadores, celulares, e os atuais televisores digitais, trouxeram para o cotidiano uma aproximação com um termo que passou a se tornar moda a interatividade. Isso fez com que uma série de trabalhos e estudos fosse desenvolvido com o intuito de mostrar a importância de tecnologias interativas para a sociedade (WALKER, 2009).

Desde o final do século passado, e ainda crescendo de forma vertiginosa, as tecnologias interativas ganharam cada vez mais espaço e conquistaram o público pelo fato principal de permitir ver, falar e ouvir pessoas distantes ou por proporcionar uma forma de conhecimento e entretenimento diferenciada, ao aliar, em um só dispositivo, a capacidade de assistir filmes, ouvir música, bater papo, escolher programas, fazer pesquisas escolares ou até mesmo jogar sozinho ou em rede (VERASZTO et al. 2008a, 2009b)

Nessa perspectiva, os conhecimentos e experiências coletada, bem como as informações obtidas, através de diferentes mídias precisam ser analisadas e valorizadas como parte peculiar do processo de construção do saber. Deste modo, a escola precisa dar atenção no que a sociedade está valorizando, assim será capaz de perceber que as TIC's possuem um potencial educativo e podem trazer novas direções para o processo de ensino-aprendizagem.

O ambiente educacional, não é diferente de outros ambientes, mas de um modo peculiar, a demanda está cada vez mais na perspectiva de experimentar novas formas de construir e difundir conhecimento. Segundo MORAN (2007) ajuda o educando a ter diferentes tipos de inteligência, habilidades e atitudes.

> Ajudar o educando a adotar atitudes positivas, para si mesmo e para os outros. Aqui reside o ponto crucial da educação: ajudar o educando a encontrar um eixo fundamental para a sua vida, a partir do qual possa interpretar o mundo (fenômenos de conhecimento), desenvolva habilidades específicas e tenha atitudes coerentes para a sua realização pessoal e social. (MORAN, 2007, p.1)

É desafiador e relevante a introdução das TIC's no espaço educacional, no entanto o conhecimento tecnológico é primordial, não apenas para interagir com os novos aparatos, que a cada dia ganham as estantes do comércio, mas principalmente para ser capaz de emitir juízos de valor acerca de algo que cada vez mais é parte intrínseca do nosso cotidiano. Este é o principal motivo para apontar que um sistema educacional não pode apenas priorizar conteúdos transmitidos de forma tradicional, mas que deve desenvolver novas metodologias que utilizem em seu proveito as ferramentas que os alunos e a sociedade já utilizam há algum tempo (CARDOSO, 2001).

No campo da educação, as ferramentas tecnológicas podem nos proporcionar uma maior interatividade social, permitindo-se assim serem criadas culturas, ou como destacam Valente e Almeida (2007, p. 128), "produzirmos humanidade", visto que hoje em dia se adquire conhecimento de maneira mais prática que antigamente.

Se houver um educador que faz uso da tecnologia em sua prática docente saindo daquele modelo tradicional do ensino, certamente poderemos alcançar um processo de democratização do saber, em que o acesso das informações oportunizado pela tecnologia forneça não só a transferência, mas também a construção de pensamentos críticos e informativos, unindo assim cultura e conhecimento.

Ressaltando que o uso da TIC's no ambiente escolar não substitui o professor e nem diminui a sua importância, se faz necessário o uso tecnológico para auxiliar em suas práticas pedagógicas. Segundo Moran (2011, p.125):

> As tecnologias de comunicação não substituem o professor, mas modificam algumas das suas funções. A tarefa de passar informações pode ser deixada aos bancos de dados, livros, vídeos, programas em CD. O professor se transforma agora no estimulador da curiosidade do aluno por querer conhecer, por pesquisar, por buscar a informação mais relevante. Num segundo momento, coordena o processo de apresentação dos resultados pelos alunos. Depois, questiona alguns dos dados apresentados, contextualiza os resultados, os adapta à realidade dos alunos, 40 questiona os dados apresentados. Transforma informação em conhecimento e conhecimento em saber, em vida, em sabedoria o conhecimento com ética.

De acordo com PINTO, I.M; BOTELHO, S.S, (2012):

> As tecnologias digitais estão presentes em uma transformação cultural abrangente, que ao mesmo tempo em que se faz com que os sujeitos se adaptem às novas ideias e experiências cotidianas, influenciam seu desempenho, proporcionando-lhes um novo meio para sua criatividade e expressão. (PINTO, I.M; BOTELHO, S.S, 2012, p.82)

Sabe-se que o avanço das tecnologias digitais fornece experiências que o ambiente escolar tradicional não permite normalmente, e assim as aulas são desmotivadoras sem

atrativo algum. Compete então os professores e as escolas se atentarem para este fato e buscarem, em conjunto, medidas que proporcionem um ensino mais atrativo e dinâmico onde tais recursos façam parte desse processo de aprendizagem do aluno.

A insegurança no uso da tecnologia muita das vezes causa um bloqueio em muitos professores e assim não faz uso em suas aulas, mas os alunos sempre estão conectados e domina a tecnologia, a maioria tem sempre um celular, então por que não usar essa ferramenta em uma atividade escolar. De acordo com MORAN (2013), os professores têm medo de utilizar a tecnologia a seu favor, para não expor as suas dificuldades.

> Os alunos estão prontos para a multimídia, os professores, em geral, não. Os professores sentem cada vez mais claro o descompasso no domínio das tecnologias e, em geral, tentam segurar o máximo que podem, fazendo pequenas concessões, sem mudar o essencial. Creio que muitos professores têm medo de revelar sua dificuldade diante do aluno. Por isso e pelo hábito mantêm uma estrutura repressiva, controladora, repetidora. Os professores percebem que precisam mudar, mas não sabem bem como fazê-lo e não estão preparados para experimentar com segurança. (MORAN, 2013, p.1).

A tecnologia não existe necessariamente para superar o desempenho do educador, mas sim para auxiliá-lo, usar essa ferramenta a seu favor é um meio para facilitar e melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

No ensino de ciências físicas e naturais o déficit precisa ser sanado com uma metodologia inovadora e eficaz, tendo assim um resultado positivo na compreensão e o no interesse por essa ciência. Dentro desse contexto, o uso da tecnologia no ensino da Física tratará bons resultados na aprendizagem do aluno.

Menezes (1980, p.94), enfatiza que,

> (...) no ensino convencional de Física, considerações históricas sobre descobertas etc., tem um papel meramente ilustrativo ou anedótico ao invés de ser parte efetiva do processo educacional. Aprende-se uma ciência que parece estar estruturada marginalmente ao contexto social e às condições socioeconômicas.

No entanto, na maioria das escolas públicas o ensino com uso de tecnologia não é visto como devia ser, seja por falta de estruturas físicas e de equipamentos ou por falta de formação dos professores desta disciplina. A prática experimental deve contribuir para que o ensino desta ciência proporcione um maior engajamento entre os indivíduos no processo de aprendizagem. Como afirma ALVES, E.M; MESSEDER, J.C; (2009):

> O trabalho experimental poderá contribuir para situações de aprendizagem significativa, sendo concebido como um processo investigativo, que envolve a pluralidade de métodos e explicações, onde à invenção, a criação, a incerteza e o erro podem desempenhar um papel primordial na compreensão dos problemas, assim como na definição e avaliação de estratégias possíveis para a sua resolução.

Para ALIPRANDINI, 2009,

> O ensino de física não deve se reduzir apenas às repetições conceituais e análises matemáticas. O que se pretende é que os estudantes saibam utilizar os conhecimentos científicos adquiridos que os auxiliem na tomada de decisões (ALIPRANDINI, 2009, p. 1372).

No Brasil, o ensino médio vem apresentando deficiências que repercutem de forma negativa tanto na opção dos alunos pelos cursos de engenharia, como no nível de preparo de boa parte dos ingressantes nesses cursos (SANTOS; SILVA, 2015, p.7). Segundo o autor, parte deste problema está relacionada com a deficiência na formação destes alunos no ensino médio, em disciplinas como física, matemática, química e informática. Além disso, encontram-se no Brasil muitas deficiências de infraestrutura na Educação Básica, principalmente na rede pública de ensino, que complica muito a execução deste tipo de atividade.

Trabalhar aula teórica e aula experimental numa mesma proposta pode ser uma forma de despertar o interesse do aluno pela ciência, evidenciando situações que antes não era possível apenas com o uso de conceitos e fórmulas. “Deste modo, a combinação entre um trabalho experimental e teórico em uma mesma proposta de aula pode ser uma estratégia a mais para motivar os alunos e despertá-los para a ciência ao revelar para eles como ela é trabalhada” (PLAUSKA, 2013, p.2). As atividades experimentais podem ser consideradas como um dos melhores métodos a serem utilizados nas aulas, pois relacionam à aprendizagem a vivência cotidiana do aluno, cooperando para o entendimento de conceitos e leis.

Neste sentido, Araújo e Adib (2003, p. 191) destacam dois aspectos que evidenciam a eficiência do uso de atividades experimentais, em aulas:

> a. Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem; b. Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência.

Sem dúvida, na educação, esses novos recursos tecnológicos apresentam propostas, que contribuíram no processo de ensino e aprendizagem que contribua para formação futura desses estudantes. Pois segundo MOTA, NETO, 2018.

> O cotidiano em sala de aula, em nosso país, nos mostra uma realidade muitas vezes dura de encarar, ao perceber o desinteresse e a falta de motivação dos alunos com as atividades, tradicionalmente impostas de forma sistematizada, sendo esse um dos principais fatores que contribuem para que haja um significativo prejuízo no ensino da disciplina de ciências no ensino fundamental e de Física no ensino Médio. (MOTA, NETO, 2018)

Entretanto, usar as TIC’s como estratégia eficiente pode ser instrumento valioso, se estiver relacionado a um objetivo educacional bem definido, proporcionando ao professor expor situações com mais clareza e mais agilidade, tornando a aula mais entendível e dinâmica. Segundo Lara e col., (2013), o aspecto mais citado por seus alunos após a aplicação de seu projeto intitulado “Ensino de Física mediado por Tecnologias de Informação e

Comunicação: Um Relato de Experiência" não foi o recurso didático em si, mas o ambiente de dúvidas e discussões que esses recursos proporcionaram, ou seja, o uso da TIC em sala de aula, se bem determinada, planejada e aplicada, pode proporcionar uma forma de aprendizagem eficaz mais próxima da realidade cotidiana do aluno que, hoje em dia, faz uso de diversos tipos de dispositivos eletrônicos conectados ou não a internet.

1.2 Aprendizagem significativa

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980):

> A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Uma relação não arbitrária e substantiva significa que as ideias são relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno, como por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição. (AUSUBEL e col., 1980, p. 34).

A aprendizagem significativa ocorre quando o aprendiz consegue atribuir significado ao que está sendo aprendido, porém estes significados têm sempre atributos pessoais. Assim, uma aprendizagem em que não exista uma atribuição de significados pessoais nem uma relação com o conhecimento prévio do aluno, não é considerada como sendo significativa e sim mecânica, que é aquela em que as "novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunçores específicos" (Moreira, 2009, pp. 9-10), ou seja, a nova informação armazena-se de forma arbitrária e literal.

É essencial explicar inicialmente que o processo de aprendizagem significativa requer por meio do aluno uma atuação mais participativa, pois esta metodologia irá incorporar novos conteúdos para este indivíduo, onde este relacionará com seu conhecimento pré-existente, de maneira oposta, esse novo conteúdo é assimilado isoladamente (PELIZZARI e col., 2002).

Para propiciar a aprendizagem significativa, Ausubel propõe que a programação do conteúdo a ser ensinado obedeça basicamente a dois princípios básicos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

> A diferenciação progressiva para Moreira (2009, p. 65) é "o princípio segundo o qual as ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade". Já a reconciliação integrativa é "o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes" (Ibid. p. 65).

Para que ocorra a aprendizagem significativa, de acordo com Novak (2000, p. 19), são necessários três requisitos fundamentais, que são:

i) Conhecimentos anteriores relevantes, ou seja, o estudante deve saber algumas informações que se relacionem com as novas, a serem apreendidas de forma

não trivial;

ii) Material [potencialmente] significativo, ou seja, os conhecimentos a serem apreendidos devem ser relevantes para outros conhecimentos e devem conter conceitos e proposições significativos;

iii) O formando deve escolher aprender significativamente, ou seja, o formando deve escolher, consciente e intencionalmente, relacionar os novos conhecimentos com outros que já conhece de forma não trivial.

O sucesso da aprendizagem significativa está alusivo diretamente com situações anteriores, ou seja, é necessário que existam subsunçores é preciso que existam subsunçores importantes na estrutura cognitiva do aprendiz para novos conhecimentos possam se associar a eles.

De acordo com o Ausubel, um material potencialmente significativo, é todo material que seja "passível de se relacionar com as ideias relevantes ancoradas [subsunçores] na estrutura cognitiva do aprendiz." (Ausubel, 2003, p. 57). Compreende que o material contendo estes aspectos, pode influenciar a habilidade para o saber do aluno, facilitando assim a aprendizagem significativa.

O aprendiz precisa manifestar vontade para aprender, sendo não só um mero receptor de conhecimentos, ele é um sujeito que decide querer aprender ou não. Ocorre que, "ninguém aprenderá significativamente se não quiser aprender. É preciso uma predisposição para aprender, uma intencionalidade" (Moreira, 2008, p. 16).

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por Ausubel, faz com que o aluno assuma uma postura ativa diante do conteúdo ensinado e promove luz sobre processos de ensino-aprendizagem que priorizam a cognição de uma forma articulada do uso de informação, num constante consórcio entre as estruturas cognitivas prévias do aprendiz e a que se quer modelar por meio da aquisição de novos conhecimentos. Trata-se de um aprender que, diferente da aprendizagem mecânica simples, ao fazer uso de conhecimentos prévios, acoplando-os com os novos, permitem aos seres humanos se posicionar no mundo de forma a atuar sobre ele de modo mais consciente e eficaz. Para isso, é necessário dispor de métodos de ensino, planejados para atender aos objetivos educacionais, que permitam que as novas informações interajam com as que já se encontram organizadas e disponíveis, na estrutura cognitiva do aprendiz, com significados. Dessa forma, a sistematização do processo de aprender é construída recursivamente compondo novas estruturas, cada vez mais complexas e aptas para decifrar e compreender sistemas com crescentes níveis de complexidade.

Segundo Moreira (2008),

> A aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA, 2008, p. 23).

1.3 Experimentos com Arduíno nas aulas de cinemática

Visando a importância do uso de aulas práticas na construção de conhecimento do aluno, neste sub tópico serão apresentados experimentos que foram usados em sala de aula com Arduíno para o ensino de Cinemática baseado na teoria de aprendizagem significativa (TAS).

1.3.1 Atividades experimentais com Arduíno abordando a cinemática, termometria e eletrodinâmica

O projeto de JÚNIOR et al. 2019, deu-se por utilizar a placa Arduíno na confecção dos kits experimentais (Figura 1) em busca de renovar o ensino da Física, especialmente o ensino da Cinemática. Torna-se inconcebível a ideia de se fazer ensino sem a inserção de ferramentas computacionais na análise científica ou em atividades experimentais de um modo geral, principalmente quando dessa prática, requer-se uma compreensão ampla sobre os fenômenos envolvidos nessa análise. Acredita-se que o desenvolvimento de atividades utilizando placas de prototipagem assim como o Arduíno quer por sua versatilidade, custo, dentre outros, aliadas às teorias de ensino, em especial, voltadas ao ensino de física, talvez seja a linha de pesquisa que tenha dispensado maiores esforços e investimentos nos últimos anos há diversas pesquisas na área disponíveis na literatura. Nesse artigo, apresenta-se os resultados quanto à implementação de atividades experimentais utilizando a placa como ferramenta auxiliar de ensino abordando conteúdos de Cinemática, Termometria e eletrodinâmica voltadas aos estudantes do ensino médio de uma escola da Rede Pública Estadual do município de Marabá - Pará.

Foi aplicado seguindo uma sequência didática. Após a realização das atividades foi possível verificar que 90% dos alunos no experimento apresentaram resultados significativos tanto para o MRU e o quanto para o movimento de Queda Livre dos corpos.

Figura 1- Bancada, plataforma de polietileno e utensílios utilizados para experimento.

Fonte: Artigo de JÚNIOR, José Gidauto dos Santos Lima et al

1.3.2 Uma sequência didática para abordagem de conceitos de cinemática através de dois carrinhos impressos em 3d e uso do Arduíno.

No projeto de Alexandre Amaral Cardoso de Araújo, 2020 foi desenvolvido um protótipo educacional, permitindo que o estudante possa observar e estudar o movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado de um corpo sob condições controladas (figura 5). Além disso, permite a obtenção de dados relativos aos testes realizados em tempo real, que, quando organizados da maneira orientada pelo mediador, podem ser trabalhados em formas de tabelas e gráficos, construindo o conceito teórico a partir da prática. Foi aplicado na turma de 1ª série do ensino médio na escola Extensivo Colégio e Curso, localizado na cidade Parnamirim. Apenas 6 alunos estavam presentes, em virtude da pandemia do COVID-19 a escola passou por processo de ensino híbrido.

A aplicação ocorreu durante três dias, seguindo uma sequência didática, onde ocorreu apresentação do projeto e do produto educacional, aplicação de pré-teste e pós-teste, aula expositiva, montagem e aplicação do objeto educacional. O objeto educacional se mostrou eficiente quando analisados os dados obtidos nos questionários e comparado aos resultados do pré-teste e do pós-teste. Os resultados mostraram que o aparato experimental pode ter contribuído na melhora da compreensão dos conceitos de cinemática nos conteúdos abordados.

Figura 5- Montagem do produto educacional

Fonte: Dissertação de Alexandre Amaral Cardoso de Araújo, 2020

Diante do exposto neste capítulo, fica evidente que aulas que envolvem atividades experimentais despertam nos alunos o interesse em saber, questionar e criar ideias para explicar o que está ocorrendo no experimento e, consequentemente, ele aprende os conceitos físicos envolvidos. Desta forma, cria-se um ambiente que não se reduz a memorização de equações e resolução de modelos teóricos, ou seja, não corresponde mais ao ensino tradicional, mas sim um modelo de ensino pautado no diálogo didático, fazendo uma mediação entre o conhecimento do aluno e conhecimento científico. Ainda nesta perspectiva de utilizar a experimentação com TICs, ficou explicito, nos trabalhos apresentados aqui, o protagonismo dos alunos tanto na realização e coleta dos dados quanto na verificação e discussão em grupo dos resultados obtidos, o professor deixa de ser a figura central do processo de ensino-aprendizagem e passa a ser um mediador. Portanto, devemos buscar mecanismos e práticas que melhorem nossas aulas de físicas tornado as mais atrativas e consequentemente uma melhor assimilação pelos estudantes.

CAPÍTULO 2 - CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A mecânica clássica desenvolvida de Isaac Newton procura descrever o movimento dos corpos a partir das interações entre eles e com o mundo externo. Aqui, descrever esse movimento significa determinar grandezas tais como posição, velocidade, aceleração, momento linear etc. Podemos dividir a mecânica em dois ramos principais que são a cinemática e a dinâmica.

Na cinemática, o objetivo é descrever como se demandam os movimentos, ou seja, estabelecer num dado momento referencial, as posições que os corpos ocupam ao logo do tempo e as relacionadas velocidades, independentemente das causas desses movimentos. Em outras palavras, a cinemática procura estabelecer as formas geométricas das trajetórias dos corpos no espaço, se são retas ou curvas, e os intervalos de tempo levados para percorrer todos os segmentos dessas trajetórias. Sabe-se que a cinemática tem dois movimentos unidimensionais, movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado.

Na dinâmica, é levado em consideração a causa dos movimentos. Na situação em que temos um conjunto de corpos interagindo uns com outros, a Dinâmica descreve as forças que atua sobre cada um deles, onde uma força resultante aplicada sobre um corpo fornece uma aceleração a ele e, assim, compreender o movimento equivalente no referencial considerado.

Neste capítulo, abordaremos justamente os conceitos e leis principais envolvidas na dinâmica.

2.1 – Leis de Newton

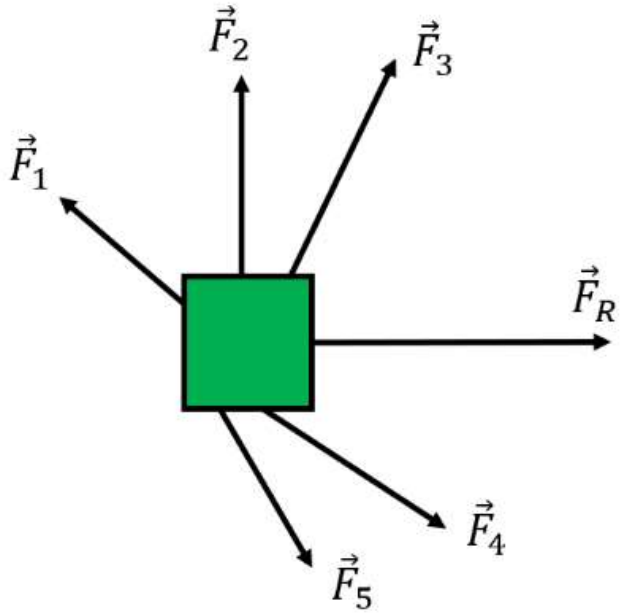
As leis de Newton, que foram enunciadas por Sir Isaac Newton no seu livro Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (Londres, 1687), formam um conjunto de leis que associam o movimento de um corpo com as forças exercidas sobre ele, e são suficientes para descrever completamente e de forma determinista a dinâmica de qualquer sistema clássico, conhecidas as forças que sobre ele atuam, e as posições e velocidades de cada partícula num instante de tempo t, mas antes de enunciar as leis de Newton vamos definir o conceito de Força.

Do nosso cotidiano sabemos que o conceito leigo de força é uma ideia primária, intuitiva. Por exemplo, é preciso “fazer força” para deformar uma mola, empurrar um carrinho etc. Do ponto de vista da Física, pode-se definir como força um agente capaz de alterar o estado de movimento de um corpo ou de produzir deformações em um corpo elástico. Em muitos casos, ocorre as duas situações ao mesmo tempo. Além disso, podemos

classificar, de forma geral, como de ação à distância e de contacto (que incluem também as forças de tração). Por exemplo, a força de atração gravitacional é uma força de ação à distância; as forças de atrito (com o ar e com o solo) e a força normal são exemplos de forças de contato.

Vamos supor que um bloco de massa qualquer esteja sob a ação de diversas forças, ou seja, esteja sujeito a mais de uma força ao mesmo tempo, conforme mostrado na figura 6. Como estas forças são grandezas vetoriais (têm módulo, direção e sentido), elas podem ser somadas vetorialmente e, desta forma, poderemos determinar a Força Resultante que atua no corpo.

Figura 6: Um corpo sujeito a um sistema de forças ao mesmo tempo



Fonte: Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, 1687.

Matematicamente, temos a soma vetorial definida como:

$$\vec{F}_R = \sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \cdots \quad (1)$$

Agora podemos então mostrar o enunciado de Newton, publicado no Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, da seguinte forma:

> "Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele''.

Em outras palavras, um corpo sujeito a uma força resultante nula mantém o seu estado de equilíbrio. Se ela estiver em repouso, permanece indefinidamente em repouso (Equilíbrio estático); se estiver em movimento retilíneo uniforme, mantém sua velocidade constante em módulo, direção e sentido (Equilíbrio dinâmico).

$$\vec{F}_R = \sum \vec{F} = \vec{0} \quad \Longrightarrow \quad \vec{v} = cte. \quad (2)$$

Da cinemática sabemos que a derivada da velocidade em relação ao tempo define o conceito de aceleração. Dado que a velocidade é constante, implica em aceleração nula. Logo

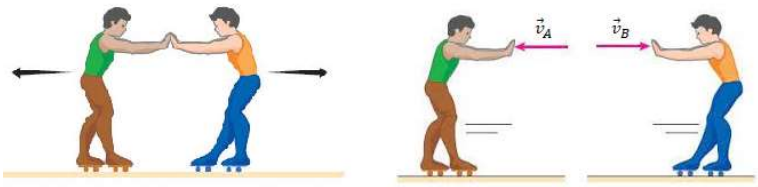
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{0} = \vec{v} = cte \quad (3)$$

De acordo a expressão 3 a velocidade nula é apenas um caso particular da velocidade constante. Ainda, do ponto de vista da dinâmica, ausência de forças e resultante de forças nula são equivalentes.

Ainda sobre a primeira lei de Newton, essa tendência de que os corpos possuem de permanecer em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, quando sujeito a forças cuja resultante é nula, é interpretado como uma propriedade que os corpos possuem denominada Inercia que está relacionada a massa. Também, deve-se enfatizar que a proposta da primeira Lei Newton é definir uma classe especial de sistemas de referências chamados Referências Inercias onde a segunda Lei de Newton, que será mostrada nos próximos parágrafos, é válida.

Inicialmente precisamos definir o conceito de quantidade de movimento. Para isso, vamos considerar a situação na qual dois patinadores partindo do repouso sem empurram, conforme Figura7. Quando os dois corpos interagem, como em um choque, por exemplo, é possível observar que eles possuem "algo" que é trocado durante o choque, e que se mantém antes e depois da colisão. Esse "algo" que se conserva é a grandeza vetorial chamada momento linear.

Figura 7: Patinadores inicialmente em repouso e após terem se empurrado.



Fonte: Resnick e Halliday, 2016.

O momento linear, que está associado a essa transferência de movimento, relaciona a massa do corpo com sua velocidade através de:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (4)$$

onde m é a massa do corpo dado em *Kg*, $\vec{v}$ é a velocidade dado em *m/s* e $\vec{p}$ é dado em *Kg.m/s*. todas essas unidades estão no sistema internacional de unidades.

Desta forma, a Segunda lei de Newton, conhecida como princípio fundamental da dinâmica, afirma que a força resultante que atua sobre um corpo é igual a variação da quantidade de movimento, isto é,

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt} \tag{5}$$

No caso de a massa do corpo permanecer constante podemos escrever,

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\frac{d^2\vec{r}(t)}{dt^2} \quad \Longrightarrow \quad \vec{F}_R = m\vec{a} \tag{6}$$

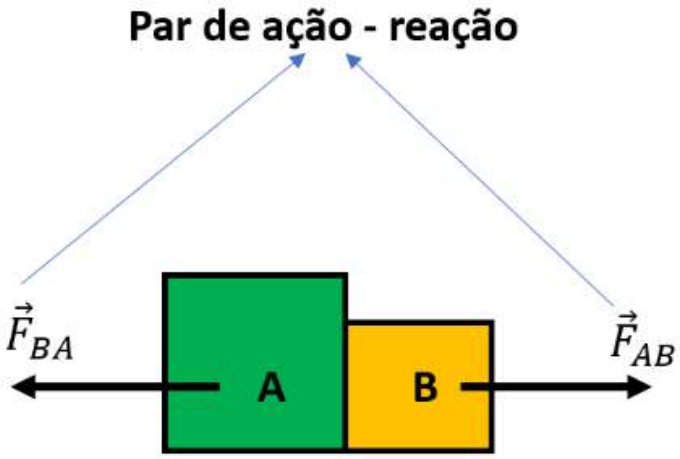
Logo, a força resultante produz mudanças na velocidade o que indica a existência de aceleração. Ainda, da equação acima, concluímos que a segunda lei de Newton resulta ser uma equação para determinar o vetor posição em qualquer instante de tempo (uma equação diferencial de segunda ordem no tempo). No sistema internacional de unidades força é dado em Newtons ($1N = (1kg)(1m/s^2) = 1kg.m/s^2$)

Da figura 7 é possível notar que as forças resultam da interação entre os dois patinadores. É de se esperar, portanto, que, se um primeiro corpo exerce uma força sobre outro (chamada de ação), este também experimenta uma força (chamada de reação), que resulta da interação com esse segundo corpo. Assim, Newton notou não só que isso sempre acontece, mas, indo mais além, especificou as principais características dessas duas forças resultantes da interação entre dois corpos. Essa questão foi tratada na sua terceira lei, cujo enunciado é:

> Quando um corpo A exerce uma força sobre um corpo B (uma "ação"), o corpo B exerce uma força sobre o corpo A (uma "reação"). Essas duas forças têm o mesmo módulo e a mesma direção, mas possuem sentidos opostos. Essas duas forças atuam em corpos diferentes.

Desse modo, Newton se deu conta de três características importantes das forças de interação entre dois objetos. Em primeiro lugar, uma força nunca aparece sozinha. Elas aparecem aos pares (uma delas é chamada ação e a outra, reação). Em segundo lugar, é importante observar que cada uma dessas duas forças atua em objetos distintos. Finalmente, essas forças (aos pares) diferem entre si pelo sentido: elas têm sentido oposto uma da outra, conforme Figura8.

Figura 8: Par de ação e reação atuando em corpos diferentes



Fonte: Resnick e Halliday, 2016.

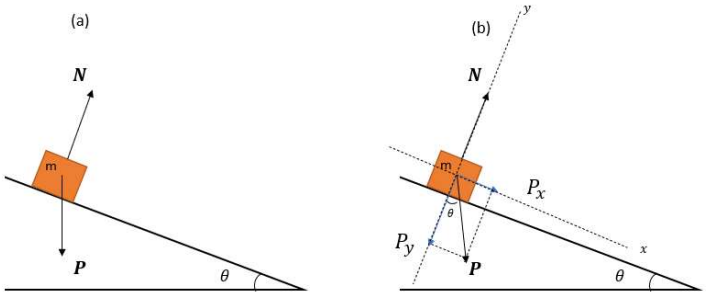
2.2 Plano inclinado

Um excelente exemplo para aplicação das leis de Newton é o plano inclinado, ele é uma técnica antiga para obtenção de vantagem mecânica, ou seja, para transportar objetos pesados para locais mais altos, como no caso de construções. Além disso, podemos encontrá-lo também em rampas, escadarias, facas, ou seja, tudo que gere um movimento inclinado.

Plano inclinado é a parte da Dinâmica newtoniana que estuda uma superfície que se encontra em um desnível, ou seja, o seu ponto de início está a uma altura diferente em relação ao seu ponto final o que implica possuir um certo ângulo em relação à superfície horizontal. Fisicamente ele é muito importante, pois para mover um corpo qualquer em sua superfície é necessária uma força de módulo bem menor do que se o corpo estivesse em um plano totalmente na horizontal.

A figura 9 (a) representa um bloco de massa m apoiado sobre um plano inclinado, que forma um ângulo θ com a horizontal. Aqui iremos considerar, inicialmente, a ausência de forças dissipativas (força de atrito), assim temos duas forças atuando que são a força peso **P**, vertical para baixo, e a reação normal de apoio **N**, perpendicular ao plano inclinado. Decompondo o peso **P** em duas componentes (Figura 9(b)), uma P_x, paralela ao plano, e outra P_y, perpendicular ao plano, sendo que a componente P_y anula a reação normal de apoio N e a componente P_x é a resultante que faz o corpo descer.

Figura 9: (a) Plano inclinado e as forças que atuam no bloco de massa M. (b) Decomposição da força peso em componentes em relação um sistema de coordenadas cartesiana.



Fonte: Fisica. Net.

A partir do triângulo retângulo da figura 9 (b) obtemos a intensidade das componentes P_x e P_y:

$$\text{sen}\theta = \frac{\text{P}_\text{x}}{\text{P}} \quad \Longrightarrow \quad \text{P}_\text{x} = \text{P}\text{sen}\theta$$
$$\text{cos}\theta = \frac{\text{P}_\text{y}}{\text{P}} \quad \Longrightarrow \quad \text{P}_\text{y} = \text{P}\text{cos}\theta \tag{7}$$

Pelo fato de as forças não possuírem a mesma direção e nem sentido, elas não se equilibram, sendo assim admitem uma resultante com aceleração diferente de zero e constante. Para determinar o valor da aceleração desse bloco no plano inclinado é necessário calcular o valor da força resultante exercida no bloco. Como não há movimento na direção y, temos que a força resultante é igual a componente da força peso na direção x. Então, de acordo 2ª Lei de Newton, obtemos:

$$F_R = P_x \quad \Longrightarrow \quad P.sen\theta = m.a \quad \Longrightarrow \quad m.g.sen\theta = m.a$$
$$\therefore \; a = g.sen\theta \tag{8}$$

Essa é a expressão que determina o módulo da aceleração adquirida por um objeto que desliza sem forças dissipativas em um plano inclinado de um ângulo θ em relação à horizontal. Observe que essa aceleração independe do valor da massa e é constante. Este resultado é fundamental para a conclusão do experimento estudado neste TCC. Como a aceleração do bloco é constante e atua na direção unidimensional do eixo x, deve-se concluir que ele se desloca com Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado. Assim, podemos utilizar as equações de movimento, para o caso de a aceleração ser constante, encontrada na cinemática (Resnick e Halliday, 2016) para adaptá-las aos nossos resultados. Assim, a equação que relaciona posição e tempo será dada por:

$$\text{x(t)} = \text{x}_0 + \text{v}_{\text{x}_0}\text{t} + \frac{1}{2}\text{g}\,\text{sen}\theta\text{t}^2 \tag{9}$$

onde $x(t)$ é a posição do carrinho para cada instante de tempo t, x_0 é a posição inicial, v_{x_0} é a velocidade inicial e $a_x = g.sen\theta$ é o módulo da aceleração constante. Considerando que a velocidade inicial do bloco sobre o trilho de ar seja nula ($v_{x_0} = 0$), temos:

$$\Delta x = x - x_0 = \frac{1}{2} g\, sen\theta t^2 \tag{10}$$

Deve-se observar que a Eq.9 tem a forma polinomial $y = kx^m, com\ y = \Delta x, k = \frac{1}{2}\ a_x = \frac{1}{2}\ g\ sen\ \theta, x = t\ e\ m = 2$. Assim, é possível comprovar que o movimento de deslocamento do carrinho num plano inclinado sem atrito é um movimento retilíneo uniformemente acelerado.

Na análise anterior foi considerado a inexistência de forças dissipativas, porém em situações reais sempre que a superfície de um corpo escorrega sobre a de outro, cada corpo exerce sobre o outro uma força paralela às superfícies, ou seja, existe a força de atrito sobre cada corpo e ela tem sentido oposto ao do movimento. Mesmo quando não há movimento relativo, podem existir forças de atrito entre as superfícies, sendo chamadas de "forças de atrito estático" (Resnick e Halliday, 2016). A força máxima de atrito estático será igual à força mínima necessária para começar o movimento. As forças que atuam entre superfícies em movimento relativo denominam-se de "forças de atrito cinético" (Resnick e Halliday, 2016).

A força de atrito estático, f_e, entre um par de superfícies é aproximadamente independente da área de contato e é proporcional à força normal (Resnick e Halliday, 2016), assim

$$f_e \leq \mu_e N \tag{11}$$

onde μ_e é o coeficiente de atrito estático e N o módulo da força normal. Aqui o sinal de igualdade só é válido quando f_e assume seu valor máximo. Do mesmo modo, a força de atrito cinético, f_c, obedece às mesmas leis do atrito estático e é razoavelmente independente da velocidade com a qual cada superfície se move em relação à outra [Resnick e Halliday, 1983], logo

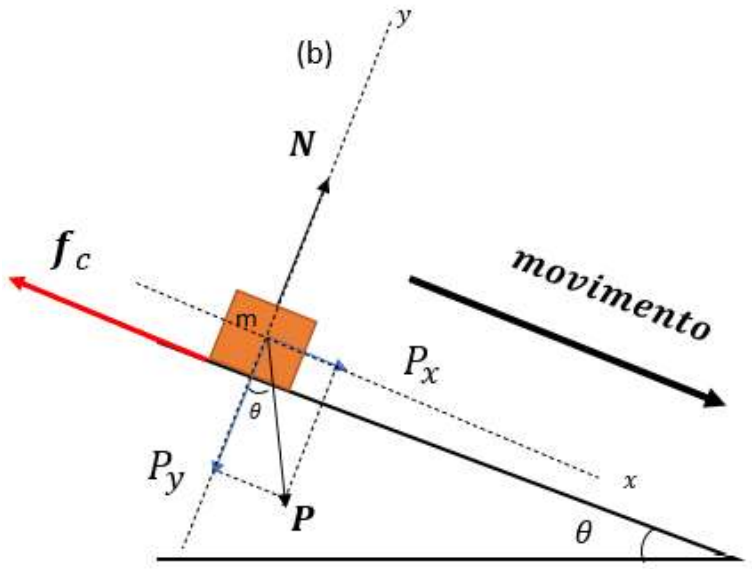
$$f_c = \mu_c N \tag{12}$$

onde μ_c é o coeficiente de atrito cinético. Em geral, para um dado par de superfícies, $\mu_e > \mu_c$ μe > μc. Além disso, os valores reais de μ_e e μ_c dependem da natureza das duas superfícies em contato, grau de polimento, umidade, contaminação etc.

Agora podemos analisar a situação na qual um bloco está em repouso um bloco em repouso sobre um plano inclinado que forma um ângulo θ com a horizontal. Aumentando-se a

inclinação, verifica-se que a para um dado valor de θ o bloco começa a escorregar. Na Figura 10 é mostrado as forças que atuam no bloco.

Figura 10: Bloco de massa M sob a ação da força de atrito, força peso e reação normal.



Fonte: Resnick e Halliday, 2016.

Analisando a força resultante durante o movimento, considerando os eixos coordenados, temos:

$$\sum F_x = P_x + (-f_c) = ma_x$$
$$\sum F_y = N + (-P_y) = 0 \quad (13)$$

Observe que na direção y não há movimento, logo a resultante deve ser igual a zero. Usando a definição de força de atrito cinético e as equações das componentes P_x e P_y, podemos escrever:

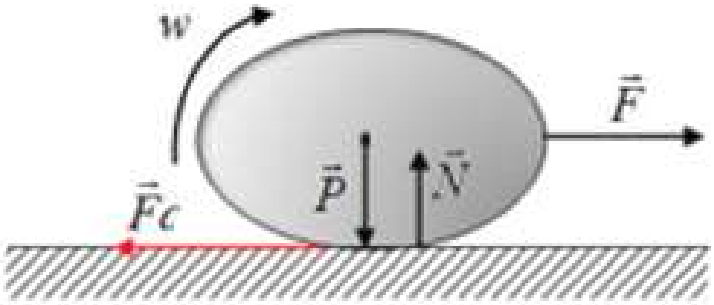
$$mg \operatorname{sen}\theta - \mu_c mg \cos\theta = ma_x \quad (14)$$
$$\therefore \quad a_x = g(\operatorname{sen}\theta - \mu_c \cos\theta)$$

Essa expressão representa a aceleração do bloco quando sujeito a força de atrito. Esse parâmento determinará o tipo de movimento, logo a média da aceleração é fundamental para que se obtenha o MUV. Assim como no carrinho sem atrito, aceleração não depende da massa. Isso porque todas as forças que atuam sobre o carrinho (peso, força normal e força de atrito cinético) são proporcionais a m.

Uma força de interação muito complexa, mas que não podemos deixar de considerar nesse estudo, uma vez que ela desempenha um papel predominante num grande número de fenômenos que estão ao nosso redor, é a chamada força de atrito de rolamento. Por

exemplo, um pneu de automóvel trafegando sobre uma pista horizontal de asfalto ou concreto. A Figura 11 mostra as forças que atuam sobre o corpo onde desprezaremos a resistência do ar. Devido ao achatamento do corpo, o ponto de aplicação de N será deslocado para frente por uma distância x em relação ao ponto em que N atua no caso do corpo indeformável; isso acontece porque a pressão na região de contato com o plano horizontal não é uniforme, aumentando no sentido do deslocamento do centro de massa do corpo que rola, F é uma força horizontal aplicada em uma altura $h = R$ na direção do movimento de translação e F_c é a força de atrito.

Figura 11- Forças que atuam sobre um corpo deformável.



Fonte: Revista Brasileira de Ensino de Física v. 35, n. 3, 3704 (2013)

As equações da dinâmica ficam:

$$F - F_c = ma_{cm} \tag{15}$$

$$F_c R - Nx = I\alpha \tag{16}$$

onde a_{cm} é a aceleração do centro de massa do corpo, I é o momento de inercia e α é a aceleração angular no movimento de rotação. Inicialmente vamos considerar que o corpo se desloca com velocidade do centro de massa constante. Para essa situação as Equações de movimento são:

$$F = F_c \tag{17}$$

$$F_{at} R = Nx \tag{18}$$

Da Eq. (14) podemos definir uma grandeza adimensional μr tal que

$$\mu r = \frac{x}{R} = \frac{F_c}{N} \tag{19}$$

onde μr é denominado coeficiente de atrito de rolamento ou coeficiente de resistência ao rolamento. Deve ser observado que se o corpo é rígido $x = 0$ e, desse modo, $\mu r = 0$. Isso explica por que no rolamento puro de um corpo rígido a força de atrito é nula. Valores característico de μr para pneus de carro sobre asfalto são da ordem de 0,01 enquanto o coeficiente de atrito estático (μ_e) é da ordem de 0, 9, ou seja, μr é cerca de 90 vezes menor que μ_e. Esses valores explicam por que é tão mais fácil deslocar um objeto que possui rodas

em comparação com o mesmo objeto sem rodas.

2.3 - Arduíno

O Arduíno é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto baseado em hardware e software práticas e fáceis de usar. Surgiu em 2005 por um grupo de pesquisadores, criado inicialmente para as instalações do Instituto de Design de Interação de Ivrea, e rapidamente ficou conhecido por ser um dispositivo barato e fácil de programar, sendo assim, acessível aos estudantes e projetistas amadores.

O Serial Arduíno (figura 12) foi à primeira placa composta por um microcontrolador Atmel e programada via Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), com linguagem baseada em C/C + +.

Figura 12- Serial Arduíno

Fonte: Filipeflop,2022

Desde sua primeira versão (Serial Arduíno), lançado em 2005, produziu um conjunto de placas demarcando um novo momento no universo da criação com dezenas de modelo e cada um com suas peculiaridades. A popularidade do Arduíno não para de crescer e cada vez mais as pessoas têm feito uso para criação de milhares de projetos e aplicações diferentes, do mais simples até aplicações intermediaria como Sistemas de Automação residencial ou industrial, Robôs, Alarmes e entre outros.

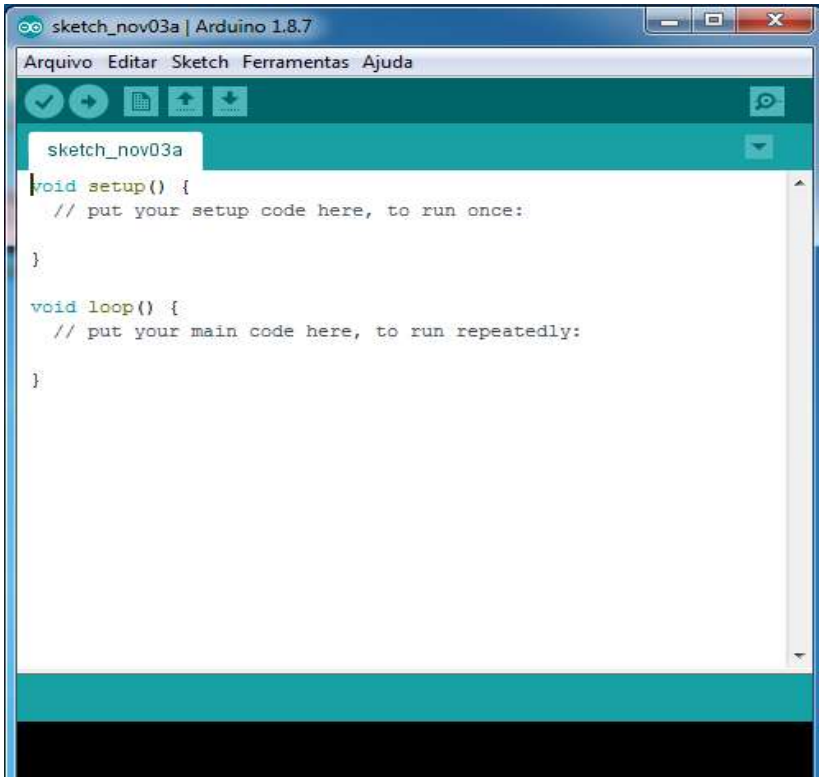
2.3.1 Software para Arduíno

O Software para programação do Arduíno é um IDE (ambiente de desenvolvimento integrado do Arduíno), que facilita o desenvolvimento e a gravação de código diretamente no microcontrolador, onde é possível realizar upload dos códigos para placa tanto em sistemas operacionais Windows, Linux e IOS, demonstrando a facilidade e versatilidade.

Atualmente existem dois métodos disponíveis para o Upload de códigos Arduíno, seja via Arduíno IDE, software instalado junto ao computador, quanto via navegador através de uma plataforma online recentemente criada pela empresa Arduíno.

Em outras palavras, o IDE é um espaço desenvolvido para que você tenha tudo o que precisa para programar sua placa baseada nessa plataforma, podendo escrever seus códigos de forma satisfatória, rápida e eficiente. (figura 13).

Figura 13- IDE do Arduíno



Fonte: Arduíno cc , 2022.

A IDE tem layout suficiente completo e de fácil navegação, é composta por um menu de funções básicas de qualquer programa (arquivo, editar, ferramentas etc.). Todas as opções são separadas conforme suas finalidades e possibilitam as mais diversificadas aplicações de maneira simples e direta. Além desse menu, a IDE do Arduíno conta com cinco botões com seus respectivos significados, seguindo da esquerda para direita.

O primeiro botão serve para compilar o código que foi escrito na IDE, responsável por checar o programa escrito na área, conferindo se há algum erro. O segundo botão serve para carregar o programa feito para a placa do Arduíno. O terceiro abre uma nova aba da IDE, ou seja, serve para iniciar um novo programa. O quarto botão serve para abrir códigos já feitos ou parte da biblioteca e o quinto serve para salvar o código escrito.

Para se usar as funcionalidades, mas básicas do Arduíno e precisa de, exatamente duas funções, tais funções são: são blocos de instruções que servem para retornar um valor, devendo elas serem declaradas, ou seja, devem ter um nome e um tipo, dessa forma temos as duas principais funções do programa do Arduíno, a *Setup()* e o *Loop*().

A *setup()* vai definir as configurações iniciais do programa, ela será executada apenas uma vez, já a função *loop ()* é uma função principal do programa, ela é repetida enquanto a placa estiver en execução. (2016).

Todo e qualquer código escrito no Arduíno, *sketch* como é chamado só vai funcionar se tiver essas duas funções, logo, sem elas nenhum *sketch* vai funcionar. Até agora foram demostradas apenas algumas funções básicas, contudo, há mais algumas funções de referência.

De forma geral, as funções da IDE são basicamente: permitir o desenvolvimento do software, de enviá-lo a placa para que possa ser executado e de interagir com a placa Arduíno.

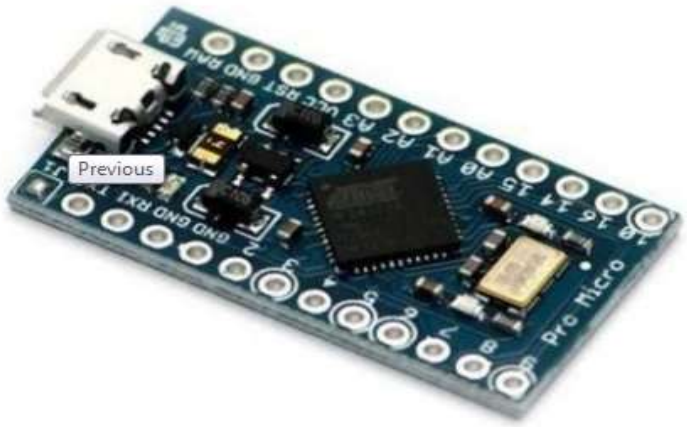
2.3.2 Arduíno Pro Micro

A versão utilizada neste trabalho é o Arduíno Pro Micro, uma versão introduzida por SparkFun. É uma pequena plataforma de prototipagem baseada no microcontrolador ATmega32u4, criado para pequenos projetos eletrônicos e de fácil instalação na proboards.

O Arduíno Pro Micro (figura 14) é uma das menores placas utilizadas na prototipagem e conta com as seguintes configurações de acordo com Eletrogate (2022, p. 1):

> Ele conta com 12 pinos de entrada digitais, entre os quais 5 podem ser utilizados como saídas PWM e 4 entradas analógicas. Diferentemente de outras versões, o Arduino Pro Micro já possui conector USB integrado, trabalhando a 16MHz e 5V, sua funcionalidade lembra muito seus irmãos maiores, entretanto em tamanho reduzido. Internamente o Arduino Pro Micro possui um regulador de tensão, aceitando energia de entrada de até 12 VDC. Se você está fornecendo energia não regulada, não se esqueça de ligar no pino "RAW" e não no VCC.

Figura 14- Arduíno Pro Micro



Fonte: Smart Projects,2022.

Dentre as razões que explicam a escolha dessa plataforma para o desenvolvimento deste trabalho os principais são a facilidade no uso e na instalação, pois possui local para variados pinos de conexão junto a qualquer projeto, se usa portas digitais e seu processador é

capaz de enviar comandos para um computador como se ele fosse um teclado ou mouse via USB, onde existem duas bibliotecas instaladas no Arduíno IDE. Estamos falando das bibliotecas Keyboard.h e Mouse.h cada uma com funções próprias para o envio de comando do Arduíno para o computador, pois o chip de comunicação USB já vem embutido no microcontrolador ATmega32u4, eliminando a necessidade de um chip controlador separadamente.

Em resumo essa versão possui um conector USB integrado, pode se comportar como se fosse um teclado ou mouse e estabelece a comunicação entre sua placa e documentos de textos, planilhas e afins junto ao computador. Logo o uso do Arduíno Pro Micro neste trabalho possibilitou a leitura automática dos valores medidos pelos sensores de LDRs escrevendo diretamente em Microcal OriginPro 2021 quando a intensidade de luz era interrompida pela passagem do objeto (carrinho), tornando o experimento mais dinâmico.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

Neste capítulo, serão mostrados os materiais utilizados e detalhados os procedimentos de montagem do experimento, além de seu funcionamento; também a sequência didática utilizada na escola.

3.1 - Descrição dos materiais utilizados

O período de Iniciação Científica, contou com algumas etapas importantes, como uma capacitação da plataforma Arduíno que teve como aprendizado de circuitos eletrônicos e de programação utilizando o LDR, posteriormente essa capacitação deu condições e viabilidade para desenvolver o trabalho que segue.

O experimento é utilizado para os estudos de movimento retilíneo uniformemente variado – MRUV de um carrinho em uma pista inclinada. Para analisar a relação espaço - tempo desse carrinho foi utilizada a plataforma Arduíno, que será acionada sempre que o carrinho passar por determinada posição onde estão localizados os sensores, de tal forma que a distância que cada sensor indica a posição e nos dando o instante que ele passa por cada um. Para fazer essa análise foram usados os seguintes materiais com suas respectivas quantidades e valores listados na Tabela 1:

Tabela 1- Componentes utilizados.

Componentes & Acessórios	Especificações	Quantidade	Valor em R$
Sensor de Luminosidade LDR	5 mm	10	R$ 1,59
Resistores	1,1k	10	R$ 1,30
Resistor	250Ω	1	R$ 5,20
Fios	AWG 30	15 metros	R$ 1,50
LED	5 Mm alto brilho	10	R$ 2,40
Arduíno Pro Micro	ATmega32u4	1	R$ 54,99
Carrinho	Ferro	1	R$ 15,00
Cabo	USB tipo A	1	R$ 9,30
Cabo USB	Plug P4 (macho e fêmea)	2	R$ 9,99
Pista	Madeira	1	R$ 10,00
Conector Mike	6 vias (macho e fêmea)	2	R$ 11,90

Fonte: Próprio Autor

O sujeito age sobre o objeto, assimilando-o e nessa ação assimiladora transforma o objeto. Enquanto isso ao ser assimilado, o objeto resiste aos instrumentos de assimilação de que o sujeito dispõe. Por sua vez o sujeito reage novamente, agora refazendo esses instrumentos de assimilação que será mais poderoso e com os quais se torna capaz de assimilar objetos mais complexos.

Os valores foram propositalmente colocados na tabela para mostrar que o custo do

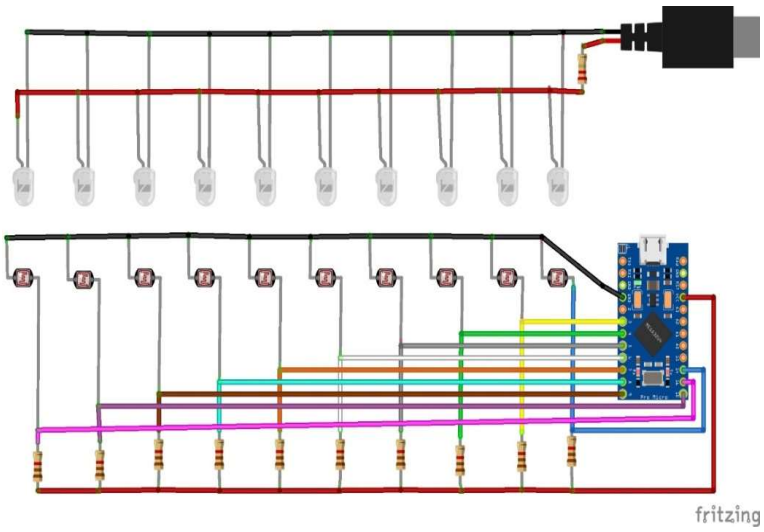
experimento é relativamente de baixo R$ 213,68 visto que um kit didático para o mesmo propósito custa em torno de R$ 1.750,00 conforme a CIDEPE.

Os Diodos Emissores de Luz - LEDs foram utilizados como fonte luminosa para o transdutor luminoso LDR de tal forma que o conjunto LED e LDR forme um sensor. Os resistores foram conectados em série com cada LDR, entre o LDR e o resistor foi conectado uma porta digital do Arduíno, de forma a se ter um divisor de tensão, quando qualquer variação luminosa é provocada ao LDR a porta digital percebe e um comando no Arduíno é executado.

Como o LDR é um resistor que varia sua resistência conforme a intensidade da luz, quando se tem luz sobre o LDR o Arduíno entende o sinal alto e quando não se tem, o Arduíno entende o sinal baixo, ou seja, se está escuro a resistência é máxima e se está claro, a resistência é mínima. Então, quando o carrinho passa em frente dos LDRs a luz reduz sobre o sensor, logo é possível obter o tempo, pois sempre que houver alterações nos sensores (conjunto LDR e LED) uma lógica programada no Arduíno irá perceber qual sensor foi acionado e identificar a posição, nesse sentido captura o tempo no instante em que o sensor foi acionado e envia a posição e o tempo para a saída serial que irá mostrar os dados no monitor do computador (no programa do Excel), o programa detalhando a lógica utilizada no Arduíno se encontra no Apêndice A.

Na figura 15 pode ser visto a montagem do circuito realizado no software Fritzing e as ligações dos conectores mike, com o lado fêmea conectada ao GND e as outras vias conectadas nos resistores e do outro lado (macho) conectado os fios, LDRs e GND, com isso temos a conexão dos LDRs, com resistores e Arduíno.

Figura 15- Circuito eletrônico

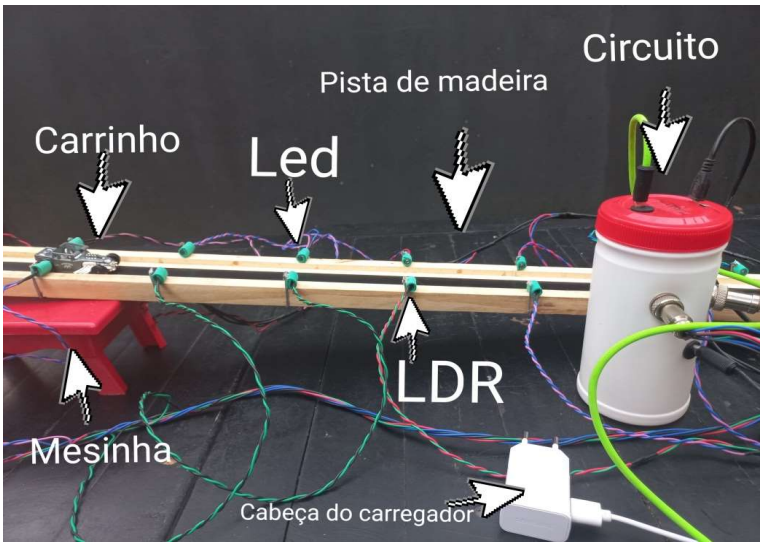


Fonte: Próprio Autor

Também, temos dois cabos, um cabo USB mini para transferência de dados do Arduíno e LDR's e outro cabo USB Pluge P4 para alimentação do sistema, onde um lado do cabo USB vai para uma fonte de celular e outro lado vai para alimentação dos LEDs.

O circuito em Arduíno foi colocado dentro de um pote de plástico, contendo 2 conectores fêmea tipo mike e 2 cabos fêmea P4, como mostra a figura 16. Todos os sensores citados acima estão conectados a essa placa já programada para fazer os registros de tempo conforme dito anteriormente.

Figura 16 - kit experimental



Fonte: Próprio Autor

Além da parte eletrônica, foi feito uma pista de madeira de 1,16m de comprimento e 7cm de largura para que o carrinho pudesse correr. Esta pista foi inclinada com relação a direção horizontal para verificar as forças que atuam sobre o plano e o carro que está sobre ele, assim determinar aceleração desenvolvida por esse corpo. Por fim, cada sensor (LED + LDR) foi fixado na base de madeira com a distância de 10cm um do outro.

3.2 – Sequência didática

Se fez necessário uma sequência didática - SD para organizar a execução das atividades. Ela foi dividida em duas partes, na primeira etapa foi elaborado um roteiro experimental localizado no Apêndice B para ser realizado pela discente buscando e analisando algumas características que potencializa o experimento como instrumento para o ensino de física.

Para a montagem alguns passos iniciais foram necessários, como (a) usar uma mesinha de plástico para fazer a inclinação da pista de madeira, tornando-o um plano inclinado e (b)

achar o ângulo desse plano, utilizando uma régua transferidora encontrou-se o valos dos ângulos 20º e 30º.

A segunda parte foi a aplicação na Escola Estadual do Ensino Médio Francisco da Silva Nunes, na turma 3007 do turno vespertino, com um total de 5 aulas (40min cada aula). Esta foi subdividida em duas partes:

a) aula teórica expositiva, cujo plano de aula se encontra no Apêndice C, apresentando o conteúdo de MRUV por meio do tema "Plano Inclinado", com um breve debate sobre o que os alunos pensam a respeito do conteúdo, como diagnose. Para isso, as seguintes perguntas foram realizadas: 1. O que você entende sobre movimento acelerado? Dê exemplos; 2. Que exemplos de movimento você conhece onde a velocidade muda de forma regular com o tempo?; 3. Certo garoto com seu skate foi desafiado a descer uma rua inclinada, sendo ele iniciante nesse esporte decidiu descer na rua com menor inclinação. Diante disso, por que teve medo de descer na rua mais inclinada? Na rua mais inclinada aumenta mais a velocidade no mesmo intervalo de tempo? Por que isso acontece?; 4. Sabem me dizer quais as forças que atuam no plano inclinado?

b) aula experimental, no intuito de auxiliar os alunos na construção e aperfeiçoamento dos aspectos físicos e matemáticos. A turma foi dividida em equipes e entregue a cada equipe um roteiro experimental, onde cada uma precisou esperar sua vez devido ter apenas 1 experimento disponível. O aparato foi apresentado e entregue a eles para que pudessem manuseá-lo de forma livre, onde foi possível realizar as atividades com dois tipos de inclinação, 20º e 30º. Como avaliação final da atividade, foi realizado um questionário na qual seus resultados se encontram no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4: ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo mostra os resultados e discussões obtidos por meio do experimento de rampa inclinada com o Arduíno Pro Micro. Esta etapa foi dividida em 2 partes, sendo a segunda subdividida em duas também.

4.1 – Resultados do roteiro experimental

De acordo com o roteiro localizado no Apêndice B, para obter o ângulo de inclinação da rampa foi utilizado um transferidor de 180º. Nesse primeiro instante o plano inclinado foi ajustado no ângulo de 20º.

O carrinho foi abandonado do topo da rampa percorrendo uma distância total de 1m e por meio da plataforma Arduíno foi possível obter os valores do tempo em milissegundos em que o carro passa por cada um dos sensores. Para minimizar os erros de medida, esse procedimento foi executado dez vezes e seus valores foram colocados na tabela 2, visto no Apêndice E. Por fim, calculou-se a média dos tempos em que o carro passa pelos sensores, por meio da equação 20:

$$M_s = \frac{t_1+t_2+t_3+\cdots+t_n}{n} \tag{20}$$

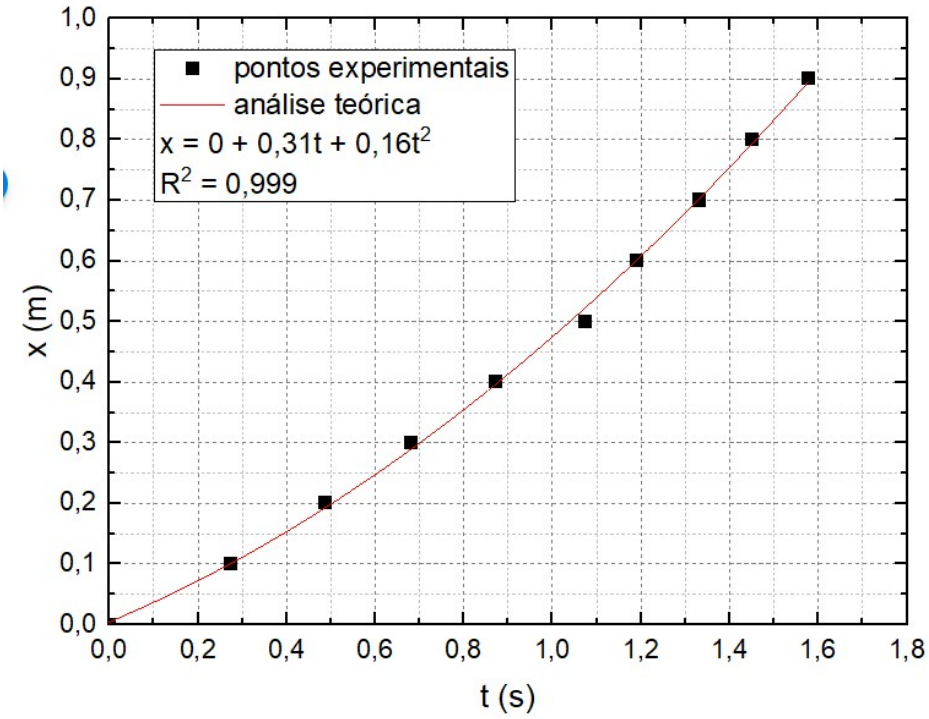
O valor da média dos tempos com seus respectivos espaços fora colocado na tabela 3 localizado no Apêndice E, considerando agora o Sistema Internacional de Unidades - SI. Logo após com uso da equação 21 calculou-se a velocidade média em todo percurso entre o intervalo de 0 a 0,9m, resultando em um valor de 0,06 m/s.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \tag{21}$$

Ainda para este ângulo, com uso da equação 21 calculou-se a velocidade média a cada intervalo de tempo. Sendo $v_{0,1}$ a velocidade entre o espaço 0 e 0,1m; $v_{1,2}$ a velocidade entre o espaço 0,1 e 0,2m e assim sucessivamente, os valores encontrados foram: $v_{0,1}$ = 0,36 m/s; $v_{1,2}$ = 0,05m/s; $v_{2,3}$ = 0,51m/s; $v_{3,4}$ = 0,52m/s; $v_{4,5}$ = 0,49m/s; $v_{5,6}$ = 0,86m/s; $v_{6,7}$ = 0,70m/s; $v_{7,8}$ = 0,83m/s; $v_{8,9}$ = 0,78m/s (tabela 4, Apêndice E). Este procedimento é necessário e de extrema importância, pois é possível ver uma variação na velocidade em cada trecho concluindo que dessa forma o sistema tem uma aceleração.

Os dados da tabela 3 foram ajustados usando um programa de tratamento de dados experimentais (Microcal OriginPro 2021), mostrado na Figura 17.

Figura 17- Ângulo 20º



Fonte: Próprio Autor

A Figura 17 mostra uma resposta muito boa com um fator de correlação de 0,999, visto que R^2 é uma medida estatística de quão próximos os dados estão da linha de regressão ajustada, logo quanto mais próximo de 1 esse valor é, significa que quão perfeito é a relação dos pontos. Além disso, o ajuste nos pontos nos deu a função que melhor descreve o movimento investigado sendo essa descrita por $x(t) = 0 + 0{,}31t + 0{,}16t^2$ na qual está de acordo com a equação 9. Desta função podemos identificar a velocidade inicial sendo $v_0 = 0{,}31m/s$ e a aceleração do carrinho $a = 0{,}32\ m/s^2$.

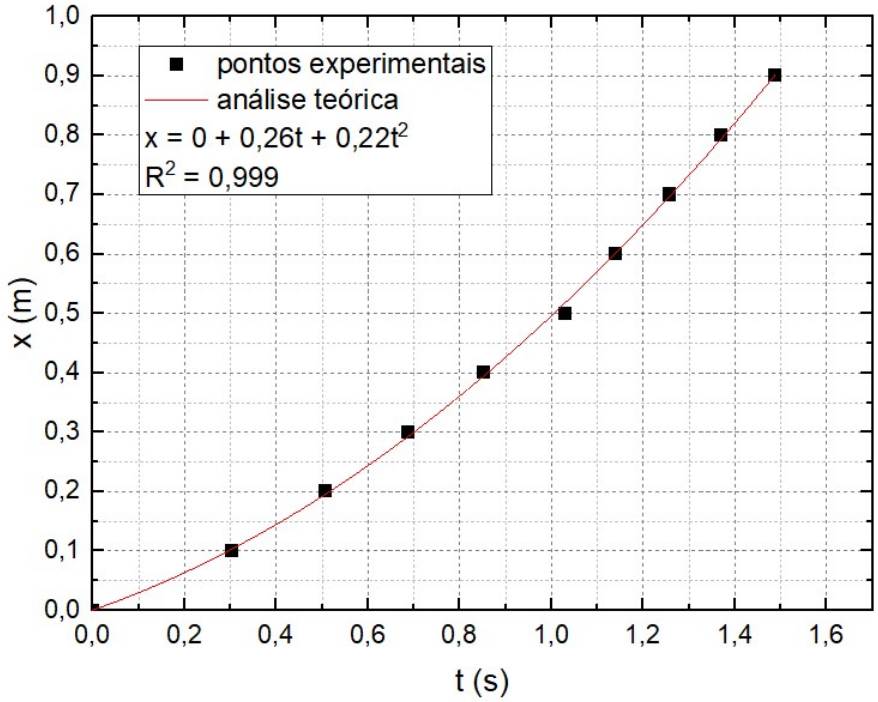
Para uma análise mais profunda foram feitos os mesmos procedimentos para o ângulo 30º, os valores do tempo (em milissegundos) em que o carro passa por cada um dos sensores obtido na plataforma Arduíno foram colocados na tabela 5 e a média dos tempos desses valores calculados com o uso da equação 20 encontra-se na tabela 6, onde ambas pode ser visto no Apêndice E.

A velocidade média em todo percurso resultou em $0{,}06\ m/s$ e a velocidade média em cada intervalo é: $v_{0,1}$= 0,32m/s; $v_{1,2}$= 0,49m/s; $v_{2,3}$ = 0,55m/s; $v_{3,4}$ = 0,60m/s; $v_{4,5}$= 0,56m/s; $v_{5,6}$ = 0,90m/s; $v_{6,7}$ = 0,85m/s; $v_{7,8}$ = 0,88m/s; $v_{8,9}$ = 0,84m/s (Apêndice E da tabela 7).

Nesse mesmo sentido construiu-se um gráfico do espaço em função do tempo para o

ângulo 30º, de acordo com a figura 18.

Figura 18- Ângulo 30º



Fonte: Próprio Autor

Analisando o segundo gráfico, o fator $R^2 = 0{,}999$ e a função que descreve o movimento é $x(t) = 0 + 0{,}26t + 0{,}22t^2$. Logo, de acordo com o sistema, a velocidade inicial é $v_0 = 0{,}26\ m/s$ e aceleração $a = 0{,}44\ m/s^2$. Neste caso aceleração foi maior devido a um aumento no valor do ângulo de abertura do plano inclinado resultando em uma curva mais significativa.

Na situação mais simples no plano inclinado, onde há a ação somente de duas forças que atuam no carrinho, ou seja, força peso que atua sempre na vertical apontando para o centro da terra e força normal que atua perpendicular a superfície do plano e considerando que a força peso tem duas componentes vetoriais, uma na direção x e outra na direção y de um plano cartesiano. Deve-se aplicar a 2ª lei de Newton em ambas as direções, ou seja, deve-se efetuar a soma vetorial das forças que agem sobre o carro.

Sabendo que não existe movimento no eixo y, sua resultante é igual a 0 (zero), já no eixo x onde ocorre o deslizamento do móvel há apenas uma força atuando, a componente x do peso, portanto ela é igual à força resultante sobre o corpo na direção x do eixo cartesiano e então o carrinho que se encontra apoiado sobre o plano inclinado está sujeito a uma aceleração menor que a aceleração da gravidade, conforme a equação 9. Concluindo então

que o carrinho independe de sua massa e possui uma aceleração constante, além de atuar na direção unidimensional do eixo x, efetuando assim um Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado.

4.2 – Resultados da aplicação na escola

Como já foi dito, na escola foram dois encontros, sendo o primeiro para apresentação da aula expositiva, neste momento foram destinadas 2 aulas e o segundo para a aplicação do experimento e dos questionários onde ocorreram em 3 aulas.

Neste primeiro encontro, para início de aula expositiva foi feito um debate sobre o conteúdo em estudo (seguindo a sequência) e seguimos um plano de aula localizado no Apêndice C. Feito debate, alguns alunos conseguiram dar opiniões em relação ao assunto e a situação proposta. Por exemplo: “no movimento acelerado ocorrem velocidade e aceleração na mesma direção”, “no movimento retilíneo uniformemente variado sua velocidade varia no decorrer da sua trajetória”, “um avião decolando ou um carro de corrida são exemplos de MRUV”, “é possível observar no plano inclinado esse tipo de movimento”, “o garoto escolheu a rua menos inclinada, pois o risco de acontecer um acidente era bem menor”, no entanto, outros deles sentiram dificuldade ao responder alegando que por conta da pandemia não viram de forma eficaz esses assuntos. Na Figura 19 é possível ver a turma que participou desta aula.

Figura 19- Primeiro encontro

Fonte: Próprio Autor

De posse dos conceitos básicos relacionados ao movimento dos corpos amplamente explorados na aula expositiva, avançamos para o segundo momento em que os alunos puderam trabalhar com o experimento de plano inclinado conforme o plano de aula visto no Apêndice D.

Esse momento foi muito importante e o mais esperado pelos alunos, dos 32 alunos que havia na aula teórica infelizmente apenas 15 alunos participaram da aula experimental, eles foram divididos em 3 grupos.

Nessa aula, notou-se que os alunos participantes ficaram bastante curiosos e começaram fazer perguntas, tais como: Como é o nome dessa “luz”? E que o que isso? (apontando para o sensor LDR) Para que serve? É possível analisar a variação da velocidade? O que há dentro desse pote? E então todas as dúvidas foram sanadas. A Figura 20 mostra o momento da aplicação da atividade experimental.

Figura 20- Aula experimental

Fonte: Próprio Autor

O experimento possuía 10 sensores para análise de dados, mas no momento da aplicação na escola apenas 5 funcionaram sendo eles: sensor 1, sensor 2, sensor 3 ,sensor 4 e sensor 5, essa falha supostamente se deu por conta da grande luminosidade no ambiente, apesar da dificuldade já exposta foi possível fazer as devidas medições. Seguindo um roteiro conforme está no plano de aula experimental localizado no Apêndice D, foi pedido ao aluno que largasse o carrinho no plano inclinado e colocasse os resultados obtidos pela IDE do Arduíno apresentado no computador no programa do Excel na tabela que estava disponível no roteiro.

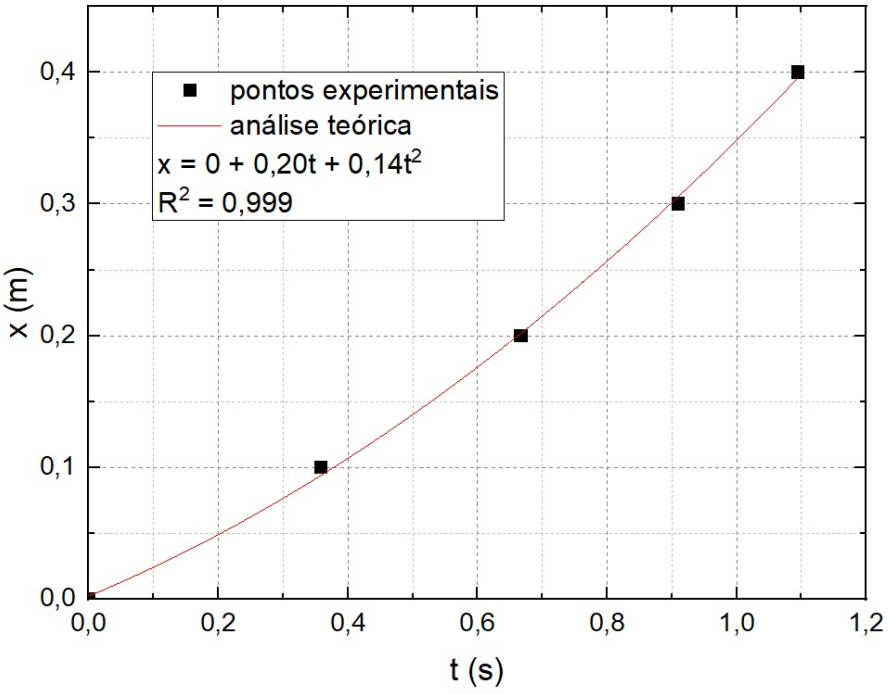
A atividade experimental foi dividida em duas etapas:

Pra inicio da atividade, com uso do transferidor de 180º obtemos o ângulo e nesse primeiro momento o plano inclinado foi ajustado no ângulo de 20º. O carrinho foi abandonado do topo da rampa onde percorreu uma distancia de 1m e para minimizar os erros de medida, esse procedimento foi executado cinco vezes e seus valores foram colocados na tabela 8, visto no Apêndice E. Por fim, calculou-se a média dos tempos em que o carro passa pelos sensores, por meio da equação 20. O valor da média dos tempos com seus respectivos espaços fora colocado na tabela 9 localizado no Apêndice E, considerando agora o Sistema Internacional de Unidades - SI. Logo após com uso da equação 21 os alunos calcularam a velocidade média em todo percurso entre o intervalo de 0 a 0,4m, resultando em um valor de $0{,}63\ m/s$.

Seguindo o roteiro o plano foi ajustado no ângulo de 30º e semelhante ao ângulo de 20º foram feitos os mesmos procedimentos para o ângulo 30º, nesse sentido os valores obtidos em relação espaço - tempo obtido na plataforma Arduíno foi colocado na tabela 10 e a média dos tempos desses valores encontra-se na tabela 11, onde ambas pode ser visto no Apêndice E. Dessa forma para o ângulo de 30º a velocidade média em todo percurso é de $0{,}56\ m/s$

Sendo assim, os alunos construíram um gráfico da posição em função do tempo para o ângulo 20º, conforme a Figura 21.

Figura 21- Espaço versus tempo

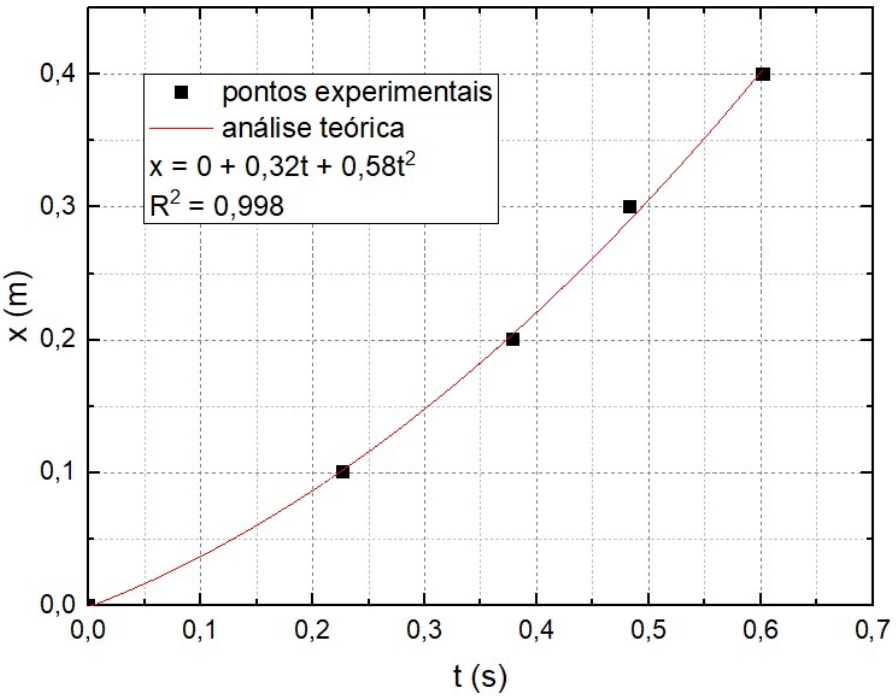


Fonte: Próprio Autor

Analisando o gráfico construído juntamente com os alunos, vemos que se trata de uma parábola com concavidade voltada para cima.

A figura 22 mostra as grandezas de posição e tempo para ângulo 30º onde estão relacionados, com uso dos valores da tabela 11 os alunos construíram o gráfico Microcal OriginPro 2021.

Figura 22- Posição versus tempo

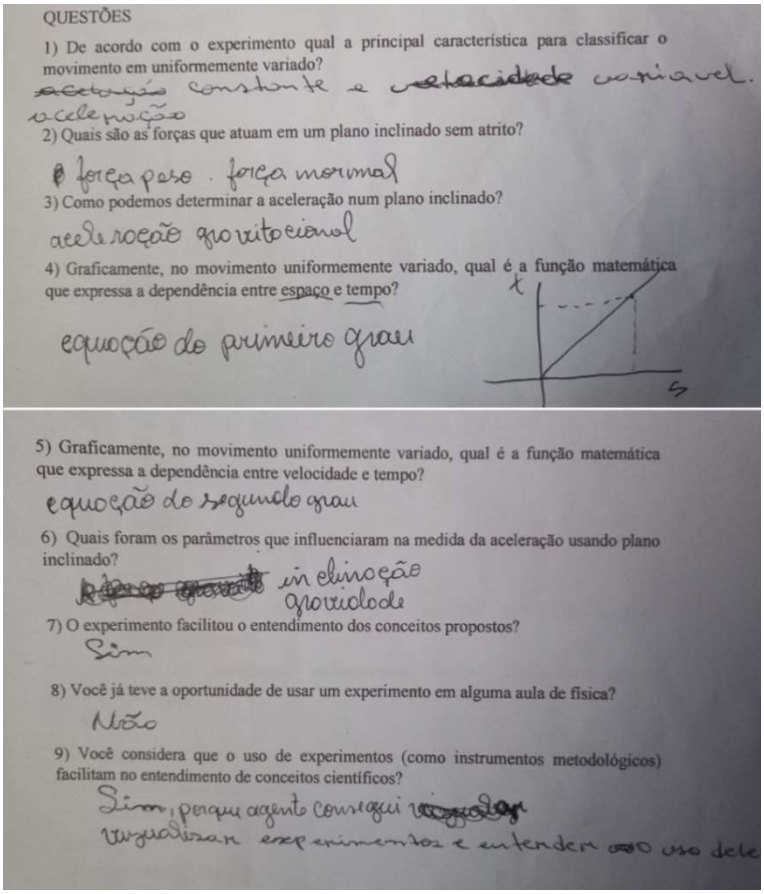


Fonte: Próprio Autor

A figura 22, também se trata de uma parábola com a concavidade voltada para cima, só que a curva ficou mais significativa em relação ao gráfico anterior. Fazendo uma comparação com os gráficos encontrados nos livros didáticos, temos semelhança, provando assim um resultado condizente com os valores obtidos experimentalmente. Alguns alunos compreenderam que se trata de uma função do 2º grau e de um MRUV e as forças atuantes no plano inclinado são força peso e normal.

A segunda etapa deu-se com uma avaliação final, onde os alunos foram submetidos a um questionário conforme as figuras 23, 24 e 25, o objetivo era verificar as estruturas cognitivas dos alunos sobre os conceitos referenciados nesse trabalho, em resumo, a finalidade era a construção do conhecimento, integração da teoria com prática e a diagnose da importância do produto educacional em sala de aula.

Figura 23- Questionário respondido pela equipe 1



QUESTÕES

1) De acordo com o experimento qual a principal característica para classificar o movimento em uniformemente variado?

~~aceleração~~ constante e ~~velocidade~~ variável.
aceleração

2) Quais são as forças que atuam em um plano inclinado sem atrito?

força peso . força normal

3) Como podemos determinar a aceleração num plano inclinado?

aceleração gravitacional

4) Graficamente, no movimento uniformemente variado, qual é a função matemática que expressa a dependência entre espaço e tempo?

equação do primeiro grau

5) Graficamente, no movimento uniformemente variado, qual é a função matemática que expressa a dependência entre velocidade e tempo?

equação do segundo grau

6) Quais foram os parâmetros que influenciaram na medida da aceleração usando plano inclinado?

~~força gravitacional~~ inclinação
gravidade

7) O experimento facilitou o entendimento dos conceitos propostos?

Sim

8) Você já teve a oportunidade de usar um experimento em alguma aula de física?

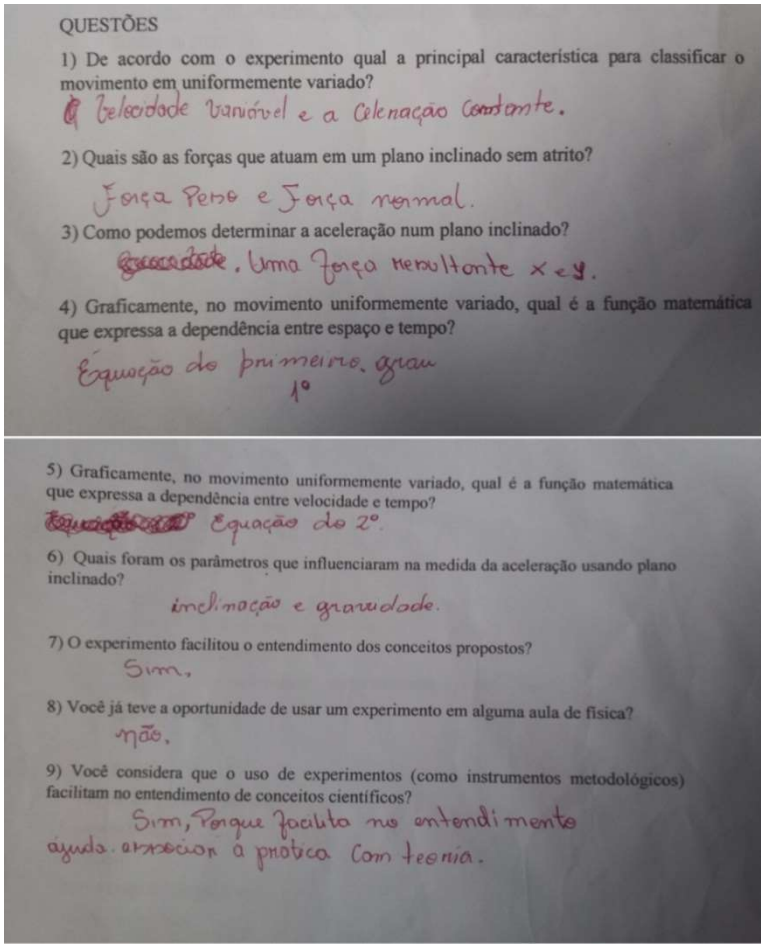
Não

9) Você considera que o uso de experimentos (como instrumentos metodológicos) facilitam no entendimento de conceitos científicos?

Sim, porque agente consegui ~~vizualizar~~
vizualizar experimentos e entender o uso dele

Fonte: Próprio Autor

Figura 24- Questionário respondido pela equipe 2



QUESTÕES

1) De acordo com o experimento qual a principal característica para classificar o movimento em uniformemente variado?

A velocidade variável e a aceleração constante.

2) Quais são as forças que atuam em um plano inclinado sem atrito?

Força Peso e Força normal.

3) Como podemos determinar a aceleração num plano inclinado?

~~gravidade~~. Uma força resultante x e y.

4) Graficamente, no movimento uniformemente variado, qual é a função matemática que expressa a dependência entre espaço e tempo?

Equação do primeiro grau
1º

5) Graficamente, no movimento uniformemente variado, qual é a função matemática que expressa a dependência entre velocidade e tempo?

~~Equação do 1º~~ Equação do 2º.

6) Quais foram os parâmetros que influenciaram na medida da aceleração usando plano inclinado?

inclinação e gravidade.

7) O experimento facilitou o entendimento dos conceitos propostos?

Sim.

8) Você já teve a oportunidade de usar um experimento em alguma aula de física?

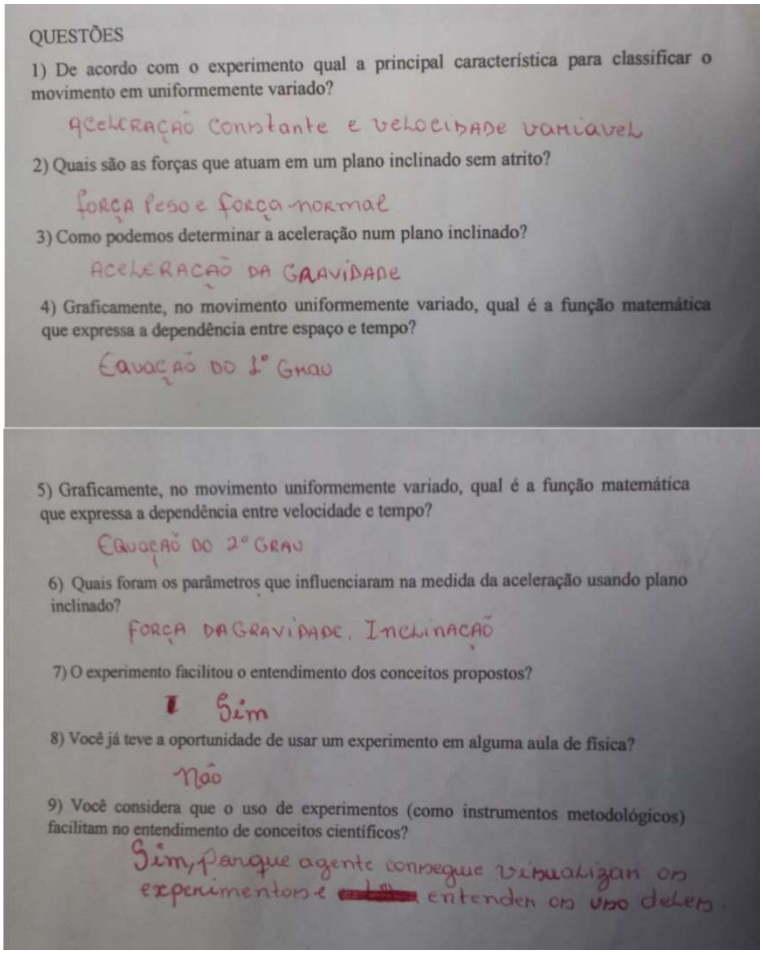
não.

9) Você considera que o uso de experimentos (como instrumentos metodológicos) facilitam no entendimento de conceitos científicos?

Sim, Porque facilita no entendimento ajuda associar a prática com teoria.

Fonte: Próprio Autor

Figura 25- Questionário respondido pela equipe 3



QUESTÕES

1) De acordo com o experimento qual a principal característica para classificar o movimento em uniformemente variado?

ACELERAÇÃO Constante e VELOCIDADE VARIAVEL

2) Quais são as forças que atuam em um plano inclinado sem atrito?

FORÇA Peso e FORÇA normal

3) Como podemos determinar a aceleração num plano inclinado?

ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE

4) Graficamente, no movimento uniformemente variado, qual é a função matemática que expressa a dependência entre espaço e tempo?

EQUAÇÃO DO 1° GRAU

5) Graficamente, no movimento uniformemente variado, qual é a função matemática que expressa a dependência entre velocidade e tempo?

EQUAÇÃO DO 2° GRAU

6) Quais foram os parâmetros que influenciaram na medida da aceleração usando plano inclinado?

FORÇA DA GRAVIDADE. INCLINAÇÃO

7) O experimento facilitou o entendimento dos conceitos propostos?

Sim

8) Você já teve a oportunidade de usar um experimento em alguma aula de física?

Não

9) Você considera que o uso de experimentos (como instrumentos metodológicos) facilitam no entendimento de conceitos científicos?

Sim, Porque agente consegue visualizar os experimentos e entender os uso deles.

Fonte: Próprio Autor

Fazendo uma análise do questionário, pode-se observar que as questões 1, 2, e 6 tiveram maior número de acertos, respectivamente da prática do plano. A questão 3 teve o menor número de acerto, indicando que houve um erro de interpretação ao ler a questão, segundo os alunos relataram e a questão 4 e 5 todos erraram, constatando que confundiram e acabaram trocando as equações.

Referente à questão 9 do questionário, os alunos participantes da prática avaliaram que uso do experimento tem uma grande relevância na hora da aprendizagem, baseando nas respostas dadas pelos alunos: “porque conseguimos visualizar e entender o assunto com uso do experimento”, “porque facilita no entendimento conseguimos associar a pratica com a teoria, e aulas ficam mais atrativas”, “uso do experimento é um recurso muito importante, com esse recurso a dificuldade se torna menor na hora da aprendizagem, seria muito bom se tivesse aulas experimentais”, porque observa e ver o que foi explicado na teoria, melhorando o entendimento”, “apesar da dificuldade em entender o assunto, o uso do experimento facilitou ou pelo menos ajudou um pouco, se fosse só aula teórica a dificuldade seria maior” e

no momento da realização da atividade, foi possível verificar diversos benefícios no processo de aprendizagem, dentre elas: a participação ativa dos alunos no desenvolvimento das atividades e a compreensão do assunto em estudo.

A prática e os conteúdos foram introduzidos aos alunos de maneira progressiva e programática destacando sempre os conhecimentos prévios. Em concordância com a teoria de Ausubel foi possível ver os alunos colocando significado no que foi aprendido, proporcionando uma aprendizagem real.

Foi evidenciada a dificuldade expostas por eles, alguns com aplicação do experimento. Outros calcular valor médio, preencher tabela ou na parte computacional de criação dos gráficos, mas dentro do esperado já que nunca tinham trabalhado dessa forma. Porém, mesmo em meio a dificuldade constatou que houve uma contribuição para o aprendizado do conceito proposto, o grupo participante saiu satisfeito, tendo uma nova visão sobre os conceitos que não foram compreendidos em sala de aula, conforme eles afirmaram. Em uma de suas falas, deixaram em evidência que com o experimento a dificuldade é bem menor para compreensão do conteúdo, além disso, fizeram observações, tais como: “É muito importante ter aula experimental para nosso aprendizado, só temos aulas tradicionais com uso do livro, exercícios e nada mais”.

Fazendo uso da afirmativa de ALVES, E.M; MESSEDER, J.C; (2009) o trabalho experimental pode sim trazer uma aprendizagem significativa, pois apesar das dificuldades podem sim desempenhar um papel relevante na compreensão dos conteúdos. O ensino da Física não se reduz a repetições conceituais ou analises matemáticas.

CONCLUSÃO

O estudo do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado por meio do plano inclinado com uso do Arduíno Pro Micro aqui apresentado é mais atrativa na abordagem do conteúdo em sala de aula e ajudou a compreender o conteúdo. O uso da tecnologia em sala de aula é algo inovador e transformador, os alunos que participaram do projeto sentiram motivados já que estes preferem as experimentações ao ensino tradicional, com cadernos e resoluções de exercícios repetitivos. A utilização dessas ferramentas proporcionou aos alunos uma interação entre a tecnologia e a ciência, despertou a curiosidade e tornou o ambiente de estudo prazeroso, nas quais eram até então tediosos.

Moran (1995) afirma que só as tecnologias não mudam a relação pedagógica, mas podem ser capazes de permitir um novo encantamento na escola. Seguindo esse mesmo raciocínio e ressaltando essa ideia, Moran (2000) considera importante diversificar as formas de dar aulas, de realizar atividades, de avaliar. Tecnologias são os meios, os apoios, as ferramentas que utilizamos para que os alunos aprendam.

Apesar da falha que supostamente ocorreu por conta da intensa luminosidade no ambiente e das dificuldades que os alunos demostraram no momento da aplicação, pois é inegável que eles durante a aplicação ainda não possuíam total independência, mas é necessário ressaltar, que as atividades experimentais trouxeram repercussões convincentes no processo de ensino-aprendizagem, em todo o tempo, observou-se a interação e protagonismo dos alunos tanto na realização e coleta dos dados quanto na verificação e discussão dos resultados obtidos. O uso do Arduíno e as facilidades fornecidas por esse sistema, tanto na construção de gráficos como na coleta dos dados automático, foi um forte aliado em sala de aula, por tornar os conceitos menos abstratos e mais próximos da realidade dos alunos, sem citar seu baixo custo em comparação a um kit profissional.

A análise das respostas dadas nas situações de aprendizagem, nas questões da avaliação da atividade, bem como as discussões desenvolvidas na hora da aplicação sugere aprendizagem significativa, os alunos compreenderam parte do o assunto em referência, destacando suas características principais. É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (David Ausubuel, 2000).

Outro ponto relevante foi a colocação deles em demonstrar a importância do aparato experimental para facilitar o entendimento. Constatou- se nas respostas ao problema de

pesquisa e em roda de conversa que é aplausível esse tipo de aula, ser inserido nas aulas em sala de aula o aprendizado e o interesse pela disciplina se tornaria bem mais eficaz. Os alunos deixaram em evidência a importância do experimento para o ensino do conteúdo da física, citando desse modo é mais atrativo, dinâmica, e que aprende mais, além da quebra da imagem de “ódio” dessa disciplina, é possível compreender conteúdo ou pelo menos a dificuldade se torna menor na hora do ensino-aprendizagem. No entanto, de forma geral o projeto alcançou o seu objetivo, onde os alunos analisaram as forças que atuam no plano inclinado, compreenderam os conceitos básicos de movimento e nos gráficos puderam ver que se trata de um movimento retilíneo uniformemente variado.

A experimentação é uma alternativa para facilitar o desenvolvimento da curiosidade, do hábito de questionar e evitar que as ciências sejam interpretadas como algo inerte e inquestionável, sendo indispensável para o desenvolvimento das competências em física e proporcionando ao aluno a garantia de construir conhecimento (BRASIL, 2000)

Numa perspectiva futura, faz necessário utilizar esse produto educacional no ambiente com menos luminosidade, pois é um instrumento educacional de grande relevância com uma grande exploração metodológica, que poderá ser usada para outros conteúdos da Física tais como aplicação de Leis de Newton, Queda Livre etc.

Vale salientar que como educadora pretendo aperfeiçoar minha formação e atitudes na docência, pois é aplausível que os profissionais da área de ensino da ciência, promovam kits experimentais com intuito de disseminar a metodologia e sua eficácia no processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências e físicas.** Revista brasileira de ensino de física, vol. 25, p. 3, 2003.

MÁRIO DA SILVA, Drayton; VALÉRIA FERREIRA TAVARES, Carla; MARQUES DA SILVA, Adamares. O USO DA TECNOLOGIA COMO MEIO AUXILIAR PARA O ENSINO DA FÍSICA: Uma abordaem Geral sobre sua importância e possibilidade . CIET: EnPED, São Carlos, maio 2018. ISSN 2316-8722.

Site oficial do Arduíno. Disponível: https://www.arduino.cc/. Acesso em 22 de fevereiro de 2022.

ARAÚJO, Alexandre Amaral Cardoso de. **Uma sequência didática para abordagem de conceitos de cinemática através de dois carrinhos impressos em 3D e uso do Arduino**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MOTA NETO, Francisco Peixoto da. Ensino de física: o uso de imagens no ensino de cinemática para uma aprendizagem significativa. p. 7. 2018.

Emanuel Freitas de Almeida- USO DE NOVAS TECNOLOGIAS NO ESTUDO DOS MOVIMENTOS NO ENSINO MÉDIO: entendendo a cinemática.

Fundamentos de física, volume 1 : mecânica / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2016.

MOURÃO, Oséias. **Arduino e Ensino de Física**: Automação de práticas experimentais. 1. ed. Tianguá: Clube dos Autores, 2018.

Silva, Adriano Fonseca. Dissertação. UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA CINEMÁTICA ATRAVÉS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL. Dezembro, 2015. Catalão-Go.

SMATH PROJECTS, Arduíno Pro Micro. Disponível em: https://www.eletrogate.com/arduino-pro-micro-atmega32u4-5v. Acesso em 26 de janeiro de 2022.

ELETROGATE. ARDUINO PRO MICRO ATMEGA32U4 5V. Disponível em: https://www.eletrogate.com/arduino-pro-micro-atmega32u4-5v. Acesso em 27 de janeiro de 2022.

CAVALCANTI, Deiverson Rodrigo Candido et al. Análise do movimento do móvel usando o trilho de ar e a placa arduino como aquisição de dados. 2016.

MOURA, Natana Rodrigues de. **Robô-car: uma abordagem da robótica educacional aplicada ao ensino de física**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MARTINAZZO, C. A. et al. Arduino: Uma tecnologia no ensino de fisica. Perspectiva, Erechim, v. 38, n. 143, p. 21–30, 2014.

Martin Evans, J. N. (2013). Arduino Em Ação. São Paulo: Novatec

DWORAKOWSKI, Luiz Antonio et al. Uso da plataforma Arduíno e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, 2016.

VERASZTO, Estéfano Vizconde, and Francisco GARCÍA. "Interatividade e educaçao: reflexões acerca do potencial educativo das TIC." *Revista Interciência e Sociedade* (2011): 85-96.

VIEIRA, Rosangela Souza. O Papel das tecnologias da informação e comunicação na educação a distância: um estudo sobre a percepção do professor/tutor. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 10, 2011.

JÚNIOR, José Gidauto dos Santos Lima et al. Atividades experimentais com arduino abordando fundamentos da cinemática, termometria e eletrodinâmica na escola estadual de ensino médio Dr. Gabriel Sales Pimenta em Marabá (PA). **Scientia Plena**, v. 15, n. 7, 2019.

DA SILVA, Rodrigo Caitano Barbosa et al. Equipamento robótico para o estudo de cinemática.

JÚNIOR, José Gidauto dos Santos Lima et al. Atividades experimentais com arduino abordando fundamentos da cinemática, termometria e eletrodinâmica na escola estadual de ensino médio Dr. Gabriel Sales Pimenta em Marabá (PA). **Scientia Plena**, v. 15, n. 7, 2019.

DE MATOS, ADIEL. ARDUINO: O USO DE UM RECURSO DIDÁTICO E TECNOLÓGICO NO ENSINO DE FÍSICA. 2017.

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

SANTOS, Thayana de Araujo. Internet das coisas no auxílio da automação residencial: um protótipo de abastecimento de água utilizando Arduino. 2020.
AVANCINI, Sidney dos Santos et al. Plano Inclinado sem Atrito-02. 2015.

Plano incliando sem atrito, disponível em: www.ufjf.br/carlos_lima/files/2019/01/pratica6.pdf. Acesso em 30 de março de 2022

SOARES, Reginaldo R.; BORGES, Paulo de F. O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, 2010.

Plano Incliando. Disponivel: www.fisica.net/mecanicaclassica/planoinclinado.pdf. Acesso em: 30 de março de 2022.

PIRES, Ricardo; FUJII, Américo Tsuneo. AULAS DE FÍSICA COM EQUIPAMENTOS DIDÁTICOS DE BAIXO CUSTO.

PIRES, Ricardo; FUJII, Américo Tsuneo. AULAS DE FÍSICA COM EQUIPAMENTOS DIDÁTICOS DE BAIXO CUSTO.

APÊNDICE A– PROGRAMA DO ARDUÍNO

```
#include <Keyboard.h>
//parametro de entrada
int ldr1 = 14 ; int ldr2 = 3;  int ldr3 = 4;  int ldr4 = 5;  int ldr5 = 6;
int ldr6 = 7; int ldr7 = 8; int ldr8 = 9; int ldr9 = 10; int ldr10= 16;
// parametros de contagen
unsigned long t=0; unsigned long t1 = 0; unsigned long t2 = 0;
int a=0;
// o parametro a referese a distancia entre os ldr
void setup() {
  pinMode(ldr1,INPUT_PULLUP);
  pinMode(ldr2,INPUT_PULLUP);
  pinMode(ldr3,INPUT_PULLUP);
  pinMode(ldr4,INPUT_PULLUP);
  pinMode(ldr5,INPUT_PULLUP);
  pinMode(ldr6,INPUT_PULLUP);
  pinMode(ldr7,INPUT_PULLUP);
  pinMode(ldr8,INPUT_PULLUP);
  pinMode(ldr9,INPUT_PULLUP);
  pinMode(ldr10,INPUT_PULLUP);
  Keyboard.begin();

}

void loop() {
  if (digitalRead(ldr1)==LOW & a==0){
    tempo();
  }
  if (digitalRead(ldr2)==LOW & a==10){
    tempo1();
  }
  if (digitalRead(ldr3)==LOW & a==20){
    tempo1();
  }
  if (digitalRead(ldr4)==LOW & a==30){
    tempo1();
  }
  if (digitalRead(ldr5)==LOW & a==40){
    tempo1();
  }
  if (digitalRead(ldr6)==LOW & a==50){
    tempo1();
  }
  if (digitalRead(ldr7)==LOW & a==60){
    tempo1();
  }
  if (digitalRead(ldr8)==LOW & a==70){
    tempo1();
  }
  if (digitalRead(ldr9)==LOW & a==80){
    tempo1();
  }
  if (digitalRead(ldr10)==LOW & a==90){
    tempo1();
```

```
    a=0;// permite que o processo seja reiniciado
   }

}
/* funÃƒÂ§ÃƒÂµes utilizada*/
void tempo(){
  t1=millis();
  Keyboard.print("x(cm)");
  TAB();
  Keyboard.print("t(ms)");
  Enter();
  Keyboard.print(t);
  TAB();
  Keyboard.print(0);
  Enter();
  a=a+10;// e dado um acrecimo de 10cm que  a distancia entre os LDRs
  }
void tempo1(){
  t2=millis();
  t=t2-t1;
  String Tempo;
  Tempo = String(t, DEC);
  Tempo.replace(".", ",");
  Keyboard.print(a);
  TAB();
  Keyboard.print(Tempo);
  Enter();
  a=a+10;
}
//FUNCAO PARA ENVIAR O APERTO DE UM ENTER
void Enter() {
  Keyboard.press(KEY_RETURN);   // PRESSIONA O ENTER
  delay(50);                    // ESPERA 100 MILISSEGUNDOS
  Keyboard.release(KEY_RETURN); // SOLTA O ENTER
}

//FUNCAO PARA ENVIAR O APERTO DE UM TAB
void TAB() {
  Keyboard.press(KEY_TAB);   // PRESSIONA O TAB
  delay(50);                 // ESPERA 100 MILISSEGUNDOS
  Keyboard.release(KEY_TAB); // SOLTA O TAB
}
```

APÊNDICE B-ROTEIRO EXPERIMENTAL

Uma partícula executa Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) quando sua velocidade varia em função do tempo. Isso equivale a dizer que existe uma aceleração constante, diferente de zero. Além disso, o MRUV pode ser definido como um movimento de um móvel em relação a um referencial ao longo de uma reta, a qual sua aceleração é sempre constante. A trajetória reta desse movimento pode ocorrer na horizontal ou na vertical. Portanto, nesta atividade experimental investigaremos esse MRUV de uma partícula e suas características utilizando um plano inclinado.

1-OBJETIVOS

Ao termino desta atividade o aluno deverá ser capaz de:

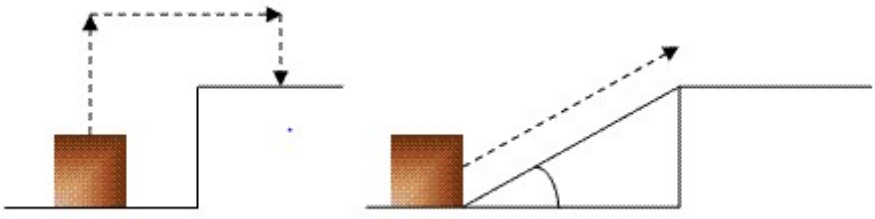
- Entender as forças que atuam sobre o plano inclinado;
- Obter os diferentes gráficos das variáveis do MRUV e interpretá-los;
- Constatar os conceitos básicos de movimento, tais como: posição, velocidade e aceleração.

2- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Dadas duas trajetórias abaixo, em qual delas é "mais fácil" carregar o bloco?

Obviamente, na trajetória inclinada, pois no primeiro caso, teremos que realizar uma força que seja maior que o peso do corpo. Já no segundo caso, devemos fazer uma força que seja maior que uma das componentes de seu peso, neste caso, a componente horizontal, que terá intensidade menor conforme o ângulo formado for menor.

Figura 2- Trajetórias

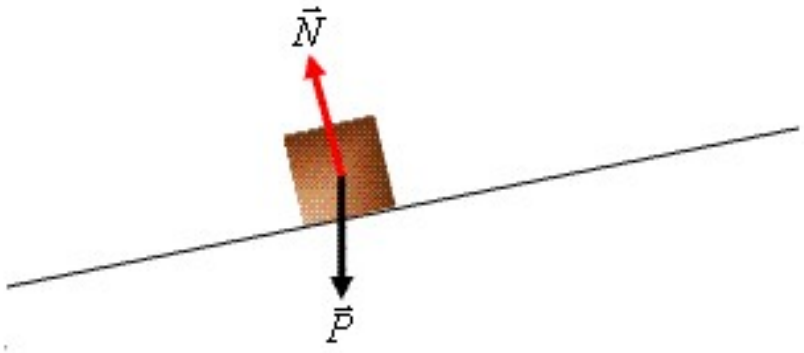


Fonte: Só Física

Por isso, no nosso cotidiano, usamos muito o plano inclinado para facilitar certas tarefas.

Ao analisarmos as forças que atuam sobre um corpo em um plano inclinado (figura 2), temos:

Figura 3- As forças que atuam

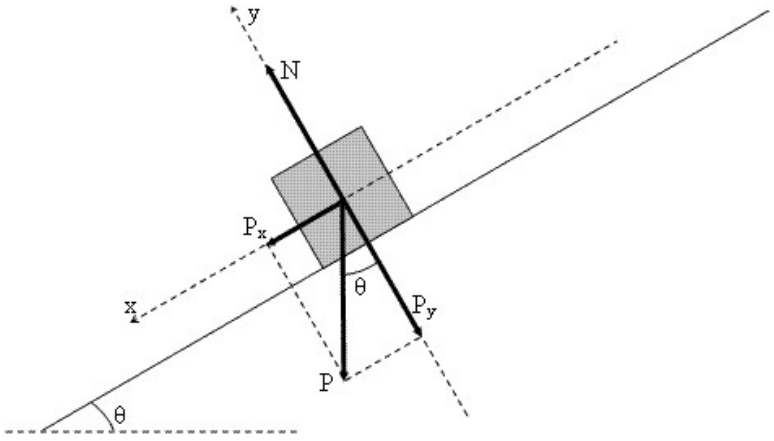


Fonte: Só Física

A força Peso e a força Normal, neste caso, não tem a mesma direção pois, como já vimos, a força Peso, é causada pela aceleração da gravidade, que tem origem no centro da Terra, logo a força Peso têm sempre direção vertical. Já a força Normal é a força de reação, e têm origem na superfície onde o movimento ocorre, logo tem um ângulo igual ao plano do movimento.

Para que seja possível realizar este cálculo devemos estabelecer algumas relações:

Figura 4- Definição do plano



Fonte: Só física

- Podemos definir o plano cartesiano com inclinação igual ao plano inclinado, ou seja, com o eixo x formando um ângulo igual ao do plano, e o eixo y, perpendicular ao eixo x;

- A força Normal será igual à decomposição da força Peso no eixo y;
- A decomposição da força Peso no eixo x será a responsável pelo deslocamento do bloco;
- O ângulo formado entre a força Peso e a sua decomposição no eixo y, será igual ao ângulo formado entre o plano e a horizontal;
- Se houver força de atrito, esta se oporá ao movimento, neste caso, apontará para cima.

Sabendo isto podemos dividir as resultantes da força em cada direção:

Em y:

$$F_r^y = N - P_y = 0$$

como o bloco não se desloca para baixo e nem para cima, esta resultante é nula, então:

$$N = P_y$$

Mas

$$P_y = P.cos\theta = m.g.cos\theta$$

Então

$$N = m.g.cos\theta \quad (1)$$

Em x:

Decompondo a força peso, temos as forças que atuam no bloco, apresentado na figura 1, a força resultante P_x paralela ao plano inclinado, definida como a direção do eixo x, é:

$$P_x = Psen\theta \quad (2)$$

onde θ é o ângulo de inclinação do plano inclinado $e\ P = mg$ é o módulo da força peso do carrinho. Assim, de acordo com a segunda lei de Newton, aceleração é diretamente proporcional a força resultante atuando sobre ele, a componente p_x é igual a força resultante logo temos:

$$a = gsen\theta \quad (3)$$

3- MATERIAIS

- Plano inclinado (tábua de madeira);
- Sensores LDRs;
- Carrinho;
- Apoio (mesinha de plástico);
- LEDs, resistores e cabo USB.

4- PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Montagem

(a) Com auxílio da mesinha de plástico faça a inclinação da pista de madeira, tornando-se assim, um plano inclinado.

(b) Para achar o ângulo desse plano utilizou-se transferidor acrílico de 180º. Sendo assim os ângulos foram de 20º e 30º.

Execução

1. Anote o ângulo de inclinação do trilho.

2. Abandone o objeto antes da posição X_0 com o Arduíno verifique o tempo necessário para ele ir de X_0 a X_{10}. Execute este procedimento 10 vezes e preencha as tabelas abaixo. (Observação: Considerando uma equação de aproximação, onde $S=S_0 \therefore S_0 = 0$ e teremos uma velocidade inicial).

Tabela 1- Ângulo θ

x(cm)	t_1(ms)	t_2(ms)	t_3(m)	t_4(m)	t_5(ms)	t_6(ms)	t_7(ms)	t_8(ms)	t_9(ms)	t_{10}(ms)

3. Calcule os valores médios do tempo e velocidade média em todo o trecho, (antes de preencher a tabela é necessário converter o tempo de milissegundos em segundos e a posição de centímetros em metros).

4. Calcule a velocidade média em cada intervalo de tempo.

5. Faça um gráfico da posição versus tempo e ajuste a melhor curva entre os pontos experimentais.

6. Determine as funções da posição e velocidade que descrevem o movimento investigado experimentalmente.

7. Construa o gráfico v(t)

8. Refaça os procedimentos de 1 a 7 para outro ângulo.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

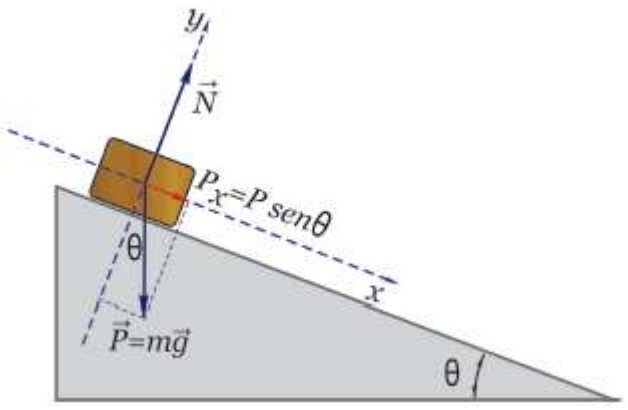
[1] BORRERO, P.P.G. Introdução à Construção de Gráficos. Apostila, 2004.
[2] BORRERO, P.P.G. Introdução "a construção de gráficos
[3] HALLIDAY, D, RESNICK, R. e KRANE, K.S. Física 1. Rio de Janeiro, LTC, 2003.
[4] "Plano Inclinado" em *Só Física*. Virtuous Tecnologia da Informação, 2008-2022. Consultado em 30/06/2022 às 23:52. Disponível na Internet em *http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica/pi.php*

APÊNDICE C- PLANO DE AULA TEÓRICA

<table>
<tr><td colspan="2">PLANO DE AULA
Professor: Joelma Pinheiro de Jesus Ribeiro
Disciplina: Física
Data:03/06/2022
Turma: 3º ano do Ensino Médio</td></tr>
<tr><td>Tema</td><td>Plano Inclinado</td></tr>
<tr><td>Objetivos</td><td>✓ Revisar forças que atuam sobre um plano inclinado;
✓ Compreender os conceitos básicos de movimentos, tais como: posição, velocidade e aceleração;</td></tr>
<tr><td>Conteúdos</td><td>✓ Movimento Retilineo Uniformemente Variado</td></tr>
<tr><td>Duração</td><td>80 minutos (2 aulas)</td></tr>
<tr><td>Recursos didáticos</td><td>✓ Figuras ilustrativas (impressas);
✓ Quadro branco e caneta</td></tr>
<tr><td>Metodologia</td><td>Nesta aula pretende-se realizar a revisão dos conceitos básicos de movimento. Para isso foi reapresentado os conceitos fundamentais tais como: posição, velocidade e aceleração por meio de debate com os alunos sobre as perguntas que fiz a eles.

Posteriormente, foi feito um breve resumo sobre o MRUV, expondo suas definições e suas características.

Em seguida, falamos plano inclinado sem atrito, mostrando aos alunos suas aplicações no dia a dia. Desenhou-se um plano inclinado no quadro branco , representando todas as forças atuantes no corpo estudado. (figura 1)

Figura 1- Um corpo de massa m sobre um plano inclinado sem atrito
 

Fonte: webFisica</td></tr>
</table>

	As forças presentes no carrinho presentes são a <u>força normal</u> $\vec{N}$, que é perpendicular à superfície do plano, e a força peso $\vec{P}$,que aponta para o centro da Terra (na maioria dos casos, para baixo). Na figua, podemos ver as forças atuantes no plano contido no plano inclinado sem atrito. Decompondo a força peso, temos as forças que atuam no bloco, apresentado na figura 1, a força resultante P_x paralela ao plano inclinado, definida como a direção do eixo x, é: $$P_x = Psen\theta \quad (1)$$ onde θ é o ângulo de inclinação do plano inclinado $e\ P = mg$ é o módulo da força peso do carrinho. Assim, de acordo com a segunda lei de Newton, aceleração é diretamente proporcional a força resultante atuando sobre ele, a componente p_x é igual a força resultante logo temos: $$a_x = gsen\theta \quad (2)$$ Isto quer dizer que o carrinho, independentemente de sua massa, percorre o plano inclinado com uma aceleração constante e igual a $a_x = gsen\theta$. Um resultado fundamental para a conclusão do experimento. Como a aceleração do carrinho é constante e atua na direção unidimensional do eixo x, deve-se concluir que ele se desloca com Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado , para os movimentos que se passam sobre uma reta com aceleração constante e diferente de zero, temos a seguinte função horária para as posições: $$x = x_0 + Vx_0 t + \frac{1}{2} a_x t^2 \quad (3)$$ onde x é a posição do carrinho para cada instante de tempo t, x_0 é a posição inicial, Vx_0 é a velocidade inicial e a_x é o

	módulo da aceleração constante. Assim, é possível comprovar que o movimento de deslocamento do carrinho num plano inclinado sem atrito é um movimento retilíneo uniformemente acelerado.
Referências	Mundo Educação. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/plano-inclinado.htm . Acesso em 02 de Junho de 2022. Plano inclinado sem atrito. Disponível em: https://www.ufjf.br/carlos_lima/files/2019/01/pratica6.pdf. Acesso em 02 de Junho de 2022.

APÊNDICE D- PLANO DE AULA EXPERIMENTAL

PLANO DE AULA

Professor: Joelma Pinheiro de Jesus Ribeiro
Disciplina: Física
Data:08/06/2022
Turma: 3º ano do Ensino Médio

Tema	Plano Inclinado
Objetivos	✓ Revisar forças que atuam sobre um plano inclinado; ✓ Compreender os conceitos básicos de movimentos, tais como: posição, velocidade e aceleração; ✓ Analisar um movimento uniformemente variado através do gráfico representativo.
Conteúdos	✓ Movimento Retilineo Uniformemente Variado
Duração	120 minutos (3 aulas)
Recursos didáticos	- Computador; - Plano inclinado (tábua de madeira); - Sensores LDRs; - Carrinho; - Apoio (mesinha de plástico); - LEDs e cabo USB.
Metodologia	Aplicar o experimento: **Montagem** (c) Com auxílio da mesinha de plástico faça a inclinação da pista de madeira, tornando-se assim, um plano inclinado. (d) Para achar o ângulo desse plano utilizamos as razões trigonométricas. Sendo assim, utilizaram-se aproximadamente os ângulos 20º e 30º. **Execução** 1. Anote o ângulo de inclinação do trilho. 2. Abandone o objeto antes da posição X_0 com o Arduíno verifique o tempo necessário para ele ir de X_0 a X_{10}. Execute este procedimento 10 vezes e preencha as tabelas abaixo. (Observação: Considerando uma equação de aproximação, onde $S=S_0 \therefore S_0 = 0$ e teremos uma velocidade inicial). *Tabela 2- Ângulo*

x(cm)	t_1(ms)	t_2(ms)	t_3(ms)	t_4(ms)	t_5(ms)	t_6(ms)	t_7(ms)	t_8(ms)	t_9(ms)	t_{10}(ms)
0										
10										
20										

30										
40										
50										
60										
70										
80										
90										

Tabela 3- Ângulo

x(cm)	t_1(ms)	t_2(ms)	t_3(m)	t_4(m)	t_5(ms)	t_6(ms)	t_7(ms)	t_8(ms)	t_9(ms)	t_{10}(ms)
0										
10										
20										
30										
40										
50										
60										
70										
80										
90										

3. Calcular os valores médios e velocidade média, (antes de preencher a tabela é necessário converter o tempo de milissegundos em segundos e a posição de centímetros em metros).

Tabela 4- Média no ângulo

t(s)	x(m)

<table>
<tr><td></td><td>

Tabela 5- Média no ângulo

t(s)	x(m)

4. Fazer um gráfico da posição versus tempo. Ajustar a melhor curva entre os pontos experimentais
</td></tr>
<tr><td>Avaliação</td><td>QUESTÕES

1) De acordo com o experimento qual a principal característica para classificar o movimento em uniformemente variado?
2) Quais são as forças que atuam em um plano inclinado sem atrito?
3) Como podemos determinar a aceleração num plano inclinado?
4) Graficamente, no movimento uniformemente variado, qual é a função matemática que expressa a dependência entre espaço e tempo?
5) Graficamente, no movimento uniformemente variado, qual é a função matemática que expressa a dependência entre velocidade e tempo?
6) Quais foram os parâmetros que influenciaram na medida da aceleração usando plano inclinado?
7) O experimento facilitou o entendimento dos conceitos propostos?
8) Você já teve a oportunidade de usar um experimento em alguma aula de física?
9) Você considera que o uso de experimentos (como instrumentos metodológicos) facilitam no entendimento de conceitos científicos?</td></tr>
<tr><td>Referências</td><td>

✓ Mundo Educação. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/plano-inclinado.htm . Acesso em 02 de Junho de 2022.
✓ Plano inclinado sem atrito. Disponível em: https://www.ufjf.br/carlos_lima/files/2019/01/pratica6.pdf. Acesso em 02 de Junho de 2022.

</td></tr>
</table>

APÊNDICE E - TABELAS

Neste apêndice encontram-se as tabelas complementares do resultado do roteiro experimental para argumentar o que está sendo dito no texto.

Tabela 2- Ângulo 20º

x(cm)	t_1(ms)	t_2(ms)	t_3(m)	t_4(m)	t_5(ms)	t_6(ms)	t_7(ms)	t_8(ms)	t_9(ms)	t_{10}(ms)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	280	240	293	247	336	268	278	288	229	287
20	488	426	505	432	611	475	499	503	418	514
30	683	604	698	593	862	659	699	696	593	721
40	877	786	887	751	1106	840	895	887	766	922
50	1080	976	1084	923	1345	1033	1108	1091	957	1138
60	1192	1086	1195	1031	1476	1144	1235	1203	1068	1265
70	1333	1205	1325	1144	1647	1272	1405	1348	1211	1431
80	1447	1317	1436	1256	1778	1383	1543	1462	1331	1563
90	1569	1429	1556	1367	1916	1503	1692	1586	1462	1706

Fonte: Próprio Autor

Tabela 3- Tempo Médio

	t(s)	x(m)
t_1(ms)	0	0
t_2(ms)	0,2746	0,1
t_3(ms)	0,4871	0,2
t_4(ms)	0,6808	0,3
t_5(ms)	0,8717	0,4
t_6(ms)	1,0735	0,5
t_7(ms)	1,1895	0,6
t_8(ms)	1,3321	0,7
t_9(ms)	1,4516	0,8
t_{10}(ms)	1,5786	0,9

Fonte: Próprio Autor

Tabela 4- Velocidade média de cada intervalo no ângulo 20º

x(m)	t(s)- Tempo médio	$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
0	0	0
0,1	0,2746	0,364m/s
0,2	0,4871	0,056m/s
0,3	0,6808	0,51m/s
0,4	0,8717	0,52m/s
0,5	1,0735	0,49m/s
0,6	1,1895	0,86m/s
0,7	1,3321	0,70m/s
0,8	1,4516	0,83m/s
0,9	1,5786	0,78m/s

Fonte: Próprio Autor

Tabela 5- Ângulo 30º

x(cm)	t_1(ms)	t_2(ms)	t_3(m)	t_4(m)	t_5(ms)	t_6(ms)	t_7(ms)	t_8(ms)	t_9(ms)	t_{10}(ms)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	234	229	235	337	275	389	366	337	332	312
20	424	362	416	548	460	631	582	576	561	525
30	598	507	579	723	623	833	755	777	765	715
40	764	646	731	885	776	1014	915	963	951	893
50	941	803	897	1058	944	1196	1085	1155	1142	1079
60	1051	912	1006	1171	1054	1308	1197	1266	1253	1190
70	1162	1023	1117	1282	1166	1420	1308	1396	1380	1321
80	1275	1135	1230	1395	1278	1532	1421	1508	1493	1433
90	1386	1283	1365	1507	1391	1645	1533	1621	1606	1545

Fonte: Próprio Autor

Tabela6- Tempo médio

	t(s)	x(m)
t_1(ms)	0	0
t_2(ms)	0,3046	0,1
t_3(ms)	0,5085	0,2
t_4(ms)	0,6875	0,3

t_5(ms)	0,8538	0,4
t_6(ms)	1,03	0,5
t_7(ms)	1,1408	0,6
t_8(ms)	1,2575	0,7
t_9(ms)	1,37	0,8
t_{10}(ms)	1,4882	0,9

Fonte: Próprio Autor

Tabela 7- Velocidade média de cada intervalo no ângulo 30º

x(m)	t(s)- Tempo médio	$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
0	0	0
0,1	0,3046	0,328m/s
0,2	0,5085	0,49m/s
0,3	0,6875	0,55m/s
0,4	0,8538	0,601m/s
0,5	1,03	0,56m/s
0,6	1,1408	0,902m/s
0,7	1,2575	0,85m/s
0,8	1,37	0,88m/s
0,9	1,4882	0,84m/s

Fonte: Próprio Autor

Tabela 8- Valor medido pelos alunos- Ângulo 20º

x(cm)	t_1(ms)	t_2(ms)	t_3(m)	t_4(m)	t_5(ms)
0	0	0	0	0	0
10	224	319	388	442	424
20	499	572	727	735	804
30	728	799	992	967	1065
40	965	1188	1021	1017	1240

Fonte: Próprio Autor

Tabela 9- Valor médio do angulo 20º

t(s)	x(m)
0	0
0,3594	0,1
0,6674	0,2

0,9102	0,3
1,095	0,4

Fonte: Próprio Autor

Tabela 10- Valor medido

x(cm)	t_1(ms)	t_2(ms)	t_3(m)	t_4(m)	t_5(ms)
0	0	0	0	0	0
10	215	223	226	248	223
20	302	333	392	497	369
30	380	448	500	606	483
40	490	592	683	645	602

Fonte: Próprio Autor

Tabela 11- Valores médios do angulo 30º

t(s)	x(m)
0	0
0,227	0,1
0,3786	0,2
0,4834	0,3
0,6024	0,4

Fonte: Próprio Autor