



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PAULO RENATO CARVALHO MELO

INSTRUMENTAÇÃO COM ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA –
LANÇAMENTO OBLÍQUO

SANTARÉM
2023

PAULO RENATO CARVALHO MELO

**INSTRUMENTAÇÃO COM ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA –
LANÇAMENTO OBLÍQUO**

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

Orientador: Prof. Dr. Carlos José Freire Machado
UFOPA CAMPUS SANTARÉM

**SANTARÉM - PA
2023**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/Ufopa**

M528i Melo, Paulo Renato Carvalho
Instrumentação com arduino para o ensino de física – lançamento oblí-
quo./ Paulo Renato Carvalho Melo. – Santarém, 2023.
115 p. : il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Carlos José Freire Machado.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto
de Ciências da Educação, Mestrado Nacional Profissional Em Ensino de Física.

1. Arduino. 2. Lançamento de projéteis. 3. Sala de aula invertida. I. Macha-
do, Carlos José Freire, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 530.7



Universidade Federal do Oeste do Pará
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ATA Nº 24

Aos dezoito dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e três, às dezessete horas, de forma presencial, no Miniauditório (sala 105) - Campus Rondon, /ICED, reuniram-se os membros da Banca Examinadora composta pelos professores: Dr. Carlos Jose Freire Machado (orientador e presidente); Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida (membro interno); Jose Ricardo e Souza Mafra (membro externo ao Programa) a fim de arguirem o mestrando Paulo Renato Carvalho Melo, com a dissertação intitulada "O USO DE ARDUINOS COMO METODOLOGIA DO ENSINO DE FÍSICA: Tipos de lançamento". Aberta a sessão pelo presidente, coube ao candidato, na forma regimental, expor o tema de sua dissertação, dentro do tempo regulamentar. Em seguida, a banca fez as arguições, o candidato respondeu e, após as deliberações na sessão secreta foi APROVADO, fazendo jus ao título de Mestre em Educação. () REPROVADO.


Dr. JOSE RICARDO E SOUZA MAFRA, UFOPA

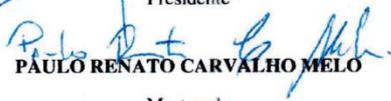
Examinador Externo ao Programa


Dr. RODOLFO MADURO ALMEIDA, UFOPA

Examinador Interno


Dr. CARLOS JOSE FREIRE MACHADO, UFOPA

Presidente


PAULO RENATO CARVALHO MELO

Mestrando



Universidade Federal do Oeste do Pará
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

FOLHA DE CORREÇÕES

ATA Nº 24

Autor: PAULO RENATO CARVALHO MELO

Título: O USO DE ARDUINOS COMO METODOLOGIA DO ENSINO DE FÍSICA: Tipos de lançamento

Banca examinadora:

Prof. JOSE RICARDO E SOUZA MAFRA Examinador Externo ao Programa

Prof. RODOLFO MADURO ALMEIDA Examinador Interno

Prof. CARLOS JOSE FREIRE MACHADO Presidente

Os itens abaixo deverão ser modificados, conforme sugestão da banca

1. INTRODUÇÃO
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
3. METODOLOGIA
4. RESULTADOS OBTIDOS
5. CONCLUSÕES

COMENTÁRIOS GERAIS:

Declaro, para fins de homologação, que as modificações, sugeridas pela banca examinadora, acima mencionada, foram cumpridas integralmente.

Prof. CARLOS JOSE FREIRE MACHADO

Orientador(a)

Dedico esta dissertação a minha mãe que sempre lutou para que seus filhos pudessem ter uma educação de qualidade, aos meu pai meu filho que pedia atenção no momento de um árduo estudo no curso de mestrado, minhas irmãs e tia.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Este trabalho vem demonstrar, de forma simples e clara, como o uso do Arduino aplicado na educação, pode construir o conhecimento científico partindo do cotidiano do aluno através da instrumentação. Como o Arduino tem um custo baixo e também bibliotecas com códigos fonte aberto, isso torna possível equipar um laboratório com instrumentos suficientes para permitir que cada aluno execute uma série de experimentos e medições, esses experimentos podem ser montados com materiais recicláveis e de fácil aquisição, e com isso, tornar a aula significativa para o aluno. Mais para que a instrumentação tenha êxito, alcance o objetivo, foi necessário aplicar metodologias inovadoras como a metodologia da Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Projetos, tornando significativo o processo ensino-aprendizagem, além disso, aprender os fundamentos do Arduino promove o aprendizado cooperativo, criando um laço afetivo entre o professor e aluno como preconiza o modelo da Aprendizagem Baseada em Projetos. Como passamos por uma pandemia de COVID-19, foi necessário utilizar modelos alternativos de ensinar, a metodologia da Sala de Aula Invertida é uma ferramenta de grande importância nesse processo de ensino-aprendizagem e contribuiu como parte do produto, dando suporte na formação do conhecimento científico através de ambientes virtuais e na aplicação da instrumentação experimental na sala de aula em momentos presenciais. A instrumentação constitui-se em um lançador de projétil que tem como base teórica o lançamento oblíquo de projéteis e a queda livre.

Palavras-chave: Arduino; Lançamento de Projéteis; Sala de Aula Invertida; Aprendizagem Baseada em Projetos.

ABSTRACT

This work demonstrates, in a simple and clear way, how the use of Arduino in education can build scientific knowledge from the student's everyday life through instrumentation. As Arduino has a low cost and also libraries with open source codes, this makes it possible to equip a laboratory with enough instruments to allow each student to carry out a series of experiments and measurements, these experiments can be assembled with recyclable and easily acquired materials, and thus make the lesson meaningful for the student. But in order for the instrumentation to be successful, it was necessary to apply innovative methodologies such as the Inverted Classroom methodology and Project-Based Learning, making the teaching-learning process meaningful. In addition, learning the fundamentals of Arduino promotes cooperative learning, creating an affective bond between teacher and student as advocated by the Project-Based Learning model. As we have been through a COVID-19 pandemic, it has been necessary to use alternative teaching models. The Inverted Classroom methodology is a tool of great importance in this teaching-learning process and has contributed as part of the product, supporting the formation of scientific knowledge through virtual environments and the application of experimental instrumentation in the classroom during face-to-face moments. The instrumentation consists of a projectile launcher whose theoretical basis is the oblique launch of projectiles and free fall.

Keywords: Arduino; Projectile Launching; Flipped Classroom; Project-Based Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Tradicional X SAI.....	18
Figura 02 - (Kit PhysicsLab) Laboratório de Física do Arduino Science Kit.....	23
Figura 03 - Placa Arduino Uno Utilizada na Pesquisa.....	26
Figura 04 - Mostra a interação do vídeo com o software Tracker.....	30
Figura 05 - Produto educacional (Gráfico).....	37
Figura 06 - Canhão da Instrumentação.....	38
Figura 07 - Aluno como base na construção e Lançador de Projétil.....	41
Figura 08 - Alunos utilizando o Arduino no lançamento de projétil.....	43
Figura 09 - Aluna anotando dados no quadro coletados do Arduino.....	44
Figura 10 - Produto educacional verificando o valor da aceleração gravidade.....	44
Figura 11 - Monitor Serial apresentando dados tratados pelo Arduino.....	45
Figura 12 - Alunos aferindo o deslocamento do projétil.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Referente as Formulas Aplicadas no Arduino.....	39
Quadro 02 - Cronograma da Aplicação do Produto.....	40
Quadro 03 - Plano de Aula.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Aceleração em Função do Tempo.....	32
Gráfico 02 - Velocidade em Função do Tempo.....	35
Gráfico 03 - Análise Fatorial de Correspondência.....	49
Gráfico 04 - Classificação Hierárquica Descendente.....	50
Gráfico 05 - Análise de Similitude.....	51
Gráfico 06 - Nuvem de Palavras.....	52
Gráfico 07 - Referente aos Tipos de Eletrônicos.....	53
Gráfico 08 - Referente ao Uso do Sistema Operacional.....	54
Gráfico 09 - Tempo de Uso do Computador.....	54
Gráfico 10 - Diagnóstico do Conhecimento Científico.....	55
Gráfico 11 - Sobre os Recursos Utilizados no Smartphone.....	55
Gráfico 12 - Referente ao Conhecimento Sobre Arduino.....	56
Gráfico 13 - Referente ao Conhecimento Sobre a Aceleração da Gravidade..	56
Gráfico 14 - Referente sobre a Forma da Trajetória do Lançamento Obliquo..	57
Gráfico 15 - Referente ao Cálculo da Amplitude do Lançamento de um Projétil.....	57
Gráfico 16 - Referente se o Arduino Facilitou o Aprendizado.....	58

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Metodologia de Ensino	16
2.1.1	O Modelo de Sala de Aula Invertida.....	16
2.1.2	Aprendizagem Baseada em Projetos – com o Uso do Arduino.....	19
2.2	Instrumentação no Ensino de Ciências	22
2.2.1	Instrumentação para Laboratório de Ensino de Ciências.....	22
2.2.2	Software Tracker.....	28
3	FUNDAMENTOS FISICOS	30
3.1	Equações de Movimento – Cinemática	31
3.2	Equação Horária a Partir da Representação de Força e da Representação de Energia	32
3.2.1	Na Representação de Força.....	32
3.2.2	Na Representação de Energia.....	33
3.2.3	Movimento Com Aceleração Constante.....	35
3.3	Dedução do Alcance Segundo as Condições de Contorno da Instrumentação	37
3.4	Conceitos Físicos Aplicado No Arduino	38
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	40
4.1	Cronograma	40
4.2	Coleta de dados (1º Momento)	41
4.3	Aplicação da Instrumentação (2º Momento)	41
4.4	Avaliação (3º Momento)	46
5	ANÁLISE E DISCURSÕES	47
5.1	Análise de Categorização – com auxílio do IRAMUTEQ	47
5.2	Análise dos Questionários	53
5.2.1	Questionários Informativos.....	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58

REFERÊNCIAS.....	61
.	
APÊNDICE A (Questionários)	66
APÊNDICE B (Software).....	73
APÊNDICE C (Equações).....	77
APÊNDICE D (Corpus).....	89
APÊNDICE E (Produto Educacional)	94

1 INTRODUÇÃO.

Novas tendências educacionais estão surgindo na educação, em particular no ensino de ciências, de modo a tornar a aprendizagem mais significativa e empolgante. A Metodologia da *Sala de Aula Invertida* adicionada à metodologia da *Aprendizagem Baseada em Projetos* é uma combinação auspiciosa que representa uma destas tendências (SILVA; ATAÍDE, 2019, p. 2) que se revelaram em ações educacionais preciosas quando a pandemia do Covid assolou o país e o mundo. Naqueles anos os alunos estudavam online e estas propostas estão sendo reconhecidas como estratégias eficazes de aprendizagem.

No passado recente, a integração da física com outras disciplinas era muito limitada à integração com a matemática, diferentemente das outras ciências da natureza. Hoje em dia, a capacidade de integrar diferentes disciplinas em estratégias de aprendizagem, em uma abordagem interdisciplinar, é considerada muito importante no processo ensino-aprendizagem.

O ensino da física não deve se limitar apenas à transferência pedagógica de suas leis, mas também a uma contextualização histórica e à sua metodologia, muito bem sucedida no contexto das ciências.

Devemos então ensinar a aplicar a metodologia da física no seu dia a dia, a fim de desenvolver suas habilidades na aplicação de estratégias semelhantes na vida cotidiana, ao invés de esperar que os alunos sejam capazes de resolver problemas que, na maioria dos casos, eles nunca enfrentarão.

Aprender física dessa forma é como aprender literatura sem fazer uma composição, ou aprender arte sem fazer um desenho, ou mesmo aprender música sem ter tentado tocar um instrumento.

Observa-se esta situação comumente na física experimental, que necessita intrinsecamente de aparelhos e instrumentos, idealmente alocados em um laboratório de ensino equipado. Muitos destes instrumentos são caros e alguns também complicados e, quando disponíveis, são utilizados simultaneamente por vários alunos, dificultando seu manuseio e aplicação e, portanto, a necessária aquisição das competências e habilidades requeridas no processo de ensino-aprendizagem.

Na maioria das vezes, um professor ou técnico utiliza os equipamentos disponíveis para fazer alguma apresentação e mostrar ou demonstrar algum fenômeno aos alunos, limitando dessa forma o desenvolvimento da disciplina e por consequência, do aprendizado.

Essa concepção de laboratórios caros e pouco acessado pelos alunos aliado, em alguns casos, à falta de equipamentos, pode ser mitigada pelo uso da prototipagem¹ proporcionada pelo Arduino, que se apresenta como ferramenta para a prática em laboratório, já que este dispositivo possui muitos sensores e sondas que podem ser utilizados para construir instrumentos de medida com material de baixo custo, além de uma ampla biblioteca computacional de código aberto disponível.

¹ **Prototipagem** é a etapa do processo de desenvolvimento que consiste em fazer um protótipo do que se está criando

2 REFERENCIAL TEÓRICO.

2.1 Metodologia de Ensino.

Neste capítulo faremos uma descrição do referencial teórico usado neste trabalho, explanando o modelo da *Sala de Aula Invertida* (SAI) e da *Aprendizagem Baseada em Projetos* (ABP) com o uso do Arduino. Ademais introduziremos o Arduino, que é uma plataforma computacional de controle de operações e de sensores de medidas científicas.

2.1.1 O Modelo de Sala de Aula Invertida.

A sala de aula invertida é uma abordagem pedagógica em que a **instrução direta** passa do espaço de aprendizagem em grupo para o **espaço de aprendizagem individual**, e o espaço de grupo resultante é transformado em um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, onde o educador orienta os alunos à medida em que aplicam conceitos e se envolvem de forma criativa no assunto.

No modelo de ensino tradicional, alguns alunos raramente prestavam atenção às aulas. Esses estudantes, em geral, eram fonte de distração para o restante da turma e influenciavam de maneira negativa a aprendizagem de todos os colegas. (BERGMANN; SAMS, 2018, p.50).

Segundo Bergmann e Sams (2018), basicamente o conceito de sala de aula invertida é o seguinte: “o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, o momento em sala de aula abre mais oportunidade para o professor tirar as dúvidas dos alunos”, deixando esse momento em sala de aula para ser trabalhado com experimentos no intuito de facilitar a aprendizagem, assim,

O professor passa a mediar e orientar as discussões e a realização das atividades, agora executadas em sala de aula, considerados os conhecimentos e conteúdos acessados previamente pelo estudante, isto é, fora do ambiente da sala de aula. Agora o professor pode dedicar o seu tempo de sala de aula, na presença dos estudantes, para consolidar conhecimentos para orientá-lo, esclarecer as suas dúvidas e apoiá-lo no desenvolvimento do seu aprendizado. É, portanto, uma estratégia que propõe mudar alguns elementos do ensino presencial, sugerindo uma alternativa à lógica tradicional (BERRETT, 2012, p.36).

A sala de aula invertida, inverte os métodos tradicionais de ensino, fornecendo instruções diretas em vídeos on-line para serem assistidos em casa, enquanto a atividade típica de dever de casa é transferida para a sala de aula. O conceito-chave da SAI é liberar o tempo da aula para atividades que permitam uma exploração mais

profunda do conteúdo (BERRETT, 2012; BERGMANN; SAMS, 2018, p.78). A SAI também é equiparada com uma atividade de *e-learning*²,

A sala de aula invertida é uma modalidade de e-learning na qual o conteúdo e as instruções são estudados on-line antes de o aluno frequentar a sala de aula, que agora passa a ser o local para trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios etc (VALENTE, 2014, p. 79-97).

Segundo Oliveira, Araújo e Veit (2016), a sala de aula invertida apresenta algumas características que ajuda no processo de ensino fora da sala de aula, os alunos assistem a vídeos e *screencasts*³ pré-gravados em seu próprio ritmo e se familiarizam com um novo tópico; enquanto a sala de aula, um ambiente de aprendizado ativo permite que os alunos apliquem e consolidem seus conhecimentos e com a terceirização de palestras/aulas teóricas onde o aluno passa a assistir aulas online de outros professores mediante o assunto orientado e com links escolhidos após uma análise rigorosa do professor (proposta que pode ser aplicada na SAI), o papel do docente muda – de instruir para treinar – os alunos com esta nova metodologia do processo de ensino-aprendizagem, de modo que,

De alguma maneira, nesse ambiente, todos os alunos devem receber uma mesma educação. A debilidade do método tradicional é a de que nem todos os alunos chegam à sala de aula preparados para aprender. Alguns carecem de formação adequada quanto ao material, não têm interesse pelo assunto ou simplesmente não se sentem motivados pelo atual modelo educacional (BERGMANN; SAMS, 2018, p.32).

Na aprendizagem tradicional, o nível mais baixo de aprendizagem, como lembrar e compreender, está acontecendo apenas na sala de aula e vê o aluno como um balde vazio ou uma “*tábula rasa*” (DEMO, 2000) como se o aluno fosse desprovido de total conhecimento, enquanto os alunos geralmente são deixados para trabalhar em atividades que envolvem um nível mais alto de aprendizagem fora da sala de aula que define as tarefas que os alunos levam para casa. No entanto, no modelo de sala de aula invertida, o professor pode criar suas videoaulas e postar na internet, permitindo que o aluno tenha outras condições de rever as aulas, além do acesso ao livro didático e com isso, tenham um tempo a mais na sala de aula para trabalhar com o aluno. Para Bergmann e Sams (2018, p.20), ao inverter a sala de aula, transfere-se o controle remoto para os alunos, dando-lhes a oportunidade de pausar o professor

² *E-learning* é uma forma de educação a distância que usa o computador como ferramenta de aprendizagem.

³ *Screencast* é um vídeo que grava o que acontece na tela do computador.

no momento em que quer sentir a dúvida referente ao assunto em estudo, e com isso, revolucionando a forma de ensinar e aprender, completando,

Na verdade, acreditamos com convicção que a inversão da sala de aula promove a fusão ideal da instrução on-line e da instrução presencial, que está ficando conhecida como sala de aula “híbrida”. Em geral, oferecemos miniaulas a grupo de alunos que estão tendo dificuldade com o mesmo conteúdo (BERGMANN; SAMS, 2018, p.26).

Com o crescente uso e expansão das tecnologias, é notório que estas passem a fazer parte da rotina das pessoas, em especial das crianças e jovens que “nascem” embutidos nesse meio tecnológico, enquanto que as escolas no Brasil ainda vivem em um tempo obsoleto para os alunos de hoje devido não dispor de ferramentas tecnológicas, e segundo Bergmann e Sams (2018, p.40), “muitos desses estudantes relatam que quando chegam à escola precisam se desconectar e emburrecer, já que as escolas proíbem o uso de equipamentos eletrônicos”.

No modelo da sala de aula invertida, o trabalho em laboratório ganha mais ênfase e o professor ganha tempo para a modelagem da experimentação, trabalhar com laboratório e transformar o conhecimento abstrato para o concreto, fazendo com que a aprendizagem seja mais significativa para o aluno diferente do ensino tradicional onde o professor passa a tarefa para fazer em casa e os alunos, quando têm dúvidas, não podem contar com o professor para saná-las. A **Figura 01** tenta dar uma ideia pictórica da diferença entre essas metodologias de ensino.

Figura 01: Tradicional X SAI



Fonte: Acervo do Autor.

É notório que a aprendizagem está sofrendo mudanças devido ao vasto crescimento da tecnologia, das ferramentas tecnológicas vêm dar subsídios para que se tenha um ensino diversificado, onde o aluno tenha interesse em participar das aulas na sala de aula em decorrência da inversão da sala de aula. Segundo Moran (2015),

“os métodos tradicionais, que privilegiam a transmissão de informações pelos professores, faziam sentido quando o acesso à informação era difícil”. Hoje os professores não podem ser considerados como a única fonte concreta do conhecimento, temos várias plataformas e métodos diferentes de passar o conhecimento para o aluno, e não podemos conceitualizar como a sala de aula, como o único local onde o aluno pode adquirir o conhecimento de forma clara,

A Sala de Aula Invertida possibilita ao professor desenvolver atividades de aprendizagem interativa em grupo na sala de aula e orientações baseadas em tecnologias digitais fora de sala de aula, tendo como característica marcante não utilizar o tempo em sala com aulas expositivas (PAVANELO; LIMA, 2017).

2.1.2 Aprendizagem Baseada em Projetos – com o Uso do Arduino.

De acordo com Bereiter e Scardamalia (1999), com base na plataforma Arduino, podemos combinar Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) e adaptar essa metodologia com o uso da plataforma Arduino, e com isso, tornar o ensino/aprendizagem significativo para o aluno, que vem a melhorar o processo de aquisição do conhecimento. Com o uso do Arduino, os alunos/professores podem se apropriar dessa tecnologia para usar como ferramenta pedagógica.

Para Campos (2011), a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma forma atrativa para as duas partes da dupla aluno/professor, pois se propõe a ambas as situações em que é necessário desenvolver trabalhos conjuntos, tal que se crie um vínculo afetivo entre as partes. De acordo com Markham et al. (2008), podemos encontrar recomendações simples para implementar esta metodologia mas, em essência, este modelo tem as seguintes características:

- O problema cria um contexto de aprendizagem e uma situação que fomenta a necessidade de pesquisa e aprendizagem por parte do aluno.
- Aprendizagem significativa é adquirida no desenvolvimento dos projetos.
- Você trabalha em um ambiente colaborativo.
- Requer gerenciamento de formas de comunicação e expressão dos alunos.
- O professor supervisiona os alunos na direção de seus projetos.

Para Torres (2014) a ABP tem foco na formação do conhecimento em um processo longo e contínuo de estudo, partindo desse pressuposto, os estudantes começam um processo de pesquisa cujo **propósito é atender a uma pergunta, a um**

desafio ou a um problema. Partindo desse pressuposto, podemos associar à ABP com a plataforma Arduino, visto que abre possibilidades de estudar um projeto baseado em Robótica Educacional (RE) aplicando os conceitos científicos no dia a dia do aluno, fazendo com que problemas ou perguntas reais comecem a estimular a criatividade do aluno (MARKHAM et al., 2008),

Esse processo de renovação sugere uma reorganização dos conteúdos trabalhados, uma transformação de metodologias pedagógicas, redefinição de teorias de ensino, um novo papel da instituição em relação à sociedade e, portanto, uma nova postura do docente (MISKULIN, 1999).

O Arduino não pode ser introduzido na escola como mais uma disciplina. Se isso for feito, apenas sobrecarregamos os currículos dos alunos com elevados volumes de atividades. Para Mcroberts (2011) o Arduino deve ser incorporado por meio de ABP para que os alunos vejam a necessidade de aprendê-lo e torná-lo significativo para eles. Aos poucos, eles investigarão o que é preciso para cumprir seus objetivos. Para fazer isso de forma rápida e eficiente, é proposta uma sequência didática que permitirá a qualquer pessoa ter o básico do Arduino e aplicá-lo imediatamente e observamos então, sobre a aplicação de metodologias ativas,

A partir dessas inovações no ensino, a aplicação de metodologias ativas no ensino de Ciências da Natureza é de suma importância, pois o professor poderá inserir o aluno no contexto apresentado em aula, fazendo-o explorar sua criatividade, a sua capacidade de formar opiniões e de esclarecer suas dúvidas. Além disso, permite buscar novos conhecimentos e aprender a trabalhar em grupo (CARVALHO; MORAES FILHO, 2022).

Segundo Leite (2006), a sala de aula é um ambiente que envolve aluno e professor diariamente, e o sucesso da aprendizagem vai depender da relação constituída entre ambos. A experimentação no ensino da física mostra aos alunos as principais características do trabalho científico experimental, incluindo a criatividade, a investigação, o trabalho colaborativo, fazendo com que tenha um envolvimento e construindo um laço afetivo entre aluno e professor.

Com os alunos cada vez mais conectados às tecnologias digitais como *smartphones*, se fez necessárias novas metodologias de aprendizagem, incentivando os professores a aplicá-las no processo ensino-aprendizagem e, com essa necessidade, surge a Robótica Educacional (RE) apta a envolver diversas praticas experimentais que pode ser adaptado no seu dia a dia (RAMOS, 2020),

Os estudantes exploram um problema da vida real e desenvolvem soluções até que, de repente, percebem que precisam saber como executar

determinada função matemática para aplicar o que conceberam (BERGMANN; SAMS, 2018, p.52).

Segundo Delors (2006) existem inúmeras experiências e aplicações da ABP em nível universitário aplicados nos cursos de ciências, diferentemente do que ocorre no ensino médio, onde existem poucas evidências publicadas de sua implementação embora seja neste nível preparatório à Educação Superior que os alunos, além de compreenderem conceitos e ideias da física, são estimulados e motivados a continuar a carreira científica. Partindo dessa proposta ABP, os alunos aplicam na sala de aula novas metodologias significativas para o ensino,

A partir dessas novas propostas de ensino e aprendizagem, o Ensino de Ciências precisa ver como necessidade a aplicação dessas metodologias, pois assim buscará o envolvimento ativo dos alunos nas aulas, trazendo para eles oportunidades para que deixem de receber conhecimentos passivamente e comecem desenvolver sua autonomia (CAVALCANTE NETO; AMARAL, 2011, p.3).

É necessário que conheçam por experiência a sensação de realizar um projeto científico, planejá-lo, vislumbrar uma meta e gradativamente resolver as dificuldades que surgirem, assim, alguns deles verão a ciência como uma atividade de vida que gostariam de seguir através da experimentação e, neste aspecto, o Arduino é uma excelente ferramenta para se aplicar no processo de ensino/aprendizagem.

Com a Aprendizagem Baseada em Projeto com Arduino (ABP-A) o aluno pode suscitar problemas baseados em seu cotidiano e, através desses problemas, procurar soluções utilizando a prototipagem para Arduino, dando prazer e significado à construção do conhecimento e, com isso, aproximando o professor do aluno. Segundo Nascimento (2016) quando o aluno interage com a situação problema em sala de aula, isso faz com que tome decisões em situações que o rodeia, como exemplificado em um curso de engenharia elétrica,

Com a utilização da plataforma Arduino revela-se que mesmo os conceitos estudados separadamente nas disciplinas do curso de Engenharia Elétrica, podem ser incorporados em um único projeto. Isso se mostrou de significativa importância, pois as habilidades e competências acrescidas com este projeto, permitem que os alunos compreendam melhor as disciplinas do curso e em decorrência desse fato, obtenham um melhor desempenho nas mesmas além de contribuir para aumentar o interesse dos alunos à graduação de Engenharia Elétrica (BRIDI, 2013).

Para Leite (2006), o experimento no ensino da física, sendo aplicado com ABP-A utilizando técnicas da RE, mostra aos alunos as principais características do trabalho científico, incluindo a criatividade, a investigação, o trabalho colaborativo,

Os estudantes exploram um problema da vida real e desenvolvem soluções até que, de repente, percebem que precisam saber como executar determinada função matemática para aplicar o que conceberam (BERGMANN; SAMS, 2018).

Para Silva (2013), professores, ao elaborar novas estratégias para o ensino de sua disciplina, às vezes usam técnicas adequadas sem saber que têm nome e que tem uma formalização rigorosa no campo da pedagogia e da pesquisa educacional. Quando vamos além do modelo de transmissão-recepção de conhecimentos na escola, incorporamos novos elementos tecnológicos que apresentam aos alunos desafios, possibilidades, objetivos e experiências (CABRAL, 2005, p.13),

Ao refletir sobre uma Educação voltada à tecnologia, torna-se necessário repensar os parâmetros educacionais, visando modificações no trabalho de formulação de atividades didáticas que possam ser associadas ao uso de computadores ou de qualquer outra mídia (CABRAL, 2005, p.13).

Para Castro (2016), não podemos refutar a possibilidade de usar tecnologia no ensino de física apenas pelo fato de não termos conhecimento em montar laboratórios caseiros de física, alguns kits do Arduino já vêm prontos para a venda com a funcionalidade direcionada para o ensino de física com roteiros e metodologias para a realização de vários experimentos. Os professores de física que desejam trazer uma abordagem prática baseada em investigação para as salas de aula do Ensino Médio podem permitir que seus alunos pensem e ajam como cientistas reais com o Laboratório de Física do Kit de Ciências,

No início as placas eram vendidas em forma de kit para que os estudantes construíssem seu próprio projeto. As primeiras placas criadas foram rapidamente vendidas, design e artistas de outras áreas começaram a demonstrar interesse no Arduino para a produção de seus projetos e a sua popularização se deu devido a facilitação de adaptações experimentais que provocou uma aproximação significativa na área da robótica (CASTRO, 2016, p.28).

2.2 Instrumentação no Ensino de Ciências.

2.2.1 Instrumentação para Laboratório de Ensino de Ciências.

Com o advento do Arduino⁴ é possível equipar totalmente um laboratório de ensino de ciências com instrumentos suficientes para permitir que os alunos observem e executem uma série de experimentos e medições com investimento limitado. Para Castro (2016), o ensino de física tem que atrelar a prática e a teoria, para que a

⁴ Disponível em <https://www.arduino.cc/>

aprendizagem tenha um bom significado em construir o conhecimento. Além disso, aprender os fundamentos do Arduino requer o desenvolvimento de algumas habilidades de codificação e a natureza aberta do produto com várias bibliotecas prontas para o uso promove um aprendizado cooperativo. A necessidade de projetar e construir um experimento leva naturalmente à ABP, e o uso da prototipagem e computação favorecem o ensino em vários aspectos,

- Transforma a aprendizagem em algo motivador, tornando bastante acessíveis os princípios de ciência e tecnologia aos alunos;
- Permite testar em um equipamento físico o que os estudantes aprenderam, utilizando modelos que simulam o mundo real;
- Ajuda a superação de limitações de comunicação, fazendo com que o aluno verbalize seus conhecimentos e suas experiências e desenvolva sua capacidade de argumentar e contra argumentar;
- Desenvolve o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos;
- Favorece a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como Matemática, Física, Eletrônica, Mecânica e Arquitetura (GOMES, 2007, p.36).

A escolha do Arduino para instrumentação⁵ em laboratório de ciências é justificada pela facilidade em encontrar no mercado sensores, placas, lâmpadas e outros periféricos elétricos/eletrônicos que permitem o Arduino computar medidas, por meios de portas analógicas ou digitais, de fenômenos da natureza. O kit PhysicsLab⁶ (**Figura 02**), tem vários tipos de sensores e esquemas técnicos que facilitam a construção do laboratório, além do que os sensores apresentarem projetos de montagem (ARAUJO, 2012; SILVEIRA, 2017).

Figura 02: (Kit PhysicsLab) Laboratório de Física do Arduino Science Kit



Fonte: <www.arduino.cc>. Acessado em: 01 de dezembro 2021

⁵ Construção da instrumentação no Apêndice.

⁶ O kit PhysicsLab pode ser encontrado no site <http://www.physicslab.org/>

O Science Kit PhysicsLab tem todo o hardware e software necessários para montar e conduzir divertidos experimentos de física, cobrindo eletromagnetismo, termodinâmica e cinemática. Inclui uma gama de sensores para medir luz, temperatura, movimento e campos magnéticos, junto com um conjunto de acessórios e com acesso ao conteúdo do curso on-line para professores e alunos.

Segundo a Wikipédia (2022), Arduino é uma plataforma de código aberto (*open source*, no inglês) composta por placas eletrônicas, sensores e placas de expansão, as quais podem ser feitas de forma artesanal e têm um bom desempenho, além de um ambiente de desenvolvimento de software, inicialmente desenvolvido na Itália por uma equipe liderada por Massimo Banzi. Hoje em dia a tecnologia faz parte do cotidiano da maioria das pessoas,

A importância e a presença, quase onipresente, da tecnologia e da informação no cotidiano da maioria das pessoas são inquestionáveis. A questão é: o quanto estão os professores preparados para enfrentar uma realidade mutante do ponto de vista tecnológico e comportamental? Os alunos já não se satisfazem apenas com aulas expositivas de Física, e anseiam por mais e os professores estão angustiados diante da evolução tecnológica e da mudança comportamental de seus alunos que estão irrequietos com as aulas tradicionais (MARTINAZZO et al., 2014).

Graças ao seu baixo custo e à disponibilidade gratuita de seu design de hardware e software, a plataforma Arduino rapidamente se tornou um padrão internacional amplamente adotada em todo o mundo para vários tipos de projetos: de prototipagem rápida a projetos de Internet das Coisas (IoT, do inglês: *Internet of Things*). As **placas Arduino** existem em vários tipos e formatos. O mais simples e mais utilizado é o Arduino UNO, baseado no chip ATmega328P rodando com “clock” de 16 MHz. Todas as placas compartilham o mesmo ambiente de programação e podem diferir quanto ao formato, tamanho da memória, número e tipo de portas e velocidade. Para o propósito de um laboratório de física, a placa Arduino UNO é perfeitamente adequada, a qual pode ser comprada por valores acessíveis e vai ao encontro das necessidades educacionais modernas,

O ensino de Física é motivo constante de preocupação de inúmeros educadores e objeto de pesquisas que abordam vários enfoques. Entre esses enfoques estão a utilização didática do computador, que aos poucos vem sendo introduzido nas salas de aula e laboratórios como uma ferramenta adicional às aulas tradicionais. Existem várias formas de se utilizar o computador no ensino de Física: a aquisição automática e o processamento de dados na forma algébrica e/ou gráfica, modelagem computacional, aplicativos simuladores de fenômenos físicos, além da produção de

audiovisuais destinados a facilitar o processo ensino-aprendizagem (MARTINAZZO et al., 2014).

A placa Arduino UNO possui 14 pinos de E/S digitais, os pinos digitais podem ter dois estados: BAIXO e ALTO, correspondendo a uma tensão de 0V e 5V, respectivamente. Quando usados como portas de saída, os pinos digitais podem fornecer uma corrente de até 20 mA. Seis dos 14 pinos podem ser usados como saídas de Modulação por Largura de Pulso (PWM, do inglês *Pulse Width Modulation*). Também possui seis entradas analógicas, cada uma com resolução de dez bits (0 a 1023) e com faixa dinâmica de 0V a 5V. As portas de alimentação fornecem uma fonte de 5V e 3,3V junto com a referência de aterramento (GND) as quais fornecem correntes de até 50 mA.

Uma conexão USB permite que um usuário programe o chip usando o software Integrated Development Environment (IDE), disponível gratuitamente no site do Arduino. Segundo Oliveira (2015), o usuário escreve seu próprio programa (código fonte em C++) em um PC, compila e então transfere o programa para a memória do Arduino atmega328, que passa a executá-lo imediatamente sempre que é ligado, mantendo um ciclo de repetição contínuo. As placas Arduino podem ser alimentadas usando o cabo USB conectando-o ao PC para programá-lo ou por meio de uma fonte externa de 7 a 12V (uma bateria de 9V é perfeitamente adequada), assim a programação é executada pelo processador,

Assim como em qualquer dispositivo programável, a placa Arduino necessita que os programas sejam desenvolvidos em uma linguagem de programação, compilados e, posteriormente, transferidos para o Arduino, de modo que seja possível a execução dos comandos utilizados no programa (OLIVEIRA, 2015, p.17).

Ao contrário de um computador, o microprocessador não executa um sistema operacional – ele apenas executa comando por comando, sequencialmente, o programa carregado em sua memória –, o programa escrito pelo programador é que vai definir o que o Arduino vai executar. Para escrever o programa o usuário pode usar o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE, do inglês *Integrated Development Environment*), disponível gratuitamente no site do Arduino, em um PC.

Para Mcroberts (2011), Arduino é uma plataforma aberta de hardware e software para o desenvolvimento de projetos de tecnologia. É utilizado nas áreas de automação residencial, robótica, tecnologia da informação e na educação. Consiste em uma parte física que é uma placa microcontrolador à qual sensores e atuadores

podem ser conectados. Existem vários modelos de placas Arduino como Uno, Nano, Mega ou DUE e diferem entre si principalmente na capacidade de conexão e na velocidade de seu microprocessador. O Arduino (**Figura 03**) necessita de um algoritmo para executar uma tarefa que deve ser escrita necessariamente na linguagem C.

Figura 03: Placa Arduíno Uno Utilizada na Pesquisa.



Fonte em < <http://arduino.cc> >. Acessando em: 01 de dezembro 2021

Como o Arduino é de fácil aquisição, com vários modelos disponíveis com tecnologias diversificadas, pode-se criar diversos experimentos em consonância com a necessidade do aluno e contextualizado ao seu cotidiano. Suas bibliotecas possuem código fonte aberto de fácil manipulação e tem um alto nível de popularidade,

Desde que o Arduino teve início, mais de 150.000 placas foram vendidas em todo o mundo. Entre placas-clones não oficiais e placas oficiais, é estimado que mais de 500 mil placas Arduino tenham sido vendidas, o que demonstra seu nível de popularidade e potencial ao tratar-se de uma fonte aberta para a criação de projetos de forma rápida e fácil, contando com uma curva de aprendizagem relativamente pequena (MCROBERTS, 2011, p.37).

Quando estiver pronto, a sintaxe do programa pode ser verificada pelo próprio IDE, se estiver correto, o programa compilado pode ser transferido para o processador do Arduino, atuando um botão com uma seta vista na parte superior esquerda do IDE. Uma vez transferido, o programa começa mantendo um ciclo de repetição e reinicia do zero cada vez que a placa é ligada.

Segundo Oliveira (2015, p.18), os programadores podem adicionar funções ao programa, mesmo que não sejam estritamente necessárias, podem ser considerados apenas como uma forma de manter o código bem organizado e simples o suficiente, devido ser uma linguagem de alto nível, não precisa de um conhecimento em programação elevado, existem muitos tutoriais na Internet sobre como operar o Arduino e mesmo que sejam muito instrutivos, não são projetados especificamente

para a construção de experimentos científicos. Apenas recentemente o conteúdo pedagógico da plataforma Arduino está sendo reconhecido e esperamos que o número de recursos dedicados aumente no futuro.

Para Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011), tradicionalmente, os laboratórios de ensino de ciências são usados nos currículos de física e química para permitir que os alunos descubram e avaliem os fenômenos que, de outra forma, estariam estudando teoricamente. As configurações experimentais podem variar de tecnologia muito baixa (um cronômetro para medir a queda de uma rocha) a uma complexa e alta tecnologia (configuração de laboratório de pesquisa), mas uma condição *sine qua non* para uma aprendizagem bem-sucedida é o envolvimento do aluno,

Existem limitações, quanto ao uso, no que se refere à precisão de leitura feita pelo sistema Arduino, no entanto, para fins didáticos, ..., são irrelevantes diante das possibilidades de aprendizagem tanto do professor quanto do aluno. Com certa razoabilidade é possível pensar em alguns conhecimentos que poderiam ser alcançados, além dos fenômenos físicos diretamente pensados em cada experimento: corrente elétrica, resistência elétrica, capacitância, tensão elétrica, processadores, microcontroladores e assim por diante. Todos esses conhecimentos são importantes para a tecnologia presente nos dias atuais (MARTINAZZO et al., 2014).

Segundo Oliveira 2015, recentemente, o uso de microcontroladores foi muito simplificado com o desenvolvimento do famoso microcontrolador Atmega328 o mesmo se encontra nas placas do Arduino, o qual, de código aberto e de baixo custo, é amplamente utilizado pela comunidade de automação residencial. Já no nível universitário o Arduino está ganhando popularidade: por exemplo, workshops direcionados a professores e promovendo essas placas em laboratórios avançados como ferramenta pedagógica no processo ensino-aprendizagem. Muitos laboratórios de alunos foram repensados usando essa tecnologia, o uso de placas Arduino permite que os alunos criem configurações de baixo custo, como um sistema de espelho computadorizado para configurações ópticas, um cronômetro super sensível em milissegundos e outros experimentos dependendo da necessidade do aluno/professor.

O baixo custo e a flexibilidade do Arduino não são suas únicas vantagens: sua natureza de código aberto pode estimular o compartilhamento de ideias e criatividade entre os alunos. O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. As placas Arduino são capazes de ler entradas - luz em um sensor, um dedo em um botão ou uma mensagem do Twitter - e transformá-

la em uma saída - ativando um motor, ligando um LED, publicando algo on-line. Você pode dizer à sua placa o que fazer, enviando um conjunto de instruções para o microcontrolador da placa. Como o código é relativamente simples, é uma boa maneira para crianças e adultos aprenderem o básico da programação, e com isso, construir ferramentas que facilitem a vida do ser humano, como nota Bueno (1999),

Um processo contínuo através do qual a humanidade molda, modifica e gera a sua qualidade de vida. Há uma constante necessidade do ser humano de criar, a sua capacidade de interagir com a natureza, produzindo instrumentos desde os mais primitivos até os mais modernos, utilizando-se de um conhecimento científico para aplicar a técnica e modificar, melhorar, aprimorar os produtos oriundos do processo de interação deste com a natureza e com os demais seres humanos.

Para Martinazzo (2014), o fato do controlador Arduino básico poder se conectar a todos os tipos de controladores, como botões, sondas, interruptores, etc., também o torna uma boa ferramenta para o início de experimentações com tecnologia e engenharia. A ideia da criação de grupos de estudos em Arduino, garante que a instituição de ensino use como parte do desenvolvimento do currículo escolar, como técnica para aumentar o interesse dos alunos em relação ao aprendizado.

2.2.2 O Software Tracker.

O *software* Tracker é bastante significativo para o ensino-aprendizagem da física na Educação Básica. Partindo da premissa de Vygotsky (1987), que declara que – o conhecimento cognitivo depende do meio social –, então o professor tem que articular uma forma significativa contextualizada socialmente, para o ensino-aprendizagem.

Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, a própria inteligência depende, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos (LÉVY, 1993).

O *software* Tracker (BROWN, 2018) permite, através de uma filmagem, analisar o comportamento físico espacial do objeto em foco, isto é, através de um vídeo do objeto em movimento, o *software* permite descrever as grandezas físicas inerentes ao movimento. Isso possibilita demonstrar na prática para os alunos os fenômenos que acontecem na natureza. Basta ressaltar que, com o experimento fazendo parte do

meio social no qual o aluno está incluso, o estudo do fenômeno vem facilitar a compreensão do aluno.

O software Tracker atende funções variadas no processo ensino-aprendizagem, permite que os alunos compartilhem as grandezas físicas, entendendo o que está acontecendo nos fenômenos naturais. Permite a manipulação de dados e a construção de gráficos, fundamental para a construção de conceitos físicos, através de dados coletados (ALVES FILHO, 2004).

É preciso ter-se em mente que o ponto de partida de toda simulação é a imitação de aspectos específicos da realidade, isto significando que, por mais atraente que uma simulação possa parecer, ela estará sempre seguindo um modelo matemático desenvolvido para descrever a natureza, e este modelo poderá ser uma boa imitação ou, por outras vezes, um autêntico absurdo. Uma simulação pode tão somente imitar determinados aspectos da realidade, mas nunca a sua total complexidade. Uma simulação, por isso, nunca pode provar coisa alguma. O experimento real será sempre o último juiz (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p.77-88).

Como descreve o conceito de mecânica, o movimento em si é algo a ser estudado de forma significativa, para que isso aconteça teremos que levar em consideração o estudo do movimento, visto que a análise gráfica é importante para se ter um estudo rico do movimento. Para Anjos (2008), O software Tracker torna o estudo do movimento significativo para o aluno devido mostrar graficamente o que acontece. Vamos considerar um menino lançando uma bola que descreve um lançamento oblíquo. Sabemos que a bola vai descrever um movimento parabólico. Utilizando as ferramentas do software Tracker, poderemos ver pontos que representam os quadros da filmagem do movimento da bola e esses quadros vão mostrar a posição da bola de modo que o programa descreverá seu movimento – uma parábola.

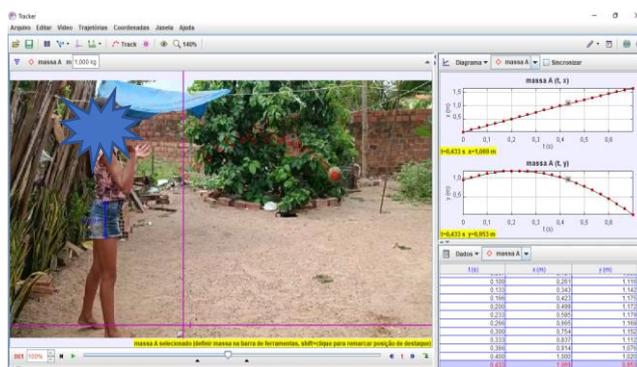
Um aspecto que merece destaque trata da facilidade de acesso e a possibilidade de rodar a simulação em qualquer equipamento sem a necessidade de recursos altamente específicos. Todas as simulações podem ser usadas diretamente na página principal, mas também é permitido o download. Elas são geralmente desenvolvidas em Flash e, se o computador não tiver o plug-in, o usuário é direcionado a baixar e instalar o recurso na sua máquina de forma simples (ARANTES, 2010).

Segundo Brown (2011), para usar o software Tracker vamos precisar de uma câmera filmadora, que pode ser até mesmo a de um celular e, após a filmagem do evento a ser estudado, vamos exportar para o software e fazer as devidas configurações para poder estudar o que ocorre no experimento realizado.

Um procedimento típico mediado pelo uso do Tracker consiste na organização do experimento e na filmagem do movimento de interesse. Em seguida, transfere-se o arquivo de vídeo para o programa (que deve estar previamente instalado no computador) e faz-se a marcação dos pontos quadro a quadro. Os procedimentos necessários são explicados nos manuais presentes no programa (BROWN, 2011).

Segundo Alves (2019), como o software Tracker funciona em um ambiente virtual, o mesmo dispensa a necessidade de fio condutores de eletricidade, sensores e outras peças eletrônicas, tendo a necessidade apenas de uma câmera filmadora que pode ser até mesmo a câmera do próprio computador ou celular. A **Figura 04** mostra o software em execução.

Figura 04: Mostra a Interação do Vídeo com o Software Tracker.



Fonte: Acervo do Autor

Para que os recursos tecnológicos se tornem um instrumento de colaboração com o ensino, é necessário associar a ação com a reflexão e, nesse sentido, vale refletir sobre a importância do uso das tecnologias e quais objetivos pretende atingir, salientando os pontos positivos e as possíveis limitações diante dessas tecnologias (MONTEIRO; NANTES, 2021, p.77-88).

Para Monteiro e Nantes (2021), em uma simulação, o software não vai levar em consideração a resistência do ar, fenômenos da natureza que torna o experimento virtual com conceitos físicos falhos, pois quando o aluno tenta fazer na prática o experimento, o fenômeno não acontece como descreve o simulador virtual, coisa que na experimentação real todos os elementos da natureza estão em ação.

3 FUNDAMENTOS FÍSICOS.

Utilizamos neste trabalho o movimento de projétil que utiliza a física clássica, em particular a cinemática, para descrever sua evolução espaço-temporal.

Começamos então definindo as grandezas vetoriais velocidade e aceleração. Posteriormente apresentamos deduções gerais da equação horária do movimento a partir da **representação de força** e da **representação de energia**, aplicadas ao movimento de uma partícula no espaço-tempo.

Na sequência, apresentamos as equações particulares aplicadas ao Movimento Unidimensional Uniforme ou Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e, por fim, a equação do alcance utilizada na instrumentação desenvolvida neste trabalho.

3.1 Equações de Movimento – Cinemática.

A velocidade instantânea de um projétil é definida como a variação diferencial temporal do vetor posição espacial, \vec{r} , no tempo, t ,

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (3.1.0)$$

E sua aceleração instantânea como a variação diferencial temporal da velocidade no tempo, onde aqui entende-se velocidade em sua completude – uma grandeza vetorial que tem, além do módulo, direção e sentido no espaço.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (3.1.1)$$

Em um movimento unidimensional na direção \hat{x} e em uma determinada posição arbitrária, x , podemos suprimir a notação vetorial e escrever,

$$\left\{ \begin{array}{l} v_x = \frac{dx}{dt} \\ a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \end{array} \right\} \quad (3.1.2)$$

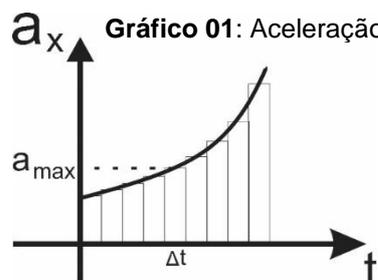
Logo a aceleração nada mais é que a derivada de segunda ordem da posição em relação ao tempo.

Quando a aceleração não é constante, mas é conhecida em função do tempo, podemos determinar a velocidade e a posição em função do tempo, integrando a

função aceleração, logo a área debaixo da curva $a_x \times t$, é igual ao valor da velocidade (em relação à velocidade inicial), conforme a equação (3.1.2).

Do mesmo modo, conhecendo-se a velocidade em função do tempo, a área debaixo da curva $v_x \times t$, é igual ao valor do espaço percorrido, conforme a equação 3.1.4.

Gráfico 01: Aceleração em Função do Tempo



Fonte: Acervo do Autor

$$v_x - v_{0x} = \int_0^t a_x dt \quad (3.1.3)$$

$$x - x_0 = \int_0^t v_x dt \quad (3.1.4)$$

3.2 Equação Horária a Partir da Representação de Força e da Representação de Energia.

Apresentamos a seguir duas deduções da chamada equação horária do movimento retilíneo uniforme. Uma a partir da concepção de força, tendo como ponto de partida a 2ª lei da dinâmica e a outra a partir da concepção de energia mecânica para um sistema conservativo.

3.2.1 Na Representação de Força

A segunda das leis da Dinâmica, também conhecida como **2ª Lei de Newton**, estabelece uma proporcionalidade entre a variação temporal do momento linear, p , de uma partícula e a força, $F(t)$, sobre ela aplicada,

$$\vec{F}(t) = \frac{d\vec{p}(t)}{dt}$$

Integrando a equação acima para o momento linear encontramos, para um movimento unidimensional, onde podemos suprimir a notação vetorial e usando o subíndice o para denotar o valor de uma grandeza no início de seu movimento,

$$p(t) = p_o + \int_{t_o}^t F(t)dt \Rightarrow \frac{dx}{dt} = v(t) = v_o + \frac{1}{m} \int_{t_o}^t F(t)dt$$

Haja vista que, $p = mv$, onde m é a massa e v a velocidade da partícula. Integrando novamente esta expressão em $z(t)$, obtemos a equação geral que nos dá a dependência funcional da posição da partícula no tempo,

$$z = z_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{m} \int_0^t dt'' \int_{t_0}^{t''} F(t') dt'$$

Campo de Forças Constante

Caso estejamos na presença de um campo de forças constante: $F(t) = m\alpha = \text{constante}$, onde m é a massa da partícula e α sua aceleração, teremos, performando a integral da equação acima,

$$z(t) = z_0 + v_0\Delta t + \frac{1}{2}\alpha\Delta t^2$$

onde $\Delta t = t - t_0$. Que é a chamada equação horária do MRUV.

3.2.2 Na Representação de Energia

Em um campo de forças conservativo podemos definir a função energia potencial, $U(\vec{r})$, que é função das coordenadas espaciais, pela seguinte expressão,

$$\Delta U(\vec{r}) = U(\vec{r}) - U_0 = - \int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r} = -\Delta W \quad (3.2.2.1)$$

onde $U_0 = U(\vec{r}_0)$ é a energia potencial na posição inicial do movimento, \vec{r}_0 . Geralmente a posição inicial é escolhida como a origem do sistema de referências com a concomitante escolha da energia potencial inicial igual a zero, i.e., $U_0 = U(\vec{r}_0 = 0) = 0$.

Uma expressão da função espacial energia potencial (3.2.2.1) só pode ser obtida com o conhecimento explícito da lei de forças.

Por outro lado, o teorema trabalho-energia assevera que o trabalho, ΔW , efetuado por uma força em uma determinada trajetória arbitrária é igual à variação da energia cinética, ΔK , da partícula,

$$\Delta W = \int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r} = \Delta K = K - K_0 \quad (3.2.2.2)$$

Que leva à concomitante definição de energia cinética, onde v é a velocidade escalar da partícula.

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (3.2.2.3)$$

Equiparando estas duas equações obtemos o conhecido resultado que a energia mecânica total de uma partícula em um campo de forças conservativo se conserva,

$$E_T = K + U = \text{constante} \quad (3.2.2.4)$$

Substituindo a equação B.3 na B.4 e resolvendo em relação à velocidade,

$$v(\vec{r}) = \sqrt{\frac{2}{m} \sqrt{E_T - U(\vec{r})}}$$

que nos dá o valor do módulo da velocidade em uma determinada posição do espaço, conhecida a função energia potencial.

Campo de Forças Unidimensional

Quando o campo de forças é unidimensional, a configuração espacial da energia potencial é representada por superfícies equipotenciais planas e paralelas, com os planos direcionados na direção do campo. Denominando por z a coordenada linear paralela ao campo de forças, então $U = U(z)$ e como apenas a componente da velocidade na direção z variará de acordo com o movimento, teremos,

$$v_z = \frac{dz}{dt} = \sqrt{\frac{2}{m} \sqrt{E_T - U(z)}}$$

Fazendo a separação de variáveis desta equação e integrando,

$$\Delta t = \sqrt{\frac{m}{2}} \int_{z_0}^z \frac{dz}{\sqrt{E - U(z)}}$$

Campo de Força Unidimensional e Constante

Agora, se o campo de forças, além de unidimensional, é constante, $\vec{F} = F\hat{z} = m\alpha\hat{z}$, onde $F = m\alpha = \text{constante}$, é o módulo da força, m é a massa da partícula e α sua aceleração, e como, $\hat{z} \cdot d\vec{r} \equiv dz$, teremos,

$$\Delta U(z) = - \int_{z_0}^z F \hat{z} \cdot d\vec{r} = - \int_{z_0}^z m\alpha dz = -m\alpha(z - z_0) = -m\alpha\Delta z$$

Escolhendo o valor da energia potencial no ponto de referência, $U_0 = U(z_0 = 0) = 0$, assim como a origem do sistema de coordenadas, como nulos, teremos a expressão para a energia potencial,

$$U(z) = -maz$$

Logo,

$$t - t_0 = \Delta t = \sqrt{\frac{m}{2}} \int_{z_0}^z \frac{dz}{\sqrt{E + maz}}$$

Integrando esta equação obtemos a equação horária do MRUV,

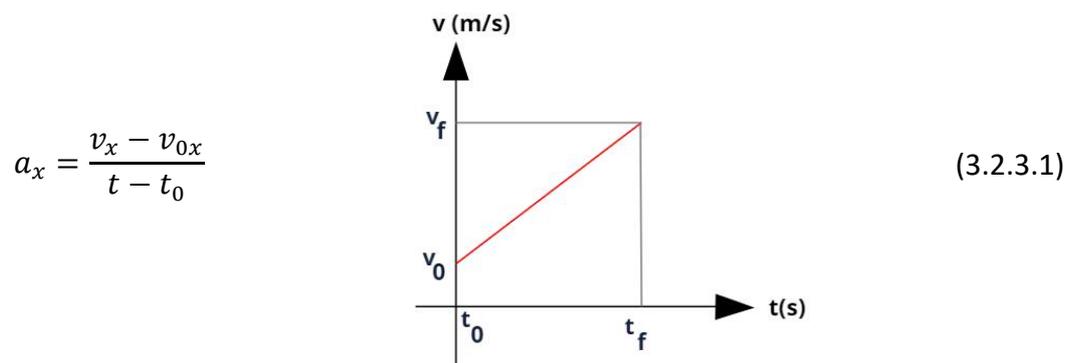
$$z(t) = z_0 + v_0\Delta t + \frac{1}{2}\alpha\Delta t^2$$

Para o caso de um movimento próximo à superfície da Terra, com o eixo z vertical com sentido para cima, teremos que $\alpha = -g$.

Esta equação descreve um movimento sob ação de uma força constante, independente do tempo e do espaço também, como é o caso da componente vertical da força peso de uma partícula nas proximidades da superfície de nosso planeta, Terra. Obviamente a viscosidade do ar é desprezada nestes cálculos.

3.2.3 Movimento Com Aceleração Constante

O movimento com aceleração constante, é relativamente simples de ser equacionado – o chamado Movimento Uniformemente Variado (MUV), isso é, a velocidade terá uma taxa constante no decorrer do movimento, isso acontece no ato da queda livre ou do lançamento de uma partícula, nas proximidades da superfície da Terra. Portanto, sendo, $v_x = v_x(t)$, podemos escrever,

Gráfico 02: Velocidade em Função do Tempo

Fonte: Acervo do Autor

Para um tempo inicial igual a zero, $t_0 = 0$, teremos,

$$v_x = v_{0x} + a_x t \quad (3.2.3.2)$$

Como o espaço percorrido é igual à área debaixo da reta $v_x(t)$,

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} t$$

Então podemos definir uma velocidade efetiva, que é a velocidade média, pela relação,

$$\bar{v} = (v_{0x} + v_x) \frac{1}{2} \quad (3.2.3.3)$$

$$\bar{v} = v_{0x} + \frac{1}{2} a_x t$$

Onde foi substituída a equação (3.6) nesta última equação. Logo o espaço percorrido, $x - x_0$, será,

$$x - x_0 = \bar{v} t$$

ou,

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2 \quad (3.2.3.4)$$

onde o tempo inicial foi considerado zero, $t_0 = 0$.

Em alguns casos se faz necessário não utilizar o tempo, é para que isso aconteça, vamos substituir o tempo da equação (3.2.3.3) na equação (3.2.3.4).

$$\begin{aligned}
 x &= x_0 + v_{0x} \left(\frac{v_x - v_{0x}}{a} \right) + \frac{1}{2} a_x \left(\frac{v_x - v_{0x}}{a} \right)^2 \\
 x &= x_0 + \frac{v_{0x} v_x - v_{0x}^2}{a} + \frac{1}{2} a_x \left(\frac{v_x^2 - 2v_x v_{0x} + v_{0x}^2}{a_x^2} \right) \\
 2a_x(x - x_0) &= v_x^2 - v_{0x}^2 \\
 v_x^2 &= v_{0x}^2 + 2a_x \Delta x
 \end{aligned} \tag{3.2.3.5}$$

onde

$$\Delta x = x - x_0.$$

Equação do Movimento com Aceleração Constante (Queda livre)

A queda livre de um corpo acontece devido à ação da força peso, que puxa os corpos para baixo, devido a existência do campo gravitacional. A aceleração gravitacional é representada, portanto, por um vetor na direção vertical e sentido para baixo. A queda livre é um caso particular de movimento com aceleração constante. O módulo da aceleração da gravidade é uma grandeza positiva, g . A aceleração de um corpo em queda livre é sempre orientada de cima para baixo.

Se soltarmos um corpo em queda livre, esse objeto vai cair com aceleração constante, e com isso, poderemos prever sua velocidade em todo percurso do movimento. As experiências demonstram que Galileu está correto – quando os efeitos do ar podem ser desprezados todos os corpos em um dado local caem com a mesma aceleração, independentemente de seus tamanhos e pesos.

3.3 Dedução do Alcance Segundo as Condições de Contorno da Instrumentação

Calculando o alcance adotando o móvel partindo do repouso e origem das posições:

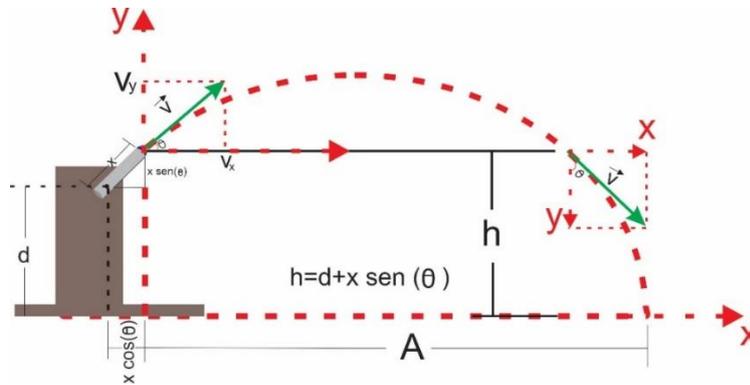
$$\begin{aligned}
 v &= v_0 + at \\
 v &= at \\
 a &= \frac{v}{t}
 \end{aligned} \tag{3.3.1}$$

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2} a_x t^2 \tag{3.3.2}$$

Substituindo a equação (3.3.1) na equação (3.3.2)

A **Figura 05** descreve a trajetória do projétil após ser lançado pelo Produto educacional, descrevendo uma trajetória parabólica, e com esse aspecto de trajetória

Figura 05: Produto educacional (Gráfico)



Fonte: Acervo do Autor.

podemos encontrar o alcance através da equação do 2º grau.

$$a_x = \frac{2x}{t^2} \quad (3.3.2)$$

$$x = + \frac{1}{2} v t^2$$

$$v_x = \frac{2x}{t} \quad (3.3.1)$$

Como a aceleração escalar é a primeira derivada da velocidade em função ao tempo, então vamos derivar a equação (3.3.1)

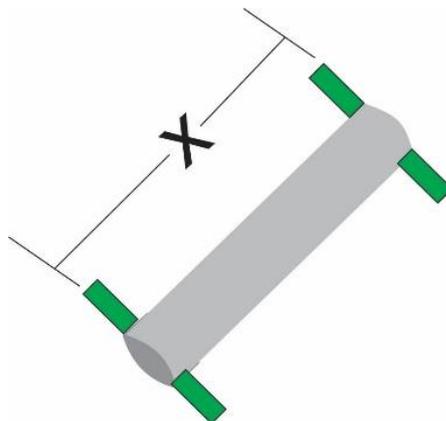
$$A = \left[\frac{v^2 \sin \theta}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2 \sin^2 \theta}} \right) + x \right] \cos \theta \quad (3.3.4)$$

3.4 Conceitos Físicos Aplicado No Arduino

O Arduino tem uma plataforma baseada em C++, com isso, podemos escrever equações que no ato da execução do programa, após ler todos os sensores da instrumentação (os sensores tem distância um do outro representado por "x" como

mostra a figura 06, o mesmo executara as formulas e dará uma resposta plausível do lançamento de um projétil ou queda livre de um corpo.

Figura 06: Canhão da Instrumentação



Fonte: Acervo do Autor.

Nesse momento vamos descrever as formulas que será utilizada pelo Arduino para encontrar a aceleração da gravidade e o alcance do projétil dependendo do ângulo de lançamento descrito na **Quadro 01**.

Quadro 01: Tabela das Fórmulas Deduzidas e Aplicadas no Arduino

$v = \frac{2x}{t}$	v = Velocidade entre os sensores LDR x = Distância entre os sensores LDR t = Tempo de deslocamento do projétil entre os sensores LDR
$g = \frac{2x}{t^2}$	g = Aceleração gravitacional de queda entre os sensores LDR x = Distância entre os sensores LDR t = Tempo de deslocamento do projétil
$A = \left(\frac{v_0^2 \sin \theta}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2h_0 g}{v^2 \sin^2 \theta}} \right) + x \right) \cos(\theta)$	g = Aceleração gravitacional. v = Velocidade θ = Ângulo de inclinação

Fonte: Acervo do Autor.

As formulas foram aplicados no Arduino, escrito em uma linguagem de programação em C++. Com a execução do programa no Arduino, o mesmo tratou os dados que foram coletados dos sensores e aplicou nas fórmulas que estão rodando no código fonte do Arduino e, com isso, obter os resultados pertinentes.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA.

Esse capítulo aborda a construção do produto – mini laboratório de física no lançamento de projétil e queda livre, coleta de dados e programação para sua aplicação. Foi dividido em etapas, cada etapa baseada na proposta da metodologia da sala de aula invertida como ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem e como essa metodologia enfatiza o uso de modelagem da física aplicada no cotidiano do aluno.

4.1 Cronograma

A **Quadro 02** descreve o momento e o tempo em que cada atividade aconteceu, discriminando o tempo de cada aula e sua duração e se a aula foi on-line ou presencial. Isso foi necessário para abranger maior quantidade de alunos, pois as aulas na rede estadual não começaram com o número total de alunos devido à pandemia do **COVID-19**.

Quadro 02: Cronograma da Aplicação do Produto

ATIVIDADE	DATA DA APLICAÇÃO	ATIVIDADES	TEMPO DE DURAÇÃO
1º MOMENTO	04/10/2021 05/10/2021	1. Conhecimento empírico do assunto lançamento oblíquo, momento de discussão entre os alunos. 2. Foi aplicado um questionário Qualitativo com intuito de coletar dados para fazer o produto educacional.	180 min em ambiente virtual e presencial.
2º MOMENTO	08/11/2021 09/11/2021 15/11/2021 16/11/2021	1. Formulando o conhecimento científico, através do conhecimento empírico 2. Testando a funcionalidade do produto “mini laboratório de física Lançador de projétil” desenvolvido pelos alunos e professor 3. Apresentação do assunto função do segundo grau: aplicado no movimento uniformemente variado.	270 minutos aula presencial.
3º MOMENTO	20/12/2021	1. Testando o conhecimento adquirido pelo aluno em forma de avaliação quantitativa e qualitativa. 2. O processo avaliativo será no início até o fim da aplicação do projeto.	60 min

Fonte: Acervo do Autor

4.2 Coleta de dados (1º Momento)

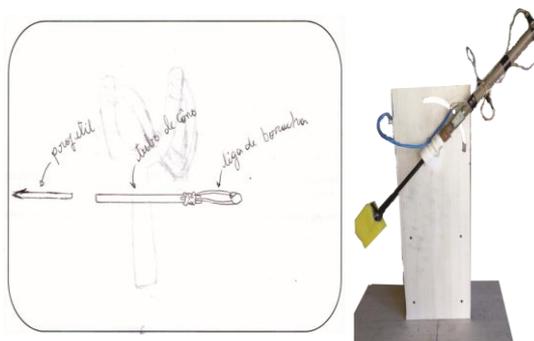
Neste momento, foi aplicado um questionário qualitativo no intuito de coletar dados para a construção do conhecimento e construção do produto educacional. Todo o material encontra-se no apêndice.

Através de um grupo no WhatsApp ocorreram discussões entre os alunos, relacionando o conhecimento empírico sobre o assunto **lançamento oblíquo** na disciplina física se faz ciências quando existe pensamentos diferentes que convergem a um ponto comum.

4.3 Aplicação da Instrumentação (2º Momento)

A instrumentação teve sua parte estrutural construída nesse momento, através de dados coletados no primeiro momento, devido um desenho feito pelo aluno e adaptado pelo professor como mostra a **Figura 07**.

Figura 07: Desenho do Aluno como Base na Construção e Lançador de Projétil



Fonte: Acervo do Autor

Nesse momento foi aplicado a instrumentação e através da aplicação foram construídos conceitos científicos orientados pelo professor instigando os alunos a formalizar suas hipóteses.

As aulas foram planejadas conforme o plano de aulas mostrado na **Quadro 03**.

Quadro 03: Plano de Aula

PLANO DE AULAS	
Público Alvo:	Alunos do 2º ano do ensino médio
Dias/aulas:	08/11/2021 (2 aulas 90 min)

09/11/2021 (1 aula 45 min)

15/11/2021 (2 aulas 90 min)

16/11/2021 (1 aula 45 min)

Conteúdo

- Aceleração gravitacional
- Lançamento oblíquo
- Equação do 2º grau aplicada a física

Objetivos

- Compreender a relação das grandezas com lançamento de projéteis
- Entender as relações físicas e matemáticas presentes no lançamento oblíquo de projéteis

Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Metodologia

As referidas aulas foram divididas em três momentos, envolvendo os conceitos do movimento uniformemente variado sendo aplicado na equação quadrática representado pelo movimento oblíquo. Antes de iniciar com formulações teóricas, os alunos vão debater sobre conceitos referente ao movimento uniformemente variado em um grupo de WhatsApp e assim formando seus próprios conceitos. Após a formalização de conceitos o professor irá expor o que acontece no lançamento de um projétil, sobre onde irá cair e medir com os alunos, verificar a aceleração da gravidade e através das aferições, proporcionando aos alunos trabalhar o conhecimento científico (aulas expositivas no quadro branco e aplicadas ao produto educacional).

Avaliação

A avaliação tem caráter qualitativo e se dará no decorrer do projeto com a observação feita pelo professor e a participação dos alunos com peso de 40% e um trabalho individual com peso de 60% culminando o projeto.

Fonte: Acervo do Autor

A instrumentação (laboratório de física baseado no lançamento oblíquo de projétil) foi aplicada no decorrer do segundo momento, dando base ao processo ensino-aprendizagem. Nesse momento os alunos fizeram medidas e anotações, analisaram o software que foi desenvolvido com as fórmulas do movimento uniformemente variado adaptada para o Arduino (software no apêndice) e analisaram dados quantitativos tratado pelo Arduino.

Como mostra a **Figura 08**, os alunos passaram de mero espectadores, em uma prática consolidada no ensino tradicional, para participação ativa no desenvolvimento do projeto, tendo o professor como um articulador, dando suporte na instrumentação e construção do conhecimento.

Figura 08: Alunos Utilizando o Arduino no Lançamento de Projétil



Fonte: Acervo do Autor

A **Figura 09** mostra os alunos participando diretamente da aula, na parte de coleta de dados e descrevendo essas informações no quadro branco, coisa que não acontece com frequência no ensino tradicional.

Figura 09: Aluna Anotando Dados no Quadro Coletados do Arduino.



Fonte: Acervo do Autor

Os alunos estão preparando a instrumentação para encontrar a aceleração da gravidade na sala de aula (**Figura 10**). Para tal foram coletados 7 valores tratados pelo Arduino, os quais descrevem a queda livre de um projétil. A aceleração da gravidade foi calculada como a média dos diversos valores coletados.

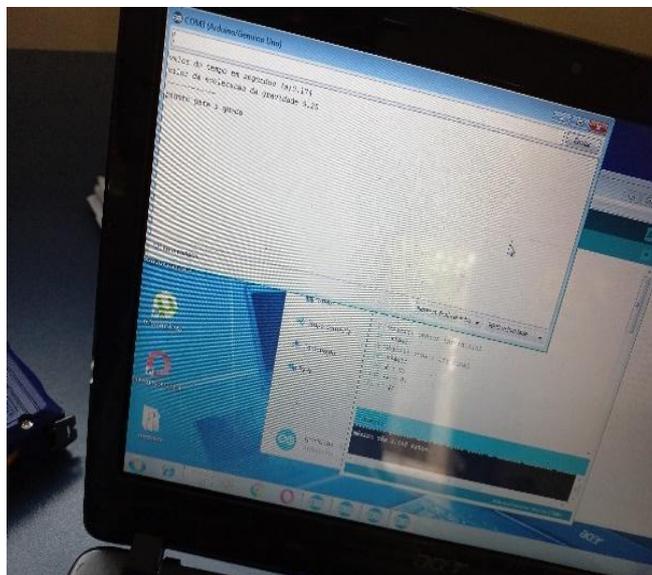
Figura 10: Produto Educacional Verificando o Valor da Aceleração Gravitacional



Fonte: Acervo do Autor

A **Figura 11**, mostra os valores tratados e calculados pelo Arduino.

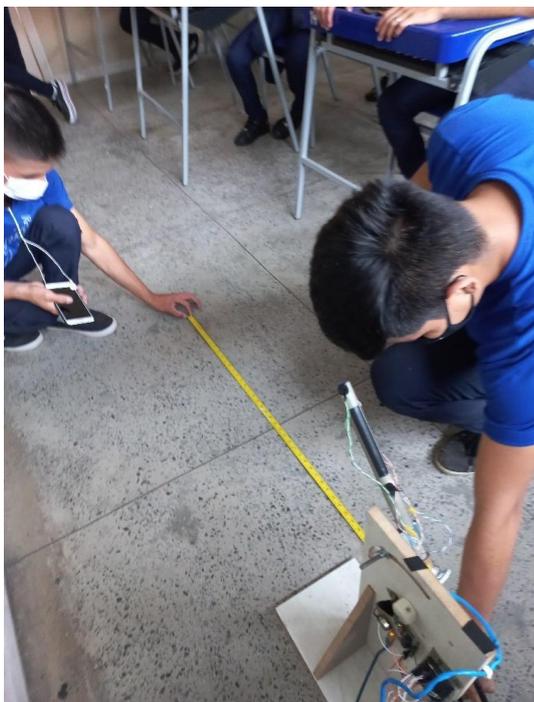
Figura 11: Monitor Serial Apresentando Dados Tratados pelo Arduino



Fonte: Acervo do Autor

A **Figura 12** mostra os alunos aferindo o alcance após o lançamento, ponto onde o projétil tocou o chão com relação a instrumentação, após ter sido executado o lançamento oblíquo com a instrumentação construída.

Figura 12: Alunos Aferindo o Deslocamento do Projétil



Fonte: Acervo do Autor

4.4 Avaliação (3º Momento)

Com o advento da pandemia (COVID-19), desde março de 2020 as escolas públicas tiveram suas aulas presenciais paralisadas, o que afetou tanto o Brasil como outros países, e com isso, a educação teve que procurar formas diversificadas para continuar o processo de ensino-aprendizagem, utilizando como ferramenta a tecnologia,

Pense como seria a sua vida e a de qualquer pessoa se não tivéssemos as tecnologias nos ajudando a realizar as nossas atividades diárias. Eu não poderia agora, por exemplo, estar me comunicando com você, contando essa longa história de relacionamentos bem sucedidos entre os homens e as tecnologias (KENSKI, 2012, p.89).

Dando continuidade no processo de ensino-aprendizagem, aconteceu o processo avaliativo, dividido em duas partes do total.

1ª Parte: (Correspondendo a 40% da nota)

A avaliação do aluno, acontece de forma qualitativa no decorrer do processo de ensino-aprendizagem, onde será avaliado de forma significativa sua participação, frequência nas salas online e presenciais de acordo com a necessidade, organização e contribuição no ensino remoto, fazendo com que as aulas on-line e presenciais sejam satisfatórias.

2ª Parte: (Correspondendo a 60% da nota)

Nesse momento o aluno fará uma avaliação on-line, através de um formulário de múltipla escolha contendo 10 questões de caráter quantitativo.

O link referente à avaliação será postado no grupo do WhatsApp pelo professor no decorrer do processo de ensino. Após o aluno enviar sua avaliação receberá sua pontuação automaticamente e sua resposta ficará arquivada no google drive, onde apenas o professor terá acesso.

5 ANÁLISE E DISCURSÕES.

5.1 Análise de Categorização – com auxílio do IRAMUTEQ

Introdução

A pesquisa qualitativa vem se apropriando cada vez mais de tratamentos numéricos para visualizar de uma forma sintética a multitude de dados presentes em um texto para a consecução de uma análise textual, com aplicação também de métodos estatísticos sofisticados, como a análise fatorial, por exemplo. Como as pesquisas cada vez mais complexas, na década de 1980 houve a necessidade de se criar *softwares* cada vez mais potentes para se fazer o tratamento textual (Souza, et al, 2018).

A pesquisa com dados qualitativos realizada neste trabalho utiliza o software *IRAMUTEQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires)* para realizar uma análise textual. Esta análise foi encetada na interpretação de respostas a um questionário respondido pelos alunos do segundo ano do colégio de Ensino Médio do Estado do Pará.

O software livre IRAMUTEQ foi criado por Pierre Ratinaud e mantido até 2009 na língua francesa, e nos dias atuais conta com um dicionário em várias línguas, é desenvolvido na linguagem Python e utiliza funcionalidades providas pelo software estatístico R (SOUZA et al., 2018),

No Brasil, o IRAMUTEQ começou a ser utilizado em 2013 em pesquisas de representações sociais, entretanto, outras áreas também se apropriaram do seu uso, e contribuem para a divulgação das várias possibilidades de processamento de dados qualitativos, visto que permite diferentes formas de análises estatísticas de textos, produzidas a partir de entrevistas, documentos, entre outras (Souza, Wall, Thuler e Peres, 2018).

A análise qualitativa numérica aplicada aos dados coletados a partir das respostas a um questionário respondido por alunos do segundo ano do Ensino Médio mostrou-se profícua com a visualização em forma de gráficos numéricos ou semi-quantitativos.

A análise começou sendo realizada com o método de construção dos segmentos de texto (ST) no modo parágrafo, usado quando os textos analisados são curtos, como foram aqueles frutos das respostas às perguntas do questionário.

A Análise Fatorial por Correspondência (AFC) revelou, com relação à variável Aluno (Al), que os alunos números 8 e 3 estavam bastante afastados do agrupamento dos demais na observação do gráfico dos fatores. Uma leitura posterior do conjunto de respostas revelou desconexão entre perguntas e as respostas. Por exemplo, para a questão no. 2, do aluno 3: “Você poderia explicar abaixo, usando suas próprias palavras, o que você entende sobre aceleração da gravidade?” sua resposta foi: “Eu entendo como medir as coisas.”. Decidiu-se retirar estes alunos do *corpus* textual.

Nas *propriedades* para a realização da análise lexical, foram definidas as seguintes condições, observado que 1 significa *forma ativa*, 2 *forma suplementar* e 0 *forma eliminada*: advérbio como forma suplementar (2) e artigo definido, indefinido e preposição foram eliminados (0), porque estas classes de palavras não têm relevância para a análise que objetivamos. Todas as outras classes de palavras foram deixadas como sugere o *default* do IRAMUTEQ.

Em resumo foram 32 textos, 123 segmentos de texto, com 1773 ocorrências, 320 formas lexicais das quais 137 (7,7% das ocorrências) são hápax (formas que aparecem uma única vez no corpus textual), com uma média de 55,41 ocorrências por texto.

Na análise de especificidades e AFC foi escolhida uma frequência mínima de 5 para a análise das formas lexicais, isto porque o *corpus* é relativamente pequeno.

As questões 6 e 7 do questionário foram colocadas no corpus textual como variáveis, já que estão em forma de múltipla escolha. A 6ª questão “A quantidade de aulas usadas para as atividades, você julga serem suficientes?” foi usada a variável *Aula_n, com n igual a 1 para sim e 2 para não.

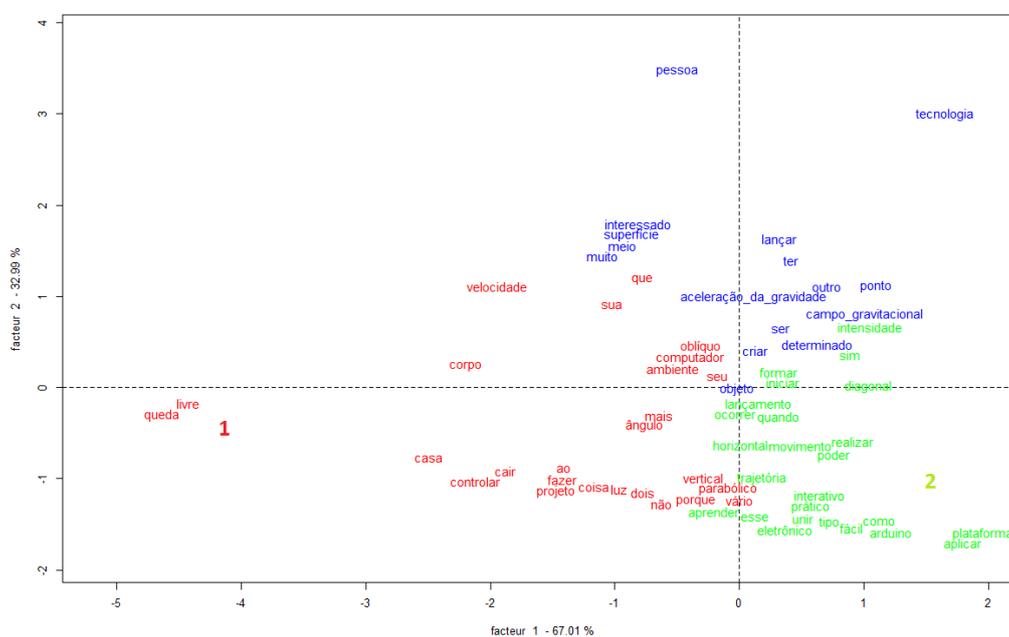
A 7ª questão “Como você classifica sua aprendizagem ao longo das atividades propostas?” foram rotuladas como Apz_n, com n igual a 1 para *plenamente satisfatória*, 2 para *parcialmente satisfatória* e *parcialmente insatisfatória*, 3 para *irrelevante* e *totalmente insatisfatória*. O rótulo 1 foi escolhido por 10 alunos, o 2 por 18 alunos e o 3 por apenas 3 alunos, portanto apenas as variáveis 1 e 2 são relevantes e foram consideradas na interpretação. Observamos pela AFC que estes alunos estão divididos principalmente em dois grupos divididos claramente pelo fator 1, que responde por 67% de toda a informação, que estão em dois quadrantes distintos. O Apz_1 são aqueles que estão mais focados no aspecto da ciência física, ou seja, no movimento do projétil propriamente, já o grupo Apz_2 no aspecto tecnológico

relacionado ao Arduino. Estes dois aspectos revelam-se como importantes para apreender o processo de ensino-aprendizagem categorizando inicialmente o conjunto de dados em dois grupos principais.

Análise Fatorial de Correspondência

No grupo **1** observa-se o interesse pelo fenômeno físico do movimento – lançamento oblíquo e queda livre e no grupo **2** observa-se interesse pela tecnologia aplicada ao fenômeno físico. Temos então duas realidades principais: *Movimento Livre* e *Tecnologia Aplicada* como é caracterizado no **Gráfico 03**.

Gráfico 03: Análise Fatorial de Correspondência



Fonte: Acervo do Autor.

Classificação Hierárquica Descendente

Na Classificação Hierárquica Descendente (CHD) 27 textos foram classificados de um total de 32 em um percentual de 84%, que atesta a factibilidade da análise textual. No total 6 classes foram criadas.

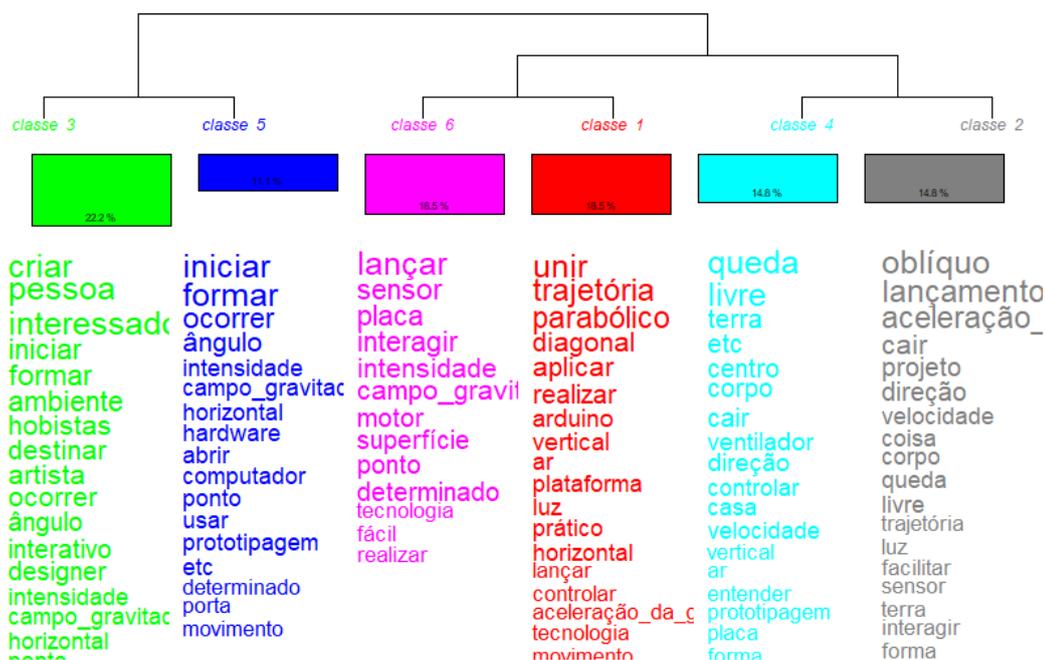
O método de construção dos Segmentos de Texto (ST) foi através de parágrafos, já que as respostas ao questionário são geralmente bastante curtas, desta forma cada resposta será considerada como um ST.

As classes 2 e 4 revelam o tema do movimento em si – queda livre e lançamento oblíquo que se classifica na categoria de *Movimento Livre*, já observado na AFC através da variável Aprendizagem (Apz).

Os grupos 1 e 6 apresentam também semelhança nos temas que seria a aplicação da tecnologia envolvendo o Arduino para o movimento do projétil, ou seja, *Tecnologia Aplicada no cotidiano do aluno*.

Com relação as classes 3 e 5 que estão associadas entre si, essas classes tem um forte laço com a tecnologia como ferramenta facilitadora para o dia a dia do ser humano. Quando se misturam conceitos das ciências e tecnologia, essas tecnologias podem exercer um papel fundamental na Aprendizagem Baseada em Projetos com advento do Arduino trazendo através da instrumentação experimentos que fazem parte do cotidiano do aluno, isso faz com que o aprendizado utilizando Arduino torne-se um hobby para o aluno, instigando-o ao conhecimento de programação, isto é, fazendo com que o aluno comece a programar e estimular sua criatividade voltada a lógica de programação. O **Gráfico 04** descreve as classes.

Gráfico 04: Classificação Hierárquica Descendente

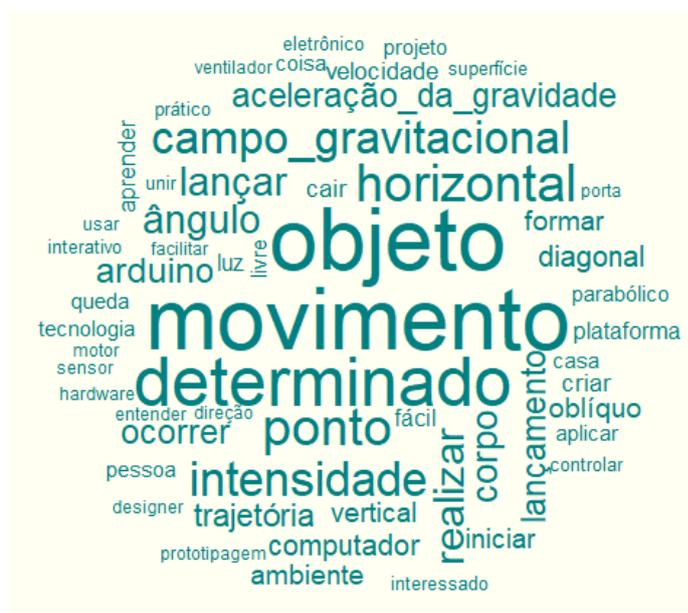


Fonte: Acervo do Autor.

Análise De Similitude

Na análise de similitude escolheu-se formas com frequência maior ou igual a 4, com o resultado mostrado no **Gráfico 05**. Observa-se que o fenômeno físico é o tema principal desta árvore, com palavras como: *movimento*, *parabólico*, *trajetória*, que fazem parte da raiz central, teremos como ramificação do movimento *queda livre* que define o lançamento oblíquo, correspondendo a conceitos científicos. Já no ramo

Gráfico 06: Nuvem de Palavras



Fonte: Acervo do Autor.

Categorização

Nesse momento vamos classificar a categorização das classes de acordo com algumas respostas dadas pelo aluno referente a leitura feita pelo IRAMUTEQ, a palavra destacada é o que caracteriza a categoria.

Categoria	Resposta dos alunos
Movimento Livre	“... para controlar e dar vida as coisas é um corpo que cai em queda livre uma função de movimentos na vertical e horizontal se bem conduzido esse processo torna a aula mais dinâmica”
	“... em várias coisas tecnológicas como na automação de carros aceleração_da_gravidade é g igual a 10 por exemplo dois objetos de massa diferente ao serem jogados de uma certa altura caem ao mesmo tempo por exemplo um jogador chuta uma bola altura o ângulo e trajetória a distância tudo é lançamento obliquo não vejo diferença no ensino”
Tecnologia Aplicada	“... é um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal esse tipo de movimento realiza uma trajetória paralela unido movimento horizontal”
	“... na placa é possível conectar sensores motores e milhares de dispositivos que interagem com o mundo a aceleração_da_gravidade e a intensidade do

	campo_gravitacional em um determinado ponto o lançamento oblíquo ou de projétil é um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal facilita aprendizagem por meio da tecnologia de computadores”
Arduino no cotidiano	“... podemos em tudo aquilo que uma pessoa interessada em criar objetos ou ambiente”
	“... é destinado a artistas designers hobistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos e projetos eletrônicos e robóticos”

5.2 Análise dos Questionários

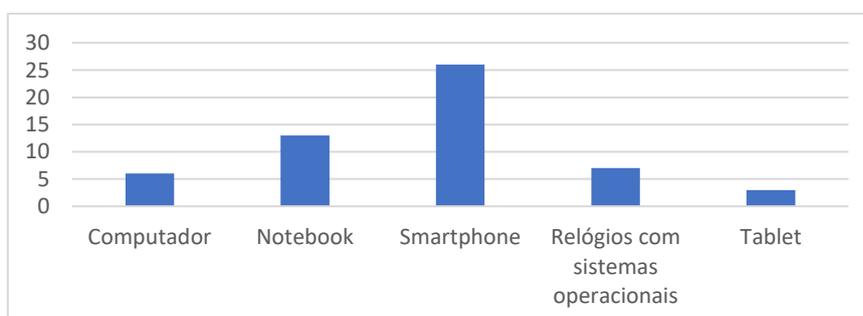
Análise com caráter significativo para poder implantar as metodologias que dão suporte para a aplicação da instrumentação.

5.2.1 Questionários Informativos

Pergunta: Assinale os equipamentos eletrônicos que você possui: () Computador. () Notebook. () Smartphone. () Relógios com sistemas operacionais. () Tablet

Observando o **Gráfico 07**, o que predomina é o uso de Smartphone. O celular é uma ferramenta que faz parte da vida da maioria dos brasileiros, já que seu sistema operacional permite com que o usuário desenvolva várias tarefas complexas, incluso a onipresença da internet., o que torna possível estudar on-line, fazendo com que o ensino remoto tenha uma forma diversificada em seu acontecimento e fortalecendo o laço com a metodologia da sala de aula invertida.

Gráfico 07: Referente aos Tipos de Eletrônicos.

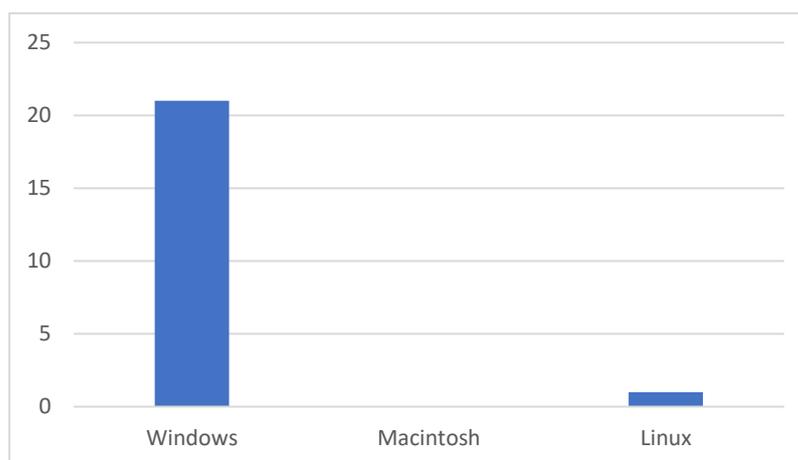


Fonte: Acervo do Autor.

Pergunta: Se possui ou utiliza o computador, notebook, qual a plataforma que você utiliza? () Windows. () Macintosh. () Linux

Como já era de se esperar observando o **Gráfico 08**, o sistema operacional mais utilizado no gerenciamento do hardware do computador é o sistema da Microsoft Windows, um software pago de fácil manuseio e sabemos que sem um sistema operacional o computador não é funcional a nível do usuário.

Gráfico 08:Referente ao uso do Sistema Operacional



Fonte: Acervo do Autor.

Pergunta: Se você possui ou usa computador, notebook, quantas horas por dia, em média, você utiliza esses equipamentos? _____ horas por dia.

Como descreve os dados referente ao **Gráfico 09**, os alunos tem um hábito de usar cerca de 2 horas por dia o computador para vários fins.

Gráfico 09: Tempo de uso do computador

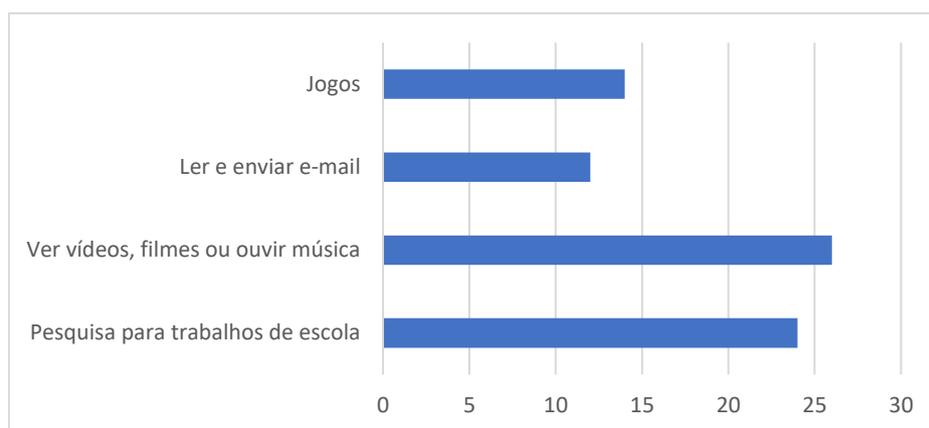


Fonte: Acervo do Autor

Pergunta: Se você acessa a internet, para que finalidades você utiliza essa ferramenta: () pesquisa para trabalhos de escola. () Ver vídeos, filmes ou ouvir música. () Ler e enviar e-mail. () Jogos

A grande maioria utiliza para assistir filmes ouvir músicas como descreve o gráfico, mas podemos ver através do tratamento dos dados coletados e escrito no **Gráfico 10**, que os alunos também estão usando a internet para pesquisas científicas.

Gráfico 10: Diagnóstico do Conhecimento Científico

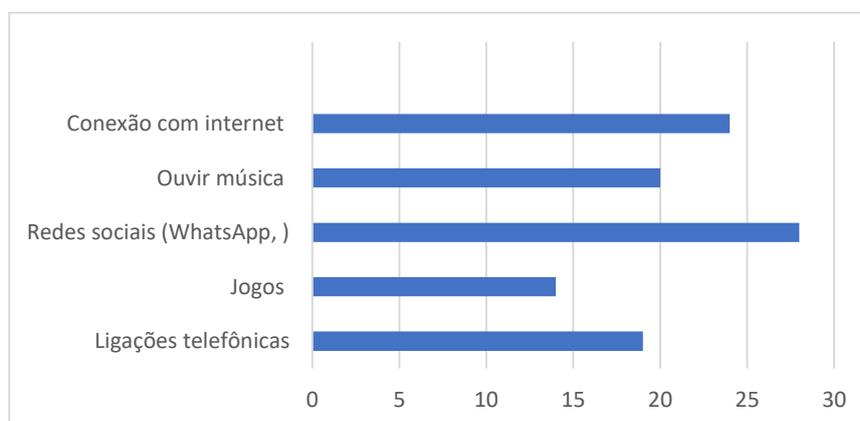


Fonte: Acervo do Autor

Pergunta: Em caso de utilizar um smartphone, que recursos você utiliza: () Ligações telefônicas. () Jogos. () Redes sociais (WhatsApp, Facebook, Instagram, Twitter, etc). () Ouvir música. () Conexão com internet

Vivemos um período em que a sociedade vem socializando de forma virtual. Hoje as redes sociais expandiram-se de forma significativa, e como podemos ver no **Gráfico 11**, a grande maioria usa os celulares para participar das redes sociais.

Gráfico 11: Sobre os Recursos Utilizados no Smartphone



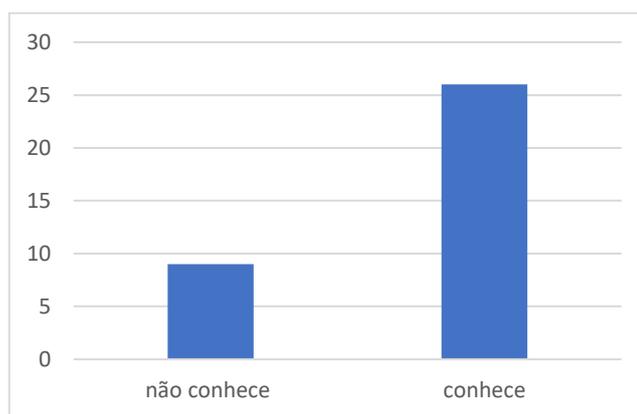
Fonte: Acervo do Autor

Pergunta: Comente abaixo o que você sabe sobre o Arduino:

A finalidade aqui é verificar o quanto os alunos conhecem as novas tecnologias baseadas no Arduino.

Segundo o **Gráfico 12**, a maioria dos alunos tem ou tiveram interesse em pesquisar sobre a plataforma Arduino.

Gráfico 12: Referente ao Conhecimento sobre Arduino



Fonte: Acervo do Autor.

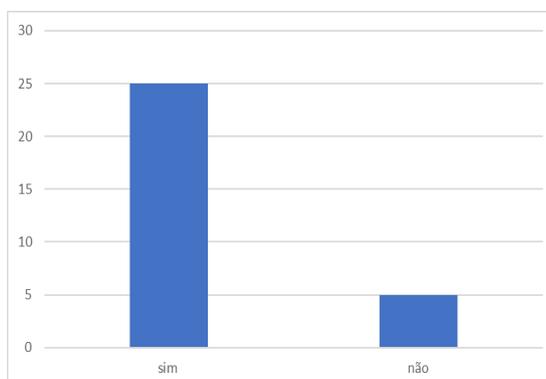
5.2.2 Questionário Final

Nesse momento vamos analisar os questionários aplicado no final do projeto.

Pergunta: Você poderia explicar abaixo, usando suas próprias palavras, o que você entende sobre aceleração da gravidade?

O **Gráfico 13** mostra o conhecimento do conceito da aceleração da gravidade da grande maioria dos alunos que foi aplicado à pesquisa.

Gráfico 13: Referente ao conhecimento sobre a aceleração da gravidade.

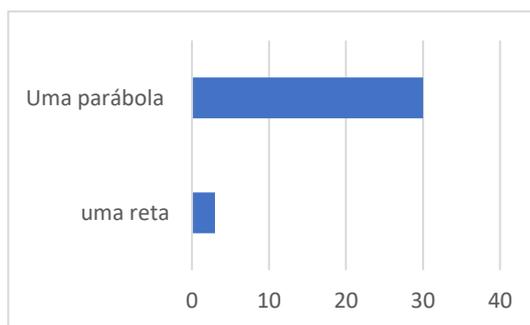


Fonte: Acervo do Autor.

Já referente ao conhecimento sobre o lançamento oblíquo, definindo melhor sua trajetória, se tem comportamento de parábola ou reta.

Lendo o **Gráfico 14**, podemos notar que a grande maioria dos alunos conhecem o movimento oblíquo e sua trajetória, isso mostra que o conhecimento científico teve seu papel significativo no processo de ensino/aprendizagem.

Gráfico 14: Referente sobre a forma da trajetória do lançamento oblíquo.

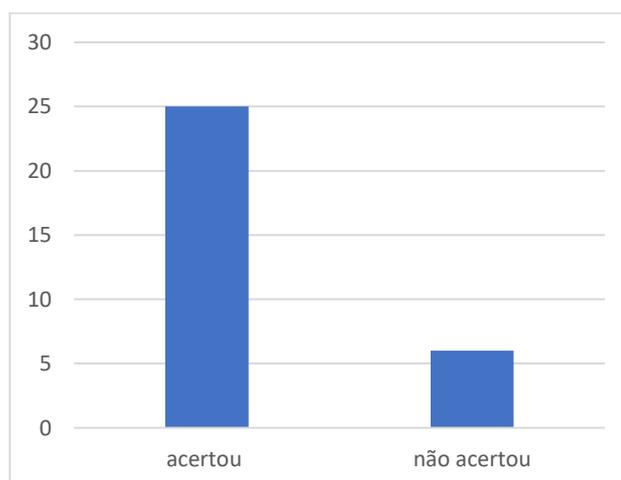


Fonte: Acervo do Autor

Pergunta: Um canhão dispara uma bala com velocidade inicial igual a 500m/s (em módulo), a 45° com a horizontal. Desprezando o atrito e considerando $g = 10\text{m/s}^2$, determine o alcance máximo horizontal da bala.

Como mostra o **Gráfico 15**, a grande maioria dos alunos acertaram o cálculo definindo um valor plausível do alcance do projétil.

Gráfico 15: Referente ao Cálculo da Amplitude do Lançamento de um Projétil.

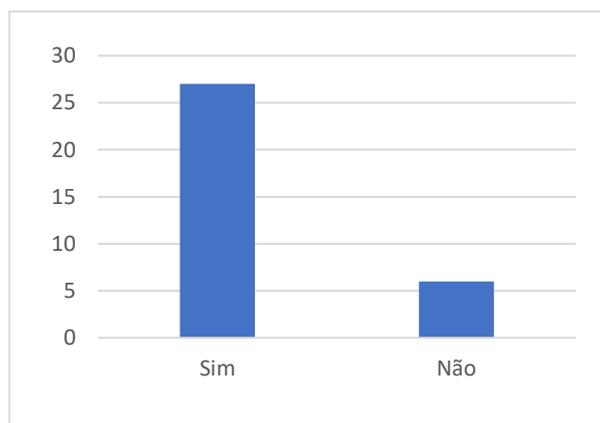


Fonte: Acervo do Autor

Pergunta: O uso da tecnologia por meio de computadores e do Arduino facilitaram sua aprendizagem em Física? () Sim. () Não. Justifique:

Segundo o **Gráfico 16**, a grande maioria descreve que a tecnologia voltada como ferramenta educacional facilita a compreensão dos conceitos físicos trabalhado pelo professor. Segundo a grande maioria, o fato em observar, participar da experimentação, trouxe uma perspectiva inovadora na aprendizagem, coisa que não acontece observando apenas o desenho feito pelo professor no quadro branco.

Gráfico 16: Referente se o Arduino facilitou o aprendizado.



Fonte: Acervo do Autor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Arduino é uma plataforma de código aberto amplamente usada, composta de ferramentas de *hardware* e *software*⁷ que podem ser muito úteis em um laboratório de ciências, onde o professor e os alunos podem desenvolver seu próprio instrumento para estudar ciências. Seu preço baixo, a grande disponibilidade de sensores, sua facilidade de uso e sua natureza aberta o tornam uma ferramenta perfeita para envolver os alunos na aprendizagem ativa e cooperativa.

Utilizando a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projeto *pari passu* à plataforma Arduino (para tratar os dados e fazer os cálculos referentes ao movimento uniformemente variado aplicado no lançamento oblíquo de um projétil), observamos que a aula teve maior atenção dos alunos com o uso da instrumentação e do trabalho em grupo para medir, coletar dados, participar da construção da instrumentação (produto educacional). As aulas tornaram-se mais significativas tanto para os alunos quanto para o professor. E com a metodologia da Sala de Aula Invertida, podemos modelar a forma de aplicar as aulas conceituais, utilizando ambientes virtuais para

⁷ Código fonte completo no Apêndice.

fortalecer o processo ensino-aprendizagem, visto que estávamos passando por um período de pandemia (COVID) e os ambientes virtuais tornaram-se necessários e fundamentais no processo de ensino.

Com a aplicação do Arduino como ferramenta de ensino, parte da instrumentação⁸, um experimento que mostra um fenômeno real, que faz parte do conhecimento factual do aluno, fez com que as aulas se tornassem mais participativas pelos alunos trazendo maior atenção ao assunto trabalhado e, com isso, a aplicação da instrumentação tivesse êxito, transformando o conhecimento empírico em científico, fazendo com que as aulas sejam significativas para o aluno, instigando sua curiosidade, criando um laço afetivo entre professor e aluno e, com isso, reforçando a aprendizagem baseada em projeto.

Sabemos que o processo ensino-aprendizagem não é como uma receita de bolo mas, com o uso da tecnologia como ferramenta pedagógica, a atenção que os alunos demonstraram foi significativa – a maioria participou e discutiu sobre os fenômenos físicos no lançamento – e, vale ressaltar que, devido ser um experimento real e não um software que cria um ambiente virtual para realizar o experimento sujeito apenas a conceitos matemáticos, o experimento fica subordinado a eventuais erros (de manipulação do instrumento, por exemplo) o que ocasionalmente pode levar a resultados inesperados e incorretos. Quando se tem um experimento real, este fica sujeito a erros que envolvem aspectos naturais como, por exemplo, a resistência do ar. Estes aspectos experimentais instiga a criatividade e faz com que o aluno crie suas próprias hipóteses com cunho científico.

O software Tracker faz uma simulação do real com o virtual, como esse software podemos editar um experimento real através de vídeo gravado e exportado para o software, um dos pontos negativos é que os alunos precisariam de computadores para poder editar o vídeo no software e todos teriam o mesmo resultado, já um experimento real, toda vez que se executa o experimento teremos valores que podem ser diferentes devido a diversos fatores experimentais.

Deste modo, o modelo – professor tradicional e aluno moderno – faz com que os alunos sofram um grande desinteresse em participar das aulas onde o professor é o centro das atenções e os alunos meros coadjuvantes que não têm oportunidade de

⁸ Construção do Produto, está no Apêndice.

participar efetivamente das aulas (modelo tradicional de se ensinar). Utilizando uma metodologia participativa e inclusiva, fazendo com que o aluno comece a participar da aula e, no que tange às aulas gravadas, tenha controle onde pode pausar (“pausar o professor quando não entende e fazer um reverso”) e voltar as videoaulas e interagir com o assunto como prescreve a metodologia da Sala de Aula Invertida, em um ambiente virtual ou físico de acordo com a necessidade da aula. Já com o uso do Arduino como laboratório de ciências, o aluno pode participar com o professor, dando opinião como porventura poderia formular suas próprias hipóteses através da observação experimental.

Por fim, os resultados dessa pesquisa apontam que a aprendizagem teve um caráter significativo para os alunos e criou um laço forte entre aluno e professor, característica da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Palton. **Uma Proposta De Mediação: O Uso Do Software Tracker No Ensino De Física**. Physicae Organum, v. 5, n. 1, p. 22-26, Brasília, 2019.

ALVES, Rafael Machado, et al. **Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem**. Jornada de Atualização em Informática na Educação - JAIE 2012.

ANJOS, Sena. **As Novas Tecnologias e o uso dos Recursos Telemáticos na Educação Científica: A Simulação Computacional Na Educação Em Física**. Site <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/download/562/90/>, acessado em 10 de novembro 2022

ARANTES, Alessandra Riposati. MIRANDA, Márcio Santos. STUDART, Nelson. **Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: Usando Simulações Phet**. Revista Física Na Escola, ISSN 1983-6430, Vol 11 Nr 01, 2010.

ARDUINO. In: WIKIPÉDIA, **A enciclopédia livre**. Flórida: Wikimedia Foundation, 2022. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Arduino&oldid=64769350>. Acesso em: 19 nov. 2022.

BARBOSA, Alessandro Tomaz.; FERREIRA, Gustavo Lopes.; KATO, Danilo Seithi. **O ensino remoto emergencial de Ciências e Biologia em tempos de pandemia: com a palavra as professoras da regional 4 da sbenbio (MG/GO/TO/DF)**. Revista de Ensino de Biologia da SBEnBIO, V. 13, N .2, 2020.

BEREITER, Carl; SCARDAMALIA, Marlene. (1999). **Process and product in PBL research Toronto**: Ontario Institutes for Studies in Education/University of Toronto.

BERGMANN, Jonathan.; SAMS, Aaron. **Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018

BERRETT, Dan. **How flipping the classroom can improve the traditional lecture**. The Education Digest, v. 78, n. 1, p. 36, 2012.

BRIDI, Eder., GIANESINI, Bárbara Moraes; BIANCHI, Ermete C., VILERÁ, Kaio V et al. **Oficina de Arduino como ferramenta interdisciplinar no curso de engenharia elétrica da UFMT: Experiência do PETElétrica**. Rio Grande do Sul. Cobenge, XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2013.

BROWN, D. **video analysis and modeling tool**. Versão 5.0. 2018. S.l. 24

BUENO, Natalia de Lima. **O desafio da formação do educador para o ensino fundamental no contexto da educação tecnológica**. Dissertação (mestrado) – PPGTE/Cefet – PR, CURITIBA, 1999. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/254lima.pdf>. Acesso em 21 out. 2022

CABRAL, Tânia Cristina Baptista. **Ensino e Aprendizagem de Matemática na Engenharia e o Uso de Tecnologia.**, v. 3, n. 2. CINTED-UFRGS, Rio Grande do Sul. 2005.

CAVALCANTE, Marisa Almeida., TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano.e MOLISANI, Elio. **Física com Arduino para iniciantes.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4503 (2011). Disponível em: Acesso em: 5 de novembro. 2022.

CAVALCANTE NETO, Ana Lucia Gomes; do AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. **Ensino de Ciências e Educação Ambiental no nível fundamental:** análise de algumas estratégias didáticas. Ciência & Educação, v.17, n.1, 2011.

CAMPOS, Luiz Carlos. **Aprendizagem Baseada em projetos:** uma nova abordagem para a Educação em Engenharia. In: COBENGE 2011, Blumenau, Santa Catarina, 3 a 6/10/2011.

CARVALHO, Paulo Roberto e MORAES FILHO, Aroldo Vieira. **Metodologias Ativas:** Aprendizagem Baseada em Projetos na Área das Ciências da Natureza. <https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaISE/article/download/837/560>, pesquisado em 28 de janeiro de 2022.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede.** São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTRO, Luis Henrique Monteiro de. **O Uso Do Arduino e do Processing no Ensino de Física.** Orientador: Felipe Mondaini. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

CONTE, Elaine. **As Tecnologias Na Educação:** Perspectivas Freireanas. 2018. Disponível em <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/132/131>. acessado em 14/11/2022.

DELORS, Jacques., **Educação – Um Tesouro a Descobrir.** 10a Edição, Editora Cortez; Brasília – DF; MEC; UNESCO, 2006.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e Construção de Conhecimento:** metodologia científica no caminho de Habermas. 4. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000

FREIRE, Paulo. **A Educação na Cidade.** 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Indignação:** cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: UNESP, 2000.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra (Coleção Leitura), 1996.

GOMES, Maria Clara. **Reciclagem cibernética e inclusão digital:** uma experiência em informática na educação. In: LAGO, C. (Org.). Reescrevendo a Educação. Chapecó: Sinproeste, 2007.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e Tecnologia: O novo ritmo da informação**. 2 ed. Campinas-sp. Papirus, 2012

LEITE, S. A. da S. **Dimensões afetivas na relação professor-aluno**. In: TASSONI, E. C. M. A afetividade em sala de aula: as condições de ensino e a mediação do professor. São Paulo: Ed. Casa do psicólogo, 2006.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Trad. Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

LOBO, Alex Sander Miranda; MAIA, Luiz Cláudio Gomes. **O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior**. Caderno de Geografia, V. 25, N. 44, P. 16-26, 2015.

MARTINAZZO, Clodomir Antonio *et al.* **Arduino: Uma Tecnologia No Ensino De Física**. 2014. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143_430.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

MARTINS, Rodrigo.; SOUSA, Sabrina.; GOMES, Andréa. **Tecnologias digitais: Como ferramenta para metodologias ativas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Senac, 2020.

MARKHAM, T., LARMER, J., RAVITZ, J. **Aprendizagem Baseada em Projetos**, Artmed Editora S/A, Porto Alegre, 2008.

MASTERWALKER. Publicado em: <https://www.masterwalkershop.com.br/buscar?q=ldr>, Acessado em 20 de setembro 2022.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2011. braic Equations. IEEE Transactions on Power Systems, Vol.9, No. 2

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MISKULIN, R. G. S. **Concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e a utilização de computadores no processo de ensino/aprendizagem da geometria**. 1999. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1999.

MONTEIRO, Edemar Souza.; NANTES, Eliza Adriana Sheuer. **O letramento digital como estratégia de ensino/aprendizagem no ensino superior, durante o ensino remoto emergencial**. Research, Society and Development, V. 10, N. 10, 2021.

MORAN, J. M. **Mudando A Educação Com Metodologias Ativas. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergência Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Vol. II. P. 15-33. 2015. Disponível em http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em 19/19/2022.

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra. **Concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e a utilização de computadores no processo de ensino/aprendizagem da geometria**. 1999. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1999.

NASCIMENTO, Tuliana Euzébio Do; COUTINHO, Cadidja. **Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de ciências**. Multiciência Online - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões –Campus Santiago ISSN 2448-4148. 2016.

NETO, Ana Lucia Gomes Cavalcanti.; DO AMARAL, Edenia Maria Ribeiro. **Ensino de Ciências e Educação Ambiental no nível fundamental: análise de algumas estratégias didáticas**. Ciência & Educação, v.17, n.1, 2011.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa., ARAUJO, Ives Solano., VEIT, Eliane Angela. **Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom): inovando as aulas de física**. Física na Escola, v. 14, n. 2, 2016. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol14-Num2/a02.pdf>. Acesso em 22 jun. 2022.

OLIVEIRA, Claudio, **Arduino Descomplicado** - Como Elaborar Projetos de Eletrônica.1 ed. São Paulo, Saraiva, 2015

PAVANELO, Elisangela e LIMA, Renan. **Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I**. <https://www.scielo.br/j/bolema/a/czkXrB369jBLfrHYGLV4sbb/?lang=pt&format=pdf> acessado em: 28 de dezembro 2021.

RAMOS, Bruno Amorim. **Robótica Educacional como metodologia motivadora no ensino de lógica de programação na Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Brasil**. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/10938/9949/150477> acessado em 25/01/2023.

RESNIK, Robert; HALLIDAY David. **Física I**. 4 ed. Rio de Janeiro, 1983.

SILVA, Claudiene Diniz. **O uso do datashow na docência do ensino superior**. Revista Texto Livre: Linguagem e Tecnologia, vol. 6, n. 1, 2013.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A Cruel Pedagogia do Vírus**. Coimbra: Almedina, 2020

SILVA, Janaína Guedes e ATAÍDE, Ana Raquel Pereira. **Aprendizagem Baseada Em Problemas Como Estratégia À Sala De Aula Invertida: Uma Proposta Para Ensino De Física**. Site https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA16_ID1838_14092019231531.pdf acessado em 25 de janeiro 2023.

SCHNEIDER, Wanderson Pereira. **Uma Sequência Didática Para Cinemática Escalar, Usando Experimento E Simulação Computacional**. 2017.91 f. Dissertação (mestrado) –Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, 2017

SCHWEDER, Sabine. **Uso de simuladores em atividades de laboratório de Física Moderna**: Análise de sua contribuição para o ensino e aprendizagem na modalidade de Educação à Distância. 2015. 138 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, 2015.

SOUZA, Marli Aparecida Rocha; WALL, Marilene Loewen; THULER, Andrea Cristina de Moraes Chaves; LOWEN, Ingrid Margareth Voth; PERES, Aida Maris. **O uso do software IRAMUTEQ na análise de dados em pesquisas qualitativas**. Publicado em 2018, site

<https://www.scielo.br/j/reeusp/a/pPCgsCCgX7t7mZWfp6QfCcC/?lang=pt&format=pdf> acessado em 13 de fevereiro 2023.

TORRES, Patricia Lupion.; IRALA, Esrom Adriano F. **Aprendizagem colaborativa: teoria e prática**. 2014. Disponível em: <<http://www.agrinho.com.br/materialdoprofessor/aprendizagem-colaborativa-teoriae-pratica>>. Acesso em: outubro 2021.

TREVISANI, Fernando de Mello.; CORRÊA, Ygor. **Ensino Híbrido e o desenvolvimento de competências gerais da Base Nacional Comum Curricular**. Revista Prâksis, Novo Hamburgo, n. 2 maio/agosto. 2020

VALENTE, José Armando. **Aprendizagem Ativa no Ensino Superior**: a proposta da sala de aula invertida. Notícias, Brusque, 2013. Disponível em: <https://www.unifebe.edu.br/site/docs/arquivos/noticias/2014/valente.pdf>. Acesso em: 15 de novembro. 2021

VILLAS BÔAS, Lúcia; UNBEHAUM, Sandra. **Educação escolar em tempos de pandemia**. Informe 1. Fundação Carlos Chagas. 2020. Disponível em: <http://abre.ai/bgvP>. Acesso em: 12/11/2022.

YVOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

YOUNG, Hugh D; FREEDMAN, Roger A. **Física I: Mecânica**. 14 ed. São Paulo, 2016.

APÊNDICE A (Software)

O programa é estruturado na linguagem C/C++ e compilado no kernel do próprio Arduino, após enviado para o Arduino, vamos abrir o monitor serial para receber as informações tratadas pelo Arduino, tal informação tem caráter quantitativo e baseia-se no código fonte abaixo.

Corpo do programa

```
//*****
//      Universidade Federal do Oeste do Para
//      Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Fisica
// programador: Paulo Renato C Melo
//*****
//-----mapa de portas-----
const int pot = A2; //potenciometro
const int ldr = A0; //ldr inicial (marom)
const int ldrf = A1; //ldr final (laranja)
unsigned long t1 = millis (); //tempo inicial
unsigned long t2 = millis (); //tempo final
unsigned long tt = millis (); // variacao do tempo
//=====
//-----constantes -----
const float g = 9.780000;
const float x = 0.32; //comprimento do do centro de rotaçao ate a extremidade
const float xs = 0.146; //distancia entre os sensores
const float h1 = 0.41; //altura
const int v0_pot = 68;
const int v90_pot = 426;
//=====
//-----variavel global -----
int var, grau, o, grauc, vpot, vlldr, vlldr, rldr, rldr, k, k1, lpot, rr, rrf;
float gt, v, h, at, ot, tp;
float v1, v2, v3, v4, v5, v6;
//=====
```

```

void setup() {
    Serial.begin (9600); // comunicação com a porta serial
    pinMode (pot,INPUT); // tipo de condição do pino potenciometro
    pinMode (ldr,INPUT); // tipo de condição do pino ldr inicio
    pinMode(ldrf,INPUT); // tipo de condição do pino ldr fim
    //----- valor inicial variavel-----
    k = 0;
    k1 = 0;
    o = map(analogRead(pot),v0_pot,v90_pot,0,90);
    //=====
    for (int i = 0; i < 4000; i = i +1 ){
        vldr = analogRead(ldr);
        vlldr = analogRead(ldrf);
        if (vldr > rr){
            vldr = vldr;
            rr =vldr;
        }
        if (vlldr > rrf) {
            vlldr = vlldr;
            rrf =vlldr;
        }
        delay (1);
    }
    rldr = vldr + 50; //comparador do ldr
    rldrf = vlldr + 50; //comparador do ldr
    //-----menu-----
    Serial.println ("          Universidade Federal do Oeste do Para");
    Serial.println ("      Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Fisica");
    Serial.println ("");
    Serial.println ("programador: Paulo Renato C Melo");
    Serial.println ("");
    Serial.println ("##### Sensores #####");
    Serial.print ("valor de disparo sensor inicial ---> ");

```

```

Serial.println (rldr);
Serial.print ("valor de disparo sensor final ---> ");
Serial.println (rldrf);
Serial.print ("valor do angulo de incli ---> ");
Serial.println (o);
Serial.println ("#####");
Serial.println
("=====");
Serial.println ("          Menu");
Serial.println ("(1) Angulo de inclinacao");
Serial.println ("(2) Para encontrar a aceleracao da gravidade m/s^2");
Serial.println ("(3) Para encontrar valores do lancamento obliquo");
Serial.println ("(4) Regulando o pistao");
Serial.println ();
Serial.println ("(0) volta ao menu  ");
Serial.println ();
Serial.println ("entre com o numero referente ao menu  ");
//=====
}
void loop(){
  if (Serial.available() > 0) {
    var = Serial.read ();
    Serial.println ("=====");
  }
  if (var == 48 ) {
    var = 0;
    Serial.println ("          Universidade Federal do Oeste do Para");
    Serial.println ("          Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Fisica");
    Serial.println ("");
    Serial.println ("programador: Paulo Renato C Melo");
    Serial.println ("");

```

```

Serial.println
("=====");
    Serial.println ("          Menu");
    Serial.println ("(1) Angulo de inclinacao");
    Serial.println ("(2) Para encontrar a aceleracao da gravidade m/s^2");
    Serial.println ("(3) Para encontrar valores do lancamento obliquo");
    Serial.println ("(4) Regulando o pistao");
    Serial.println ();
    Serial.println ("(0) volta ao menu  ");
    Serial.println ();
    Serial.println ("entre com o numero referente ao menu  ");
}
if (var == 49) {
    potenciometro();
}

if (var == 50) {
    gravidade();
}
if (var == 51) {
    lancamento();
}
if (var == 52) {
    pistao();
}
}
void potenciometro() {
    //media
    v1 = analogRead (pot);
    delay (10);
    v2 = analogRead (pot);
    delay (10);
}

```

```

v3 = analogRead (pot);
delay (10);
v4 = analogRead (pot);
delay (10);
v5 = analogRead (pot);
delay (10);
v6 = analogRead (pot);
lpot = (v1+v2+v3+v4+v5+v6)/6;
//media
o = map(lpot,v0_pot,v90_pot,0,90);
if (grauc != o){
Serial.println (o);
grauc = o;
}
}

void gravidade(){
vldr = analogRead(ldr);
vlrdf = analogRead(ldrf);
if (vlrdf > rldrf){
    if (k1 == 0) {
        t1 = millis ();
        k1 = 5;
    }
}

if (vlldr > rldr){
    if (k == 0){
        t2 = millis ();
        k = 5;
    }
}

if (k == 5) {
    // formulas
    float tt = (t2 - t1)/1000.000;

```

```

float gt = 2*xs/sq(tt) ;
//formulas
Serial.print ("valor da aceleracao da gravidade (m/s^2)");
Serial.println (gt,2);
Serial.println ("-----");
k = 0;
k1 = 0;
delay(5000);
Serial.println ("pronto para a queda");
}
}
void lancamento(){
vldr = analogRead(ldr);
vlrdf = analogRead(ldrf);
if (vldr > rldr){
    if (k1 != 5) {
        t1 = millis ();
        Serial.println ("#####");
        Serial.print ("sensor inicial ativado ");
        Serial.println (t1);
        k1 = 5;
    }
}
if (vlrdf > rldrf){
    if (k != 5){
        t2 = millis ();
        Serial.print ("sensor final ativado ");
        Serial.println (t2);
        Serial.println ("#####");
        k = 5;
    }
}
if (k == 5) {

```

```

    // formulas
    o = map(analogRead(pot),v0_pot,v90_pot,0,90);
    float tt=(t2-t1)/1000.000;
    float ot = o*(PI/180);
    float v = (2*xs/tt) ;
    float h = h1 + x*sin(ot);
    float at = (( sq(v)/(2*g) ) * ( sin(2*ot) + sqrt( sq(sin(2*ot)) +
8*g*h*sq(cos(ot))/sq(v) ) ) ) + (x * cos(ot)));
    // formulas
    Serial.println ("DADOS REFERENTE AO LANCAMENTO DO
PROJETIL");
    Serial.print ("valor do angulo de inclinacao ");
    Serial.println (o);
    Serial.print ("valor da velocidade inicial (m/s) ");
    Serial.println (v,2);
    Serial.print ("valor do alcance (m) ");
    Serial.println (at);
    Serial.println ("-----");
    delay (6000);
    k1 = 0;
    k = 0;
    t2 = 0;
    t1 = 0;
    tt = 0;
    Serial.println ("pronto para lanca");
}
}
void pistao() {
    vldr = analogRead(ldr);
    if (vldr > rldr ) {
        Serial.print (vldr);
        Serial.println (" sensor inicial ativado");
    }
}

```

APÊNDICE B (Equações)

Dedução da equação horária a partir da representação de Força e da representação de Energia

Resolução da equação da energia para um campo de forças constantes a uma distribuição de superfícies equipotenciais, planas e paralelas entre si. Através dessa equação, podemos definir a função horária do espaço no movimento uniformemente variado.

$$E_T = \frac{1}{2}mv^2 + U(\vec{r})$$

de modo que teremos,

$$v(\vec{r}) = \sqrt{\frac{2}{m} \sqrt{E_T - U(\vec{r})}}$$

Podemos resolver esta equação diferencial para uma determinada dependência funcional da energia potencial, $U(\vec{r})$, com a posição espacial em um campo de forças conservativo em um sistema de coordenadas adequado.

Para o MRU

O campo gravitacional gerado por um planeta, que tem geometria esférica, o campo próximo à superfície e em coordenadas geográficas não tão distantes entre si, pode ser considerado constante em módulo, direção e sentido, i.e., $\vec{g} = \text{constante}$, de maneira que, escolhendo a direção preferencial do espaço na direção do campo gravitacional, podemos escrever,

$$\vec{g} = -g\hat{z}$$

E podemos suprimir a notação vetorial, já que $\vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r} = mg\hat{z} \cdot d\vec{r} = mgdz$. Desta forma, como,

$$\Delta U(\vec{r}) = - \int \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r} \Rightarrow \Delta U(\vec{r}) \equiv U(z) - U(z_0) = \int_{z_0}^z mgdz = mg(z - z_0)$$

Escolhendo $U(z_0 = 0) = 0$, teremos,

$$U(z) = mgz$$

Desta forma, a dependência da componente da velocidade na direção z , expressa na equação?, é apenas na coordenada z ,

$$v(z) = \frac{dz}{dt}$$

Como o campo de forças é conservativo, então a energia é constante, $E = \text{const}$, logo teremos:

$$\frac{1}{2}mv^2 = E - mgz$$

$$v(z) = \frac{dz}{dt} = \sqrt{\frac{2}{m}(E - mgz)}^{\frac{1}{2}}$$

ou,

$$dt = \sqrt{\frac{m}{2}} \frac{1}{(E - mgz)^{\frac{1}{2}}} dz$$

Integrando esta equação, obtemos,

$$\int_{t_0}^t dt = t - t_0 = \Delta t = \sqrt{\frac{m}{2}} \int_{z_0}^z \frac{1}{(E - mgz)^{\frac{1}{2}}} dz$$

Fazendo $w = E - mgz$,

$$\frac{dw}{dz} = -mg \Rightarrow dw = -mg dz$$

logo,

$$\Delta t = -\frac{1}{g} \sqrt{\frac{1}{2m}} \int_{z_0}^z \frac{1}{w^{\frac{1}{2}}} dw \Rightarrow \Delta t = -\frac{1}{g} \sqrt{\frac{2}{m}} w^{\frac{1}{2}} \Big|_{z_0}^z$$

então,

$$\Delta t = -\frac{1}{g} \sqrt{\frac{2}{m}} \left[(E - mgz)^{\frac{1}{2}} - (E - mgz_0)^{\frac{1}{2}} \right]$$

Como $E - mgz_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$ logo $(E - mgz_0)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{m}{2}} v_0$ então substituindo:

$$\Delta t = -\frac{1}{g} \sqrt{\frac{2}{m}} \left[(E - mgz)^{\frac{1}{2}} - \sqrt{\frac{m}{2}} v_0 \right]$$

$$\Delta t = -\frac{1}{g} \sqrt{\frac{2}{m}} (E - mgz)^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{g} v_0$$

Deste modo,

$$-(E - mgz)^{\frac{1}{2}} = \left(\Delta t - \frac{1}{g} v_0 \right) g \sqrt{\frac{m}{2}}$$

Elevando ao quadrado

$$\left(-\left(E - mgz\right)^{\frac{1}{2}}\right)^2 = \left(\Delta t - \frac{1}{g} v_0\right)^2 g^2 \left(\sqrt{\frac{m}{2}}\right)^2$$

$$(E - mgz) = \frac{m}{2} g^2 \left(\Delta t^2 - 2\Delta t \frac{1}{g} v_0 + \frac{v_0^2}{g^2}\right)$$

Multiplicando $\frac{1}{mg}$, teremos:

$$\left(\frac{E}{mg} - z\right) = \frac{1}{2} g \left(\Delta t^2 - 2\Delta t \frac{1}{g} v_0 + \frac{v_0^2}{g^2}\right)$$

Donde chegamos à seguinte expressão,

$$z = \left(\frac{E}{mg} - \frac{v_0^2}{2g}\right) + \Delta t v_0 - \frac{g\Delta t^2}{2}$$

Para $z(t = t_0) = z_0 = \frac{E}{mg} - \frac{v_0^2}{2g}$, logo,

$$z(t) = z_0 + v_0\Delta t - \frac{1}{2}g\Delta t^2 \quad (3.12)$$

Que é a equação horária a qual queríamos chegar.

Lançamento de projéteis – Dedução da equação do Alcance

Calculando o alcance

$$S = S_0 + v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$0 = h + v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$t^2 - \frac{2}{g}v \sin \theta t - \frac{2}{g}h = 0$$

$$2t = \frac{2v \sin \theta}{g} + \sqrt{\frac{4v^2 \sin^2 \theta}{g^2} + \frac{8h}{g}}$$

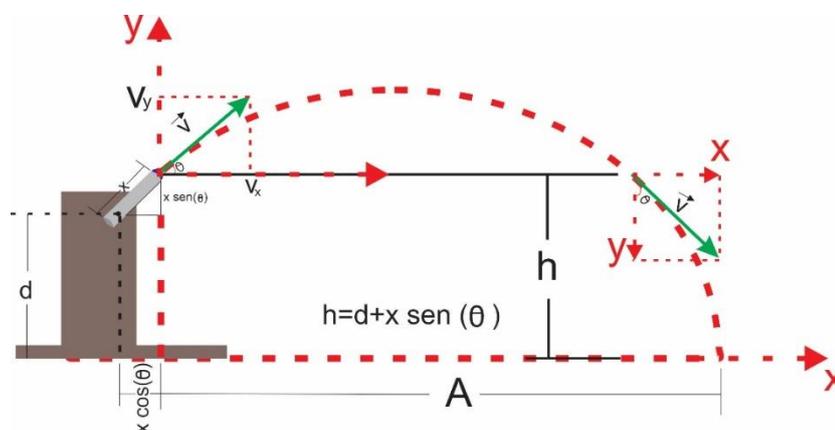
$$2t = \frac{2v \sin \theta}{g} + \sqrt{\frac{4v^2 \sin^2 \theta}{g^2} \left(1 + \frac{2gh}{v^2 \sin^2 \theta}\right)}$$

$$2t = \frac{2v \sin \theta}{g} + \frac{2v \sin \theta}{g} + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2 \sin^2 \theta}}$$

$$t = \frac{v \sin \theta}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2 \sin^2 \theta}}\right)$$

O alcance de acordo com a configuração do aparato experimental construído **Figura 01**, será dado pela expressão,

Figura 01: Ilustração do lançamento de projétil



Fonte: Acervo do autor

$$A = v \cos \theta \cdot t + x \cos \theta$$

Nesta expressão, encontramos finalmente, a equação do alcance para as nossas condições de contorno,

$$A = v \cos \theta \left[\frac{v \sin \theta}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2 \sin^2 \theta}} \right) \right] + x \cos \theta$$

APÊNDICE C (Corpus)

CORPUS aplicado no IRAMUTEQ.

**** *AI_01 *QC_1 *Aula_1 *Apz_1

-*tema_1

Para controlar e dar vida as coisas.

-*tema_2

É um corpo que cai em queda livre.

-*tema_3

Uma função de movimentos na vertical e horizontal.

-*tema_5

Se bem conduzido, esse processo torna a aula mais dinâmica.

**** *AI_02 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2

-*tema_1

Instalação em casas inteligentes, computadores, semáforos etc.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

O lançamento oblíquo ocorre quando o objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal, o objeto executa dois movimentos ao mesmo tempo na vertical subindo e descendo esse deslocando na horizontal.

-*tema_5

Alguns equipamentos e programas são utilizados na resolução e comprovação de cálculos.

**** *AI_04 *QC_1 *Aula_0 *Apz_2

-*tema_1

Podemos aplicar em várias coisas como abrir uma porta.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

O lançamento oblíquo é uma função de movimentos na vertical e horizontal. Ocorre quando o objeto lançado forma um determinado ângulo com a horizontal.

-*tema_5

Coisa fácil de aprender.

****** *AI_05 *QC_1 *Aula_1 *Apz_1**

-*tema_1

É destinado a artistas, designers, hobistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos e projetos eletrônicos e robóticos.

-*tema_2

É uma intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto e perto da superfície de um corpo maciço.

-*tema_3

Ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal.

-*tema_5

Porque eu não tenho computador.

****** *AI_06 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

Podemos aplicar Arduino em várias plataformas eletrônicas, como em alarmes, portões elétricos e controles.

-*tema_2

Entendo que a aceleração_da_gravidade é a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

É um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal. Esse tipo de movimento realiza uma trajetória paralela unindo movimento horizontal.

-*tema_5

Sim, pois é melhor para compreender.

****** *AI_07 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

Para abrir uma porta, para fazer umas luzes interessante, e detectores de batidas secretas.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

Ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal.

-*tema_5

Pois com toda essa tecnologia podemos realizar medidas de diversas naturezas em diferentes experimentos.

****** *AI_09 *QC_1 *Aula_1 *Apz_1**

-*tema_1

Em várias coisas na porta de sua casa, ventilador, na luz de sua casa, no que vier na cabeça.

-*tema_2

aceleração_da_gravidade é um corpo em queda livre.

-*tema_3

Lançamento oblíquo é um objeto lançado que sobe e desce assim de forma um ângulo de 0 a 90 graus.

-*tema_5

Pois com essas duas ferramentas facilitaram para trabalhos e projetos.

****** *AI_10 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

Podemos em tudo aquilo que uma pessoa interessada em criar objetos ou ambiente.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

Ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com horizontal.

-*tema_5

Sim porque ajuda os alunos a aprender mais rápido.

****** *AI_11 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

Podemos aplicar no estudo, no meio de projetos com tecnologia em plataforma.

-*tema_2

aceleração_da_gravidade é a velocidade de um corpo que cai em um determinado ponto.

-*tema_3

É um lançamento oblíquo é um movimento composto de um movimento uniforme na direção horizontal.

-*tema_5

****** *AI_12 *QC_1 *Aula_1 *Apz_1**

-*tema_1

O Arduino pode sentir o estado do ambiente que o cerca por meio da recepção de sinais de sensores e pode interagir com os seus arredores, controlando luzes, motores e outros atuadores.

-*tema_2

A aceleração_da_gravidade é a taxa de velocidade de um corpo que cai em queda livre em direção ao centro da gravidade da terra vale em média 9,8.

-*tema_3

O lançamento oblíquo ou de projétil é um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal. Esse tipo de movimento realiza uma trajetória parabólica.

-*tema_5

****** *AI_13 *QC_1 *Aula_1 *Apz_1**

-*tema_1

Em tudo aquilo que uma pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

Ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal.

-*tema_5

Fica muito mais fácil usar um computador para fazer um trabalho.

****** *AI_14 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

Arduino é uma plataforma open_source de prototipagem eletrônica com hardware e software flexíveis e fácil de usar.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

Ocorre quando o objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal.

-*tema_5

Sim ajudou um pouco não muito mais da de aprender algumas coisas quando usamos o computador.

****** *AI_15 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

Projetos eletrônicos.

-*tema_2

É a intensidade de um campo_gravitacional em determinado ponto.

-*tema_3

Movimento realizado por um projeto lançado.

-*tema_5

Fica mais explicado e mais fácil de entender o assunto e também é bastante interessante.

****** *AI_16 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

Arduino é uma plataforma opções de prototipagem eletrônica com hardware flexíveis e software fáceis de usar para criar objetos ou o ambiente interativo.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um ponto.

-*tema_3

Ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal.

-*tema_5

É mais fácil o entendimento e se torna mais prático.

****** *AI_17 *QC_1 *Aula_0 *Apz_5**

-*tema_1

É destinado a artistas, designers, hobistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes.

-*tema_2

A aceleração_da_gravidade é a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

Ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal.

-*tema_5

Sim, ajudou mais a pessoa se concentrar na aula.

****** *AI_18 *QC_1 *Aula_0 *Apz_2**

-*tema_1

É destinado a artistas designers hobistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos.

-*tema_2

A aceleração_da_gravidade e a intensidade de um campo_gravitacional em um determinado ponto. O ponto é perto da superfície de um corpo massivo.

-*tema_3

Lançamento oblíquo ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal nesse lançamento o objeto executa dois movimentos simultaneamente.

-*tema_5

Porque foi muito pouco tempo para o aprendizado na sala de aula.

****** *AI_19 *QC_1 *Aula_1 *Apz_3**

-*tema_1

Na placa é possível conectar sensores, motores e milhares de dispositivos que interagem com o mundo assim podemos automatizar toda a sua residência.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto. O ponto é parte da superfície de um corpo massivo.

-*tema_3

É um objeto lançado de um lado para o outro e depois que ela é lançada tem que determinar a velocidade dela.

-*tema_5

Por que com essa tecnologia ajuda muito na aprendizagem.

****** *AI_20 *QC_0 *Aula_2**

-*tema_1

As placas Arduino possuem um acionamento semelhante ao de um pequeno computador no qual pode ser programar a maneira como suas entradas e saídas Arduino é uma plataforma open_source de prototipagem.

-*tema_2

É a taxa de velocidade de um corpo que cai em queda livre em direção do centro da Terra.

-*tema_3

É um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal.

-*tema_5

Não uso esse sistema.

****** *AI_21 *QC_0 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

O arduino pode ser usado em vários jeitos como designers criar objetos ou ambientes interativos. O arduino pode controlar luzes, motores e outros atuadores

-*tema_2

É uma intensidade de campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

A aceleração_da_gravidade é um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal. Esse tipo de movimento realiza uma trajetória parabólica unindo movimento na vertical e na horizontal.

-*tema_5

Sim pois é bem prático e fácil de compreender.

**** *AI_22 *QC_0 *Aula_1 *Apz_1

-*tema_1

Em protótipos de projetos que ainda não estão terminados.

-*tema_2

É a força gravitacional que existe sobre qualquer corpo no planeta fazendo com que o corpo caia e ganhe velocidade.

-*tema_3

Bom os fatores são: ângulo, velocidade, gravidade atrito e peso.

-*tema_5

Sim, através da prototipagem e materiais usados para aprender ainda mais sobre o assunto.

**** *AI_23 *QC_0 *Aula_1 *Apz_2

-*tema_1

O arduino pode ser usado em vários jeitos como design criar objetos ou os ambientes interativos.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

É o lançamento de um objeto na diagonal ou em outro ângulo.

-*tema_5

Sim porque ajudou a entender como funciona o lançamento oblíquo.

**** *AI_24 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2

-*tema_1

Podemos aplicar em computadores e relógios entre outros.

-*tema_2

É um tipo de aceleração que é produzida pela atração gravitacional entre dois corpos.

-*tema_3

É um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal esse tipo de movimento realiza uma trajetória parabólica unindo movimento na vertical e na horizontal.

-*tema_5

O Arduino não só facilita a programação por meio de instruções de linguagem como também facilita a utilização do hardware devido ao formato de sua plataforma.

****** *AI_25 *QC_1 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

-*tema_2

A intensidade do campo gravitacional em um determinado ponto da superfície.

-*tema_3

É um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal.

-*tema_5

****** *AI_26 *QC_1 *Aula_0 *Apz_2**

-*tema_1

Podemos aplicar a plataforma Arduino em uma porta fazer com que ela abra automaticamente com a fala em que ela foi aplicada ou podemos acender uma luz com gestos e falas

-*tema_2

aceleração_da_gravidade é quando soltamos um objeto com uma força e depois no ar enquanto o objeto vai caindo começa a ter uma aceleração_da_gravidade.

-*tema_3

É um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal esse tipo de movimento realiza uma trajetória parabólica unida do movimento na vertical e na horizontal.

-*tema_5

Porque com essa tecnologia podemos aprender com mais facilidade a ver como é que um Arduino calcula o tempo de um salto de um lado eu aprendi mais na prática.

****** *AI_27 *QC_0 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

Hardware e software.

-*tema_2

aceleração_da_gravidade é a taxa da velocidade de um corpo que cai.

-*tema_3

Movimento executado por um atleta da modalidade do salto em distância e a trajetória adquirida.

-*tema_5

Porque torna o ensino mais prático.

****** *AI_28 *QC_1 *Aula_0 *Apz_2**

-*tema_1

Podemos aplicar para controlar um robô, uma lixeira, um ventilador, as luzes de sua casa a temperatura do ar condicionado entre outros.

-*tema_2

É a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

É o lançamento de objeto na diagonal e o objeto realiza uma trajetória parabólica unindo o movimento na vertical e na horizontal.

-*tema_5

Pois através do computador o aluno adquire melhor conceito e sobre o assunto em estudo com o uso da tecnologia da informação professor e aluno tem a possibilidade de utilizar os recursos para se comunicar fazer troca de experiência.

****** *AI_29 *QC_1 *Aula_0 *Apz_5**

-*tema_1

Na placa é possível conectar sensores motores e milhares de dispositivos que interagem com o mundo.

-*tema_2

A aceleração_da_gravidade e a intensidade do campo_gravitacional em um determinado ponto.

-*tema_3

O lançamento oblíquo ou de projétil é um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal.

-*tema_5

Facilita aprendizagem por meio da tecnologia de computadores.

****** *AI_30 *QC_0 *Aula_1 *Apz_1**

-*tema_1

Você pode colocar para controlar robô uma lixeira um ventilador as luzes de sua casa temperatura do ar condicionado e etc.

-*tema_2

Entenda a velocidade de um corpo que cai em queda livre em direção do centro da Terra.

-*tema_3

É uma junção do movimento da vertical e horizontal ocorre quando o objeto lançado forma determinado ângulo com a horizontal.

-*tema_5

****** *AI_31 *QC_0 *Aula_1 *Apz_1**

-*tema_1

Em várias coisas tecnológicas como na automação de carros.

-*tema_2

aceleração_da_gravidade é g igual a 10 por exemplo dois objetos de massa diferente ao serem jogados de uma certa altura caem ao mesmo tempo.

-*tema_3

Por exemplo um jogador chuta uma bola. Altura o ângulo e trajetória a distância tudo é lançamento oblíquo.

-*tema_5

Não vejo diferença no ensino.

****** *AI_32 *QC_0 *Aula_0 *Apz_1**

-*tema_1

Sentir o estado do ambiente que cerca por meio da recepção de sinais de sensores.

-*tema_2

Quanto mais perto da superfície mais rápido.

-*tema_3

Trajatória parabólica, unindo movimentos na vertical.

-*tema_5

Porque me oferece os dados perfeitos de quase.

****** *AI_33 *QC_0 *Aula_1 *Apz_2**

-*tema_1

Não sei o que é Arduino.

-*tema_2

Aceleração é uma intensidade que através do movimento pode ocorrer uma aceleração gravitacional.

-*tema_3

Ao ser lançado podemos ver uma trajetória que a gravidade tem um papel importante na sua trajetória.

-*tema_5

Não, porque não possuo computador.

****** *AI_34 *QC_1 *Aula_1 *Apz_1**

-*tema_1

Em muitos objetos de casa, ventilador, central etc.

-*tema_2

Em um corpo em queda livre.

-*tema_3

Faz os cálculos através do computador e o resultado comprova que está certo.

-*tema_5

Porque a gente aprende mais colocando em prática do que só por cálculos no caderno.

APÊNDICE D (Questionários)

Questionários aplicados para os alunos

A Origem do Estilingue

O primeiro registro da história que um homem usou um instrumento portátil para lançar uma pedra em um alvo a distância, foi na Bíblia na passagem de Davi e Golias, onde Davi usou uma funda para atirar uma pedra e derrotar o Gigante Golias. De lá pra cá houve muita evolução e com essa evolução inventaram o estilingue que usa borracha como propulsor e é desse tipo de estilingue que vamos falar a partir de agora.



O termo estilingue tem origem no inglês, ling = Funda, e Shot = Tiro, formando a palavra slingshot que ao pé da letra significa Tiro com Funda, que é o termo em inglês usado para definir o estilingue. A origem certa do estilingue pouca gente sabe, mas supõe-se que ele surgiu nos Estados Unidos da América a mais ou menos uns 150 anos atrás, pois foi em 1839, que Charles Goodyear começou suas pesquisas para inventar um novo tipo de borracha, e finalmente em 1844 ele inventou a borracha vulcanizada, que possibilitaria corta-la em tiras e fazer o estilingue que conhecemos e usamos hoje.



No início o estilingue era feito na sua maioria com tiras de câmaras de ar de bicicletas e automóvel e outros tipos de mantas de borracha, principalmente nas décadas de 1920 a 1970. Uma das evoluções do estilingue foi no início da década de 1980 quando a tripa de mico começou a ser usada com mais frequência nos estilingues, apesar de já ser usada anteriormente nos Estados Unidos e Europa, mas no Brasil foi no final da década de 1980 que ela se popularizou, pois podia ser encontrada com preços mais acessíveis.

Mas foi no início dos anos 2000 que o estilingue deu o seu maior salto com o uso das faixas elásticas usadas pra fisioterapia as Thera Band ou Carci Band e outras marcas, já as borrachas tubulares também evoluíram, pois surgiram as Thera Tubes com sua potência determinadas pelas cores. As borrachas chinesas também entraram no mercado dos estilingues, a Dankung produz uma das melhores borrachas tubulares com preços competitivos do mercado.



Mesma forma que o estilingue evoluiu, as munições também evoluíram, pois ao invés das famosas pedras, os estilingues passaram a lançar bolas de gude, esferas de chumbo e esferas de aço, que aumenta a sua velocidade e impacto.

Texto e fotos, retirado do site: <http://estilinguedobrasil.blogspot.com/2017/09/a-origem-do-estilingue.html>

Questionário Inicial

1ª Você já usou um estilingue (baladeira)?

- () Sim
() Não

2ª Para que o menino acerte a manga como mostra a figura ele tem que:



Acervo do autor

- () Mirar um pouco a cima da fruta (Devido ao projétil descrever uma parábola decrescente).
- () Mirar um pouco a baixo da fruta (Devido ao projétil descrever uma parábola crescente).
- () Mirar no centro da fruta (independente da distância, a baladeira lança em linha reta, descrevendo uma função do 1º grau).

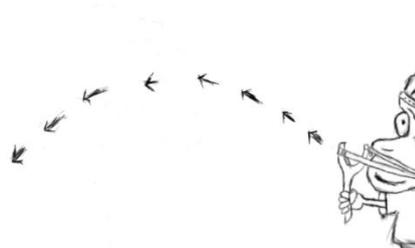
3. Observe a figura e marque que movimento descreve o objeto lançado pelo estilingue (baladeira).

() figura 1:

() Figura 2:



Acervo do autor



Acervo do autor

4ª Para lançar um projétil que alcance uma grande distancia, teremos que esticar bastante a liga isso quer dizer que iremos ter que aplicar na liga:

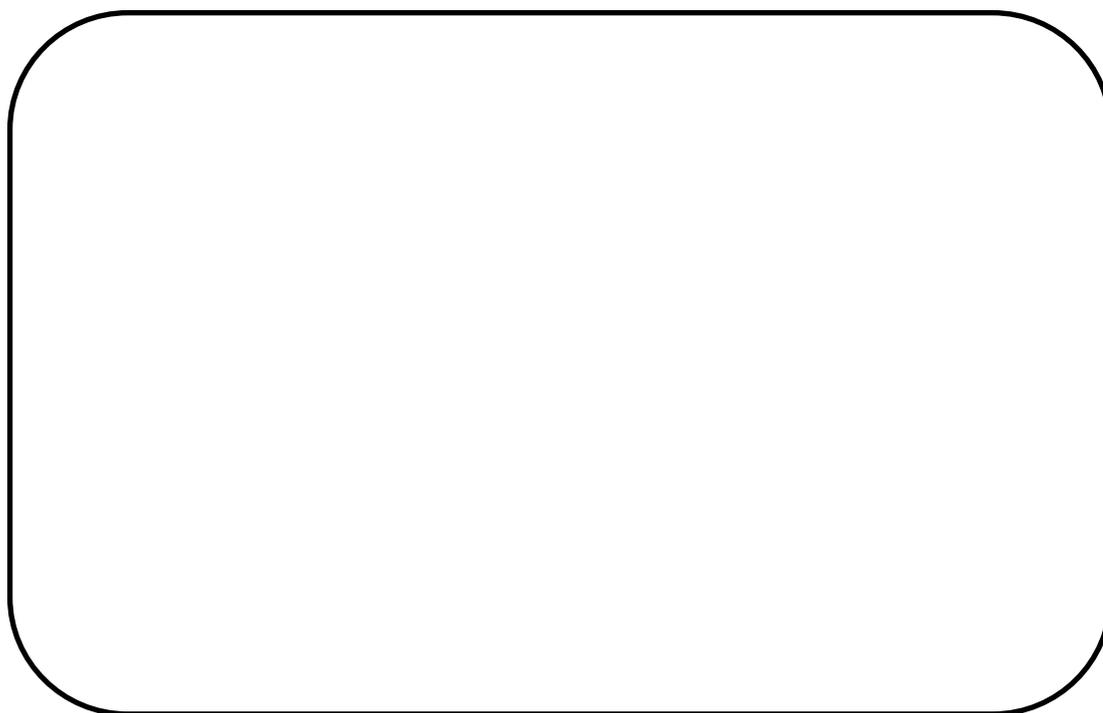
() Uma velocidade

() Uma força

() Uma aceleração

() Um tempo

5ª Use sua criatividade e faça um desenho de um lançador de projétil como um estilingue (baladeira) de uma forma inovadora, pode usar qualquer material.



Questionário Diagnóstico

1) Assinale os equipamentos eletrônicos que você possui:

- Computador
- Notebook
- Smartphone
- Relógios com sistemas operacionais
- Tablet

2) Se possui ou utiliza o computador, notebook, qual a plataforma que você utiliza?

- Windows
- Macintosh
- Linux

3) Se você possui ou usa computador, notebook, quantas horas por dia, em média, você utiliza esses equipamentos? _____ horas por dia.

4) Se você acessa a internet, para que finalidades você utiliza essa ferramenta:

- Internet
- Programas para assistir vídeos, filmes ou ouvir músicas
- Programas para edição de textos e informações (como excel, word, etc)

5) Se você acessa a internet, para que finalidades você utiliza essa ferramenta:

- pesquisa para trabalhos de escola
- Ver vídeos, filmes ou ouvir música
- Ler e enviar e-mail
- Jogos

6) Em caso de utilizar um smartphone, que recursos você utiliza:

- Ligações telefônicas
- Jogos
- Redes sociais (WhatsApp, Facebook, Instagram, Twitter, etc)
- Ouvir música
- Conexão com internet

7) Comente abaixo o que você sabe sobre o Arduino:

8) A quantidade de aulas usadas para as atividades, você joga serem suficientes?

- Sim
- Não, precisa de mais.

APÊNDICE E (Produto Educacional)

Com a necessidade de agregar uma metodologia à instrumentação, para que o ensino se tornasse significativo ao aluno, utilizamos a metodologia da Sala de Aula Invertida (SAI), tendo em vista que estávamos passando por uma pandemia que nos impediu de trazer o aluno para sala de aula, com isso, a metodologia SAI tornou-se necessária visto que tem como forte característica trabalhar com videoconferências, haja vista que foi utilizada a plataforma virtual de comunicação social, Meet,

A Sala de Aula Invertida possibilita ao professor desenvolver atividades de aprendizagem interativa em grupo na sala de aula e orientações baseadas em tecnologias digitais fora de sala de aula, tendo como característica marcante não utilizar o tempo em sala com aulas expositivas. (PAVANELO; LIMA, 2017)

Com a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) o aluno pode aplicar à instrumentação Lançamento de Projétil com o Arduino, que abrange e complementa o Produto Educacional, e adaptar para seu cotidiano,

Os estudantes exploram um problema da vida real e desenvolvem soluções até que, de repente, percebem que precisam saber como executar determinada função matemática para aplicar o que conceberam. (BERGMANN; SAMS, 2018)

Com o uso da plataforma de comunicação, Meet, e também usando o WhatsApp como meio de comunicação, ajudando a construir uma “sala de aula presencial” em algumas ações educacionais. Como foi mencionado, com a utilização do WhatsApp pode-se trabalhar com um aluno em um ambiente totalmente virtual, mais para que a instrumentação tivesse um caráter significativo para o aluno e tivesse seu momento real, dividimos o tempo para aplicar o Produto Educacional em três momentos, e dando sustento ao processo de ensino-aprendizagem baseado em um projeto com o uso do Arduino e com isso fazendo com que os alunos sejam protagonistas do seu próprio aprendizado, aplicando na prática fenômenos físicos que acontecem em seu dia a dia.

A metodologia SAI foi de grande importância para trabalhar com a instrumentação que teve suporte ao uso da metodologia adaptada para instrumentação. Aprendizagem Baseada em Projeto com o Arduino (ABP-A), com essa metodologia, aconteceu a aproximação entre aluno e professor, em contraposição ao modelo tradicional onde o aluno nada mais é que um mero espectador na sala de aula. Com o modelo ABP-A, o aluno passa a ser protagonista

de seu aprendizado, pelo fato de estar participando do processo de ensino-aprendizagem ao lado do professor,

A partir dessas inovações no ensino, a aplicação de metodologias ativas no ensino de Ciências da Natureza é de suma importância, pois o professor poderá inserir o aluno no contexto apresentado em aula, fazendo-o explorar sua criatividade, a sua capacidade de formar opiniões e de esclarecer suas dúvidas. Além disso, permite buscar novos conhecimentos e aprender a trabalhar em grupo (CARVALHO; MORAES FILHO, 2022).

2 CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

2.1 Cronograma de Ação Educacional

A **Quadro 01** descreve o momento e o tempo em que cada atividade aconteceu, discriminando o tempo de cada aula e sua duração, se a aula foi on-line ou presencial. Isso foi necessário para abranger maior quantidade de alunos, pois as aulas na rede estadual não começaram com o número total de alunos devido à pandemia COVID-19.

Quadro 01: Cronograma da aplicação do produto

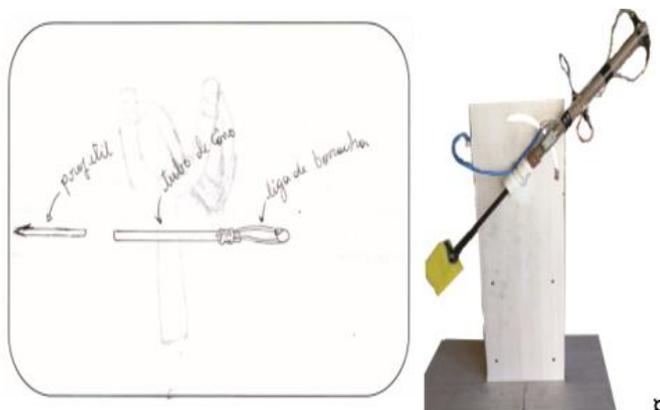
ATIVIDADE	DIA DE APLICAÇÃO	ATIVIDADES	TEMPO DE DURAÇÃO
1º MOMENTO	04/10/2021 05/10/2021	3. Conhecimento empírico do assunto lançamento oblíquo, momento de discussão entre os alunos. 4. Foi aplicado um questionário Qualitativo com intuito de coletar dados para fazer o produto educacional.	180 min em ambiente virtual e presencial.
2º MOMENTO	08/11/2021 09/11/2021 15/11/2021 16/11/2021	1. Formulando o conhecimento científico, através do conhecimento empírico 2. Testando a funcionalidade do produto “mini laboratório de física Lançador de projétil” desenvolvido pelos alunos e professor 3. Apresentação do assunto função do segundo grau: aplicado no movimento uniformemente variado.	270 minutos aula presencial.
3º MOMENTO	20/12/2021	1. Testando o conhecimento adquirido pelo aluno em forma de avaliação quantitativa e qualitativa. 2. O processo avaliativo será no início até o fim da aplicação do projeto.	60 min

2.1.1 Momento (Conhecimento prévio – Questionário)

O primeiro momento, foi realizado um discursão via WhatsApp onde os alunos discutiram seus conhecimentos empíricos. Abriu-se uma “messa redonda online” que permitiu com que os alunos formassem suas hipóteses sobre um tema científico. Esse momento foi registrado como aula fazendo parte do conteúdo curricular do aluno, tal momento segundo Bergmann e Sams (2018) é o que se refere o modelo SAI, o modelo de ensino tradicional torna-se obsoleto pois agora os alunos passam a participar da

aula. Nesse momento de discursão foi pedido que os alunos desenhassem um estilingue diferente e, com essa ideia, foi confeccionado a instrumentação como mostra a **Figura 01**,

Figura 01: Desenho do aluno x Instrumentação



Fonte: Acervo do Autor

O professor passa a mediar e orientar as discussões e a realização das atividades, agora executadas em sala de aula, considerados os conhecimentos e conteúdos acessados previamente pelo estudante, isto é, fora do ambiente da sala de aula. Agora o professor pode dedicar o seu tempo de sala de aula, na presença dos estudantes, para consolidar conhecimentos para orientá-lo, esclarecer as suas dúvidas e apoiá-lo no desenvolvimento do seu aprendizado. É, portanto, uma estratégia que propõe mudar alguns elementos do ensino presencial, sugerindo uma alternativa à lógica tradicional (BERRETT, 2012).

Foi aplicado um questionário de caráter qualitativo (**Quadro 02**) com intuito de fazer um levantamento inicial do conhecimento do aluno, onde esse questionário conta a história do estilingue em forma de um texto e logo em seguida tem perguntas de múltipla escolha para os alunos.

Quadro 02: Questionário inicial

A Origem do Estilingue	
<p>O primeiro registro da história que um homem usou um instrumento portátil para lançar uma pedra em um alvo a distância, foi na Bíblia na passagem de Davi e Goliath, onde Davi usou uma funda para atirar uma pedra e derrotar o Gigante Goliath. De lá pra cá houve muita evolução e com essa evolução inventaram o estilingue que usa borracha como propulsor e é desse tipo de estilingue que vamos falar a partir de agora.</p> <p>O termo estilingue tem origem no inglês, ling = Funda, e Shot = Tiro, formando a palavra slingshot que ao pé da letra significa Tiro com Funda, que é o termo em inglês usado para definir o estilingue. A origem certa do estilingue pouca gente sabe, mas supõe-se que ele surgiu nos Estados Unidos da América a mais ou menos uns 150 anos atrás, pois foi em 1839, que Charles Goodyear começou suas pesquisas para inventar um novo tipo de</p>	

borracha, e finalmente em 1844 ele inventou a borracha vulcanizada, que possibilitaria corta-la em tiras e fazer o estilingue que conhecemos e usamos hoje.



No início o estilingue era feito na sua maioria com tiras de câmaras de ar de bicicletas e automóvel e outros tipos de mantas de borracha, principalmente nas décadas de 1920 a 1970. Uma das evoluções do estilingue foi no início da década de 1980 quando a tripa de mico começou a ser usada com mais frequência nos estilingues, apesar de já ser usada anteriormente nos Estados Unidos e Europa, mas no Brasil foi no final da década de 1980 que ela se popularizou, pois podia ser encontrada com preços mais acessíveis.

Mas foi no início dos anos 2000 que o estilingue deu o seu maior salto com o uso das faixas elásticas usadas pra fisioterapia as Thera Band ou Carci Band e outras marcas, já as borrachas tubulares também evoluíram, pois surgiram as Thera Tubes com sua potência determinadas pelas cores. As borrachas chinesas também entraram no mercado dos estilingues, a Dankung produz uma das melhores borrachas tubulares com preços competitivos do mercado.



Mesma forma que o estilingue evoluiu, as munições também evoluíram, pois ao invés das famosas pedras, os estilingues passaram a lançar bolas de gude, esferas de chumbo e esferas de aço, que aumenta a sua velocidade e impacto.

Texto e fotos, retirado do site: <http://estilinguedobrasil.blogspot.com/2017/09/a-origem-do-estilingue.html>, em 11 de março de 2021

QUESTIONÁRIO INICIAL

1ª Você já usou um estilingue (baladeira)?

() Sim

() Não

2ª Para que o menino acerte a manga como mostra a figura ele tem que:

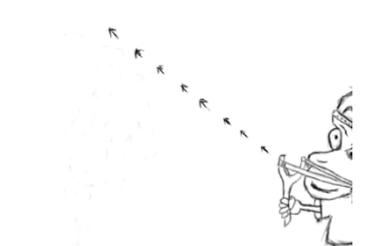


Acervo do autor

- () Mirar um pouco a cima da fruta (Devido ao projétil descrever uma parábola decrescente).
- () Mirar um pouco a baixo da fruta (Devido ao projétil descrever uma parábola crescente).
- () Mirar no centro da fruta (independente da distância, a baladeira lança em linha reta, descrevendo uma função do 1º grau).

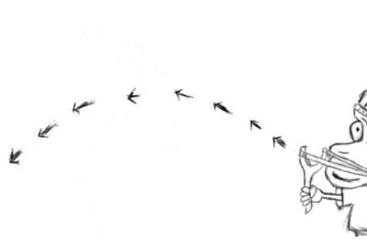
3. Observe a figura e marque que movimento descreve o objeto lançado pelo estilingue (baladeira).

() **figura 1:**



Acervo do autor

() **Figura 2:**



Acervo do autor

4ª Para lançar um projétil que alcance uma grande distância, teremos que aplicar bastante força, isso quer dizer que iremos ter que aplicar na força:

() Uma velocidade
 () Uma força
 () Uma aceleração
 () Um tempo

5ª Use sua criatividade e faça um desenho de um lançador de projétil como um estilingue (baladeira) de uma forma inovadora, pode usar qualquer material.



Fonte: Acervo do Autor

Também foi aplicado um questionário (**Quadro 03**) com intuito de fazer um levantamento a que ponto os alunos usam tecnologia como forma de comunicação e aprendizagem.

Quadro:03: Questionário Diagnóstico

Questionário Diagnóstico

1) Assinale os equipamentos eletrônicos que você possui:

() Computador
 () Notebook
 () Smartphone
 () Relógios com sistemas operacionais
 () Tablet

- 2) Se possui ou utiliza o computador, notebook, qual a plataforma que você utiliza?
- Windows
 - Macintosh
 - Linux
- 3) Se você possui ou usa computador, notebook, quantas horas por dia, em média, você utiliza esses equipamentos? _____ horas por dia.
- 4) Se você acessa a internet, para que finalidades você utiliza essa ferramenta:
- Internet
 - Programas para assistir vídeos, filmes ou ouvir músicas
 - Programas para edição de textos e informações (como excel, word, etc)
- 5) Se você acessa a internet, para que finalidades você utiliza essa ferramenta:
- pesquisa para trabalhos de escola
 - Ver vídeos, filmes ou ouvir música
 - Ler e enviar e-mail
 - Jogos
- 6) Em caso de utilizar um smartphone, que recursos você utiliza:
- Ligações telefônicas
 - Jogos
 - Redes sociais (WhatsApp, Facebook, Instagram, Twitter, etc)
 - Ouvir música
 - Conexão com internet
- 7) Comente abaixo o que você sabe sobre o Arduino:
- _____
- _____
- _____
- _____
- 8) A quantidade de aulas usadas para as atividades, você acha serem suficientes?
- Sim
 - Não, precisa de mais.

Fonte: Acervo do autor

2.2 Momento II Construção da Instrumentação

Essa instrumentação foi desenvolvida em uma marcenaria na casa de um aluno. Tal momento é de grande importância para que se tenha uma aprendizagem significativa, isso cria um laço afetivo professor/aluno, essa parceria descreve a metodologia da aprendizagem baseada em projeto pelo fato de desenvolver trabalhos em conjunto (CAMPOS, 2011).

Nesse segundo momento os alunos estavam voltando da pandemia de forma parcial, apenas um terço da classe por semana retornava à sala de aula e, para

amparar os que ficavam em casa, foram gravadas as aulas teóricas e experimentais que foram disponibilizadas na plataforma do Youtube, conforme orientação da SAI,

A Sala de Aula Invertida possibilita ao professor desenvolver atividades de aprendizagem interativa em grupo na sala de aula e orientações baseadas em tecnologias digitais fora de sala de aula, tendo como característica marcante não utilizar o tempo em sala com aulas expositivas. (PAVANELO; LIMA, 2017)

Desta forma foi confeccionada a Instrumentação, como mostra a **Figura 02**.

Figura 02: Lançador de projétil



Fonte: Acervo do Autor

2.2.1 Processo de construção da Instrumentação

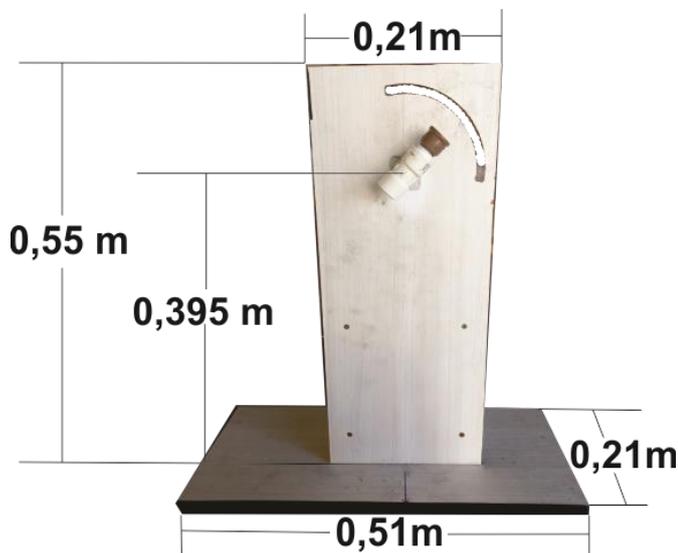
Como um dos principais objetivos do projeto é trabalhar com materiais recicláveis e de fácil aquisição no mercado, houve a preocupação em trabalhar com cano de PVC, MDF, abraçadeiras de metal entre outros.

2.2.1.1 Base em MDF

O produto foi confeccionado com uma base em chapa de MDF de 15 mm, que serve de suporte para todos os sensores placas de circuito e o próprio lançador de projétil (instrumentação), como mostra na **Figura 03**. Para fazer o movimento rotatório no canhão do lançador e com isso definir o ângulo de lançamento, foi usado uma conexão de cano de pvc em forma de T roscável de 20 mm, roscado para segurar o canhão que fica fixado na chapa de MDF e uma de suas extremidades (a perna do T)

serve de suporte para girar um potenciômetro (resistor variável) de 100k que serve para medir o ângulo de inclinação do canhão.

Figura 03: Suporte com suas dimensões

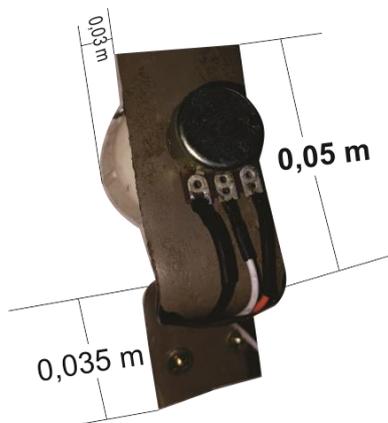


Fonte: Acervo do autor

2.2.1.2 Suporte do Potenciômetro

O potenciômetro é fixado em um suporte (**Figura 04**) feito de uma chapa de PVC (feito com cano de 20 mm). O tubo de PVC de comprimento de 0,115 m foi cortado lateralmente e logo em seguida foi aquecido com um soprador térmico (isso também pode ser feito no fogo), e modelado até chegar em uma forma para segurar o potenciômetro.

Figura 04: Suporte do potenciômetro dimensionado



Fonte: Acervo do autor

Potenciômetro no suporte visto de lado **Figura 05**.

Figura 05: Suporte do potenciômetro visto de lado dimensionado

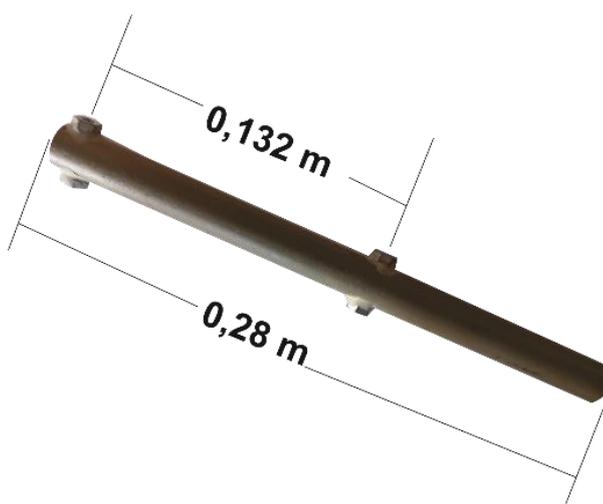


Fonte: Acervo do autor

2.2.1.3 Suporte dos Sensores

O canhão por onde sai o projétil (**Figura 06**) foi feito com cano de PVC de 20mm de diâmetro com 28 cm de comprimento, com quatro furos adicionado, dois furos na extremidade do tubo onde foi colado uma porca em cada buraco fixada com massa epóxi onde serão fixados os sensores LDR (*Light Dependent Resistor*) e os LED (*Light Emitting Diode*), após a apresentação com os alunos, foram confeccionados os suportes dos sensores LED e LDR em uma impressora 3d, e os sensores foram posicionados ha 132 cm de distância dos dois primeiros furos como descreve a figura 06.

Figura 06: Canhão em cano de PVC de 20 mm



Fonte: Acervo do autor

2.2.1.4 Pistão Impulsionador

O eixo que lança o projétil (**Figura 07**) foi feito de barra roscada de 10 mm de diâmetro com três porcas para fazer a graduação e deixar o projétil o mais próximo do sensor inicial para determinar como a velocidade inicial do lançamento igual a zero.

Figura 07: Pistão de lançamento do projétil.



Fonte: Acervo do autor.

Uma extremidade do pistão que lança o projétil é coberta com esponja para não machucar a mão de quem irá lançar o projétil, pois a força que lança o projétil é desconhecida e com isso o projétil não cai sempre no mesmo lugar, tornando o experimento mais real possível. Foi enrolada uma fita isolante em parte da barra roscada para diminuir o atrito da rosca com o tubo apesar de o atrito com o tubo não interferir no experimento, devido ao pistão (barra roscada) empurrar o projétil até o final do tubo, com isso, o projétil é lançado, efetuando um movimento livre sob ação do campo gravitacional terrestre, que é a parte do movimento que será estudado.

2.2.1.5 Suporte roscado para fixar no ângulo

Como o lançador precisa de um ângulo para lançar o projétil (ângulo tal que definira o ângulo inicial da queda livre), este necessitou de uma braçadeira móvel para regular o ângulo e fazer com que ele não saia do lugar, e com isso, o Arduino faça uma leitura sem muitas flutuações (mesmo assim foi preciso criar um filtro em C++ para ter uma leitura mais precisa). Como a braçadeira foi desenvolvida para ser fixada na parede, foi necessário prender um parafuso com uma massa epóxi como mostra a **Figura 08**, com isso, evitando com que o parafuso rode no momento em que está sendo feito o aperto para segurar no ângulo que foi escolhido pelo usuário.

Figura 08: Braçadeira para cano de 20 mm.



Fonte: Acervo do autor.

2.2.1.6 O Arduino

A vantagem do Arduino são suas portas, que podem ser usadas de acordo com a necessidade. Nesse projeto serão utilizadas as portas analógicas A1, A2 e A3, as quais trabalham com variação de 0V a 5 V, podem com isso ter valores de 10 bites que tem 1024 números formando um conjunto de 0 à 1023.

Como o projeto necessita de um temporizador, vamos usar o *clock* do Arduino que cuja unidade de tempo é medida em milissegundos (1 milissegundo corresponde a um milésimo de segundo, 10^{-3} s),

Lê o valor de um pino analógico especificado. A placa Arduino possui um conversor analógico-digital 10 bits de 6 canais (8 canais nos Mini e Nano, 16 no Mega, 7 canais em placas MKR). Isso significa que este irá mapear tensões entre 0 e a tensão operacional (5V or 3.3V) para valores inteiros entre 0 e 1023. No Arduino UNO, por exemplo, isso permite uma resolução entre leituras de: 5 volts / 1024 unidades, ou .0049 volts (4.9 mV) por unidade. (www.arduino.cc).

2.2.1.7 Resistor

Retirando o valor da tensão 2,2V e a corrente 20m A, podemos usar a Primeira lei de Ohm e calcular a resistência a ser utilizada.

$$R = \frac{V_{arduino} - V_{led}}{i}$$

$$R = \frac{3,3 - 2,2}{20 \cdot 10^{-3}}$$

$$R = 55\Omega$$

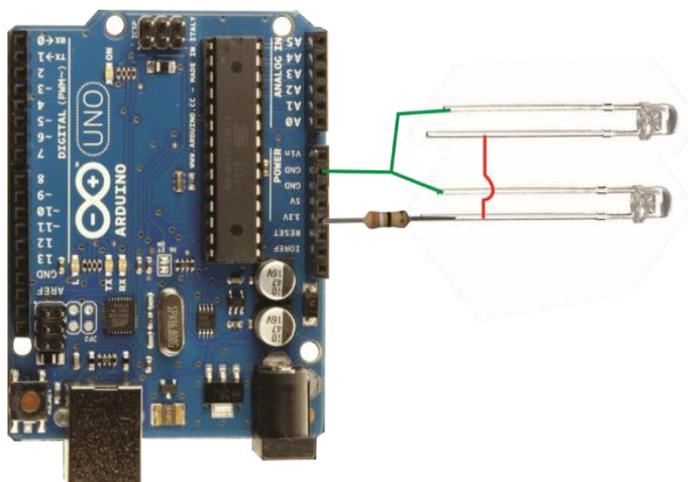
Então foi usado um resistor comercial de 56 Ω , o que mais se aproxima da resistência necessária, só não pode ser uma resistência menor que a calculada. Porém se for usar 5V do Arduino terá que usar um resistor de 140 Ω .

2.2.1.8 LED

O LED será alimentado na saída de 3,3V da placa do Arduino e terá um resistor de 55 Ω . Esse resistor limitará a tensão e evitará com que o LED queime.

É importante ressaltar que o LED é um componente eletrônico polarizado, isto é, seus terminais não podem ser invertidos quando é ligado na alimentação do Arduino que possui terminal positivo e negativo, o terminal que apresenta maior comprimento é o ânodo (polo positivo) e o terminal com comprimento menor é o cátodo (polo negativo) como mostra a **Figura 09**. Se acontecer a inversão dos terminais, o LED não vai acender.

Figura 09: Ligando LED no Arduino



Fonte: Acervo do autor

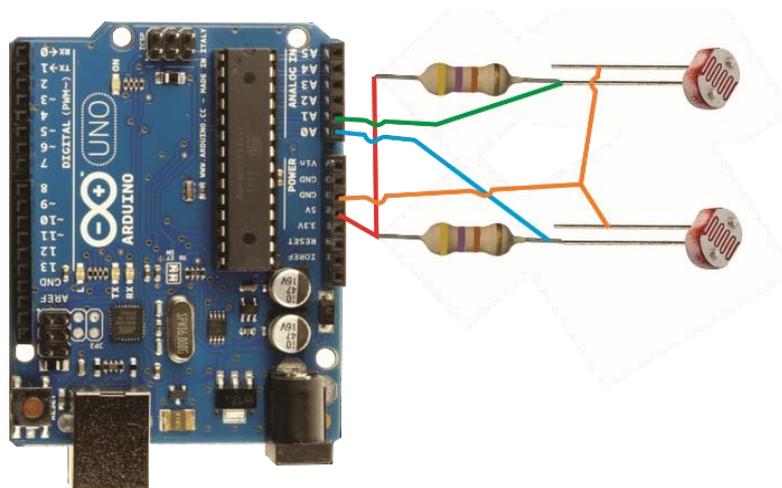
2.2.1.9 LDR

O LDR é um componente que não depende de polaridade, ou seja, pode ser ligado invertendo os terminais. Ele dependerá da luz para alterar sua resistência interna, se ocorrer variação na iluminação, terá variação na resistência do LDR,

O **LDR** ou **Fotoresistor** como também é conhecido, é um tipo de resistor, porém variável. Quanto maior for a quantidade de luz que incide sobre o LDR menor será a resistência oferecida por ele e quanto menor a quantidade de luz sobre o mesmo maior será a resistência oferecida. Vale ressaltar que o LDR assim como um resistor comum, não possui polarização e sua resistência é medida em ohms, que com ausência de luz gira em torno de 1M Ω e com presença de luz fica entre 10 e 20K Ω . (masterwalker)

Sua ligação está descrita na **Figura 10**.

Figura 10: Ligando LDR no Arduino.

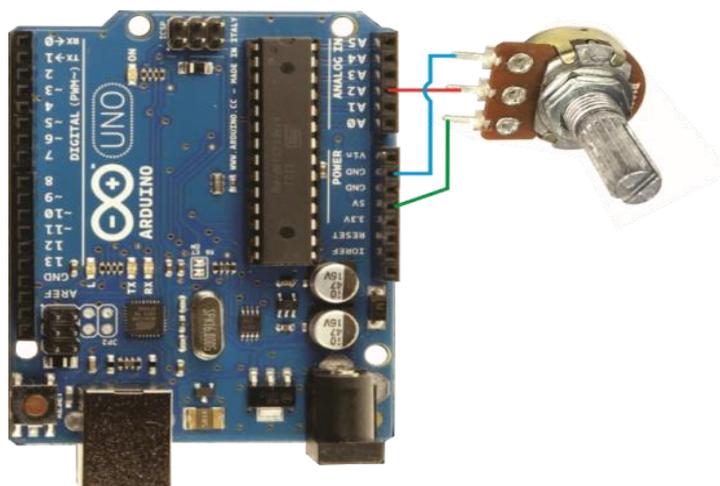


Fonte: Acervo do autor.

2.2.1.10 Potenciômetro (Resistência Variável)

O potenciômetro é uma peça eletrônica que tem variação de resistência quando seu eixo móvel é rotacionado. Seu eixo móvel vai de 0° a 270° graus, segundo a especificação do fabricante.

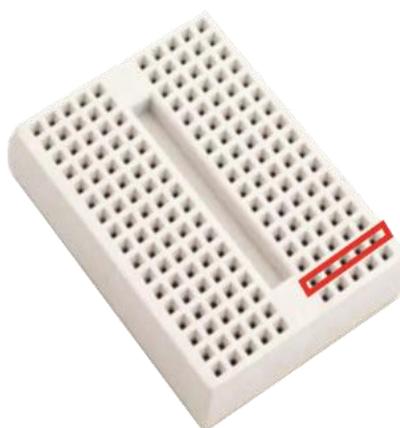
Há de se ter bastante cuidado na ocasião da montagem do potenciômetro, considerando a região morta no início, pois seu giro não é de 360° graus e sim de 270° graus. Com isso, para calibrá-lo foi usado um nível de mão, aferindo a posição de 0° graus e posteriormente a posição de 90° grau. A ligação do potenciômetro com o Arduino está descrita na **Figura 11**.

Figura 11: Ligando Potenciômetro no Arduino

Fonte: Acervo do autor

2.2.1.11 Protoboard

A placa protoboard é uma ferramenta onde se pode montar os componentes eletrônicos apenas encaixando e evitando o uso e confecção de placas de circuito impresso (PCI), podendo retirar o componente eletrônico que foi colocado na placa a qualquer momento quando for necessário devido ao fato de não precisar soldar os componentes como acontece nas placas de PCI de fenolite. Com isso, a construção do circuito torna-se prática, pois o construtor pode mudar a configuração do circuito quando necessário. A protoboard tem terminais que são ligados uns com os outros como está marcado de vermelho na **Figura 12**.

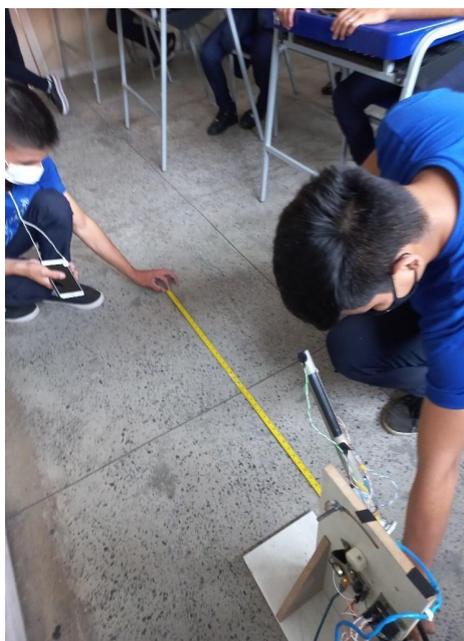
Figura 12: Protoboard

Fonte: Acervo do autor

2.2.2 Aplicação da Instrumentação

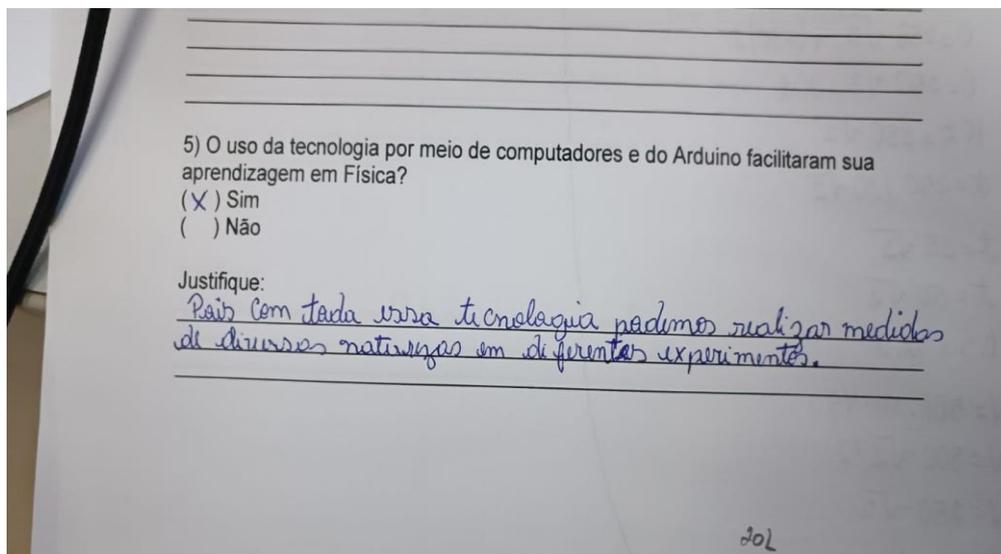
Ainda no segundo momento, os alunos aplicaram o Arduino formalizando o conhecimento e através da aplicação da Aprendizagem Baseada em Projeto – Arduino (ABPA), o mesmo conhecerão sobre o funcionamento do Arduino por meio da instrumentação, os alunos aplicaram o conhecimento no meio real e com isso, proporcionou aos alunos em levantar possíveis hipóteses através da observação e medições na instrumentação como mostra a **Figura 13**.

Figura 13: Alunos aferindo o deslocamento do projétil



Fonte: Acervo do autor

Através da medida, os alunos fizeram os cálculos utilizando conceitos Físicos e perceberam que seus cálculos são compatíveis com os cálculos do Arduino (o SOFTWARE escrito para o Arduino está no Apêndice) e ficavam maravilhados com a tecnologia, como descreve um aluno na **Figura 14**.

Figura 14: Resultado do Aluno

5) O uso da tecnologia por meio de computadores e do Arduino facilitaram sua aprendizagem em Física?
(X) Sim
() Não

Justifique:
Porém com toda essa tecnologia podemos realizar medições de diversas naturezas em diferentes experimentos.

202

Fonte: Acervo do Autor

E no decorrer da apresentação do Arduino para os alunos, foi explicado sobre seu funcionamento e a técnica de programação, como as fórmulas do movimento uniformemente variado foram aplicados na síntese do programa. O programa escrito em C está no Apêndice A desse trabalho.

2.3.3 Momento - Avaliação

Descrever o terceiro momento de caráter tão importante quanto os outros, esse terceiro momento foi crucial para o termino do projeto, que culminou com uma avaliação online,

Pense como seria a sua vida e a de qualquer pessoa se não tivéssemos as tecnologias nos ajudando a realizar as nossas atividades diárias. Eu não poderia agora, por exemplo, estar me comunicando com você, contando essa longa história de relacionamentos bem sucedidos entre os homens e as tecnologias (KENSKI, 2012).

Foi aplicado uma avaliação com peso 6 com caráter quantitativo e qualitativo e o peso 4 foi avaliado em todo o projeto com caráter qualitativo, a **Figura 04** mostra uma questão realizada pelo aluno.

Figura 15: Resultado do Aluno

Handwritten student work on a whiteboard showing physics calculations. The work is organized into two columns. The left column contains the following steps:

$$\begin{aligned} & \textcircled{4} V = 500 \cdot \cos 45 \\ & V = 500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\ & V = 250\sqrt{2} \\ & V = V_0 + at \\ & 0 = 250\sqrt{2} + (-30)t \\ & 0 = 250\sqrt{2} - 30t \\ & 30t = 250\sqrt{2} \\ & t = 250 / 30\sqrt{2} \\ & t = 25\sqrt{2} \\ & t = 50\sqrt{2} \\ & \Delta S = V \cdot t \\ & V = 500 \cdot \sin 45 \\ & V = 500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\ & V = 250\sqrt{2} \\ & \Delta S = V \cdot t \\ & \Delta S = 250\sqrt{2} \cdot 50\sqrt{2} \\ & \Delta S = 250 \cdot 50 \cdot 2 \end{aligned}$$

The right column contains the following steps:

$$\begin{aligned} & \Delta S = 250 \cdot 100 \\ & \Delta S = 25000 \text{ m} \\ & \Delta S = 25 \text{ km} \\ & \Delta S = 15,6 \text{ km} \end{aligned}$$

Fonte: Acervo do Autor

O uso da sala de aula invertida foi fundamental para que a instrumentação tivesse êxito devido o COVID que paralisou as escolas, e quando os alunos voltaram, voltaram parcialmente e com avaliações online pelo *google Driver*, foi possível aplicar para todos os alunos a avaliação,

A sala de aula invertida é uma modalidade de e-learning na qual o conteúdo e as instruções são estudados on-line antes de o aluno frequentar a sala de aula, que agora passa a ser o local para trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios etc (VALENTE, 2014).

No final do trabalho, foi aplicado um questionário (**Quadro 04**) de caráter qualitativo, e com isso, analisar o grau de conhecimento do aluno e se gostarão da aplicação do Arduino na sala de aula.

Quadro 04: Questionário final

Questionário Final
1) Em que podemos aplicar placa Arduino?

2) Você poderia explicar abaixo, usando suas próprias palavras, o que você entende sobre aceleração da gravidade?

3) Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, o que descreve a trajetória do lançamento oblíquo?

4) Um canhão dispara uma bala com velocidade inicial igual a 500m/s (em módulo), a 45° com a horizontal. Desprezando o atrito e considerando $g = 10\text{m/s}^2$, determine o alcance máximo horizontal da bala.

5) O uso da tecnologia por meio de computadores e do Arduino facilitaram sua aprendizagem em Física?

() Sim

() Não

Justifique:

6) A quantidade de aulas usadas para as atividades, você julga serem suficiente?

() Sim.

() Não, precisava de mais ____ aulas.

() Não, precisava de menos ____ aulas.

7) Como você classifica sua aprendizagem ao longo das atividades propostas.

() Plenamente Satisfatória

() Parcialmente Satisfatória

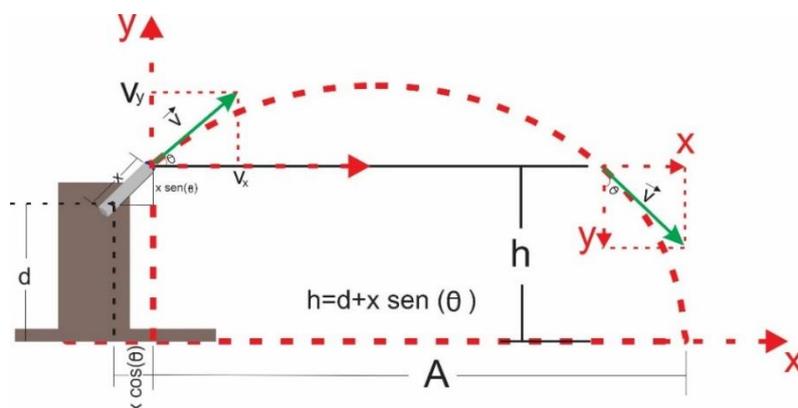
() Irrelevante

() Parcialmente insatisfatória

() Totalmente insatisfatória

Relate abaixo a sua experiência ao longo deste projeto, expressando sua opinião sobre tecnologia como ferramenta no ensino.

2.3.1 Quadro de formulas



As formulas com conceitos físicos descrita no **Quadro 05** foi adaptada para ser escrita na linguagem C, tal linguagem entendida pelo Arduino. As formulas do lançamento oblíquo tem suas deduções no apêndice desse trabalho.

Quadro 05: Formulas para a instrumentação.

$g_x = \frac{2x}{t^2}$	(2.3.1.1)
$v_x = \frac{2x}{t}$	(2.3.1.2)
$A = \left[\frac{v^2 \sin \theta}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2 \sin^2 \theta}} \right) + x \right] \cos \theta$	(2.3.1.3)

Fonte: Acervo do Autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a implantação do Arduino utilizando metodologias diversificadas na sala de aula, houve uma necessidade de usar a metodologia da SAI como parâmetro de reforço e modelagem de ensino para trabalhar a física em ambientes virtuais, tal ambiente virtual como o Meet, foi necessário devido a pandemia da COVID-19.

Através da estruturação da ABP com o uso do Arduino, pode-se observar uma aprendizagem de caráter significativo, trazendo conceitos científicos vivenciados no dia a dia do aluno para a sala de aula, formalizando conceitos através do movimento real no lançamento oblíquo e não em apenas imagem aparentes como é característica de simuladores que não consideram efeitos naturais. Podemos asseverar que “a ciência é a melhor forma de explicar os fenômenos que ocorrem na natureza”, e o uso da instrumentação na sala de aula desenvolve e demonstra o conhecimento científico na prática, “NA REAL”. Com a construção do conhecimento através da prática, cria-

se um vínculo entre professor e aluno, pelo fato de um ajudar o outro como: segurar uma trena para medir determinada distância, coisa que aparenta ser não significativa, o fato dessa aproximação professor/aluno procurando solucionar um problema científico ratifica o conceito da Aprendizagem Baseada em Projeto.

Através de técnicas de análise de dados com o uso de software IRAMUTEQ, onde podemos tratar os dados estatisticamente e observar que a aprendizagem utilizando a instrumentação baseada em Arduino foi de caráter significativo para a formação do conhecimento, mesmo com toda as dificuldades de estar passando por uma pandemia que paralisou as escolas públicas.

BIBLIOGRAFIA

PAVANELO, Elisangela e LIMA, Renan. **Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I.**

<https://www.scielo.br/j/bolema/a/czkXrB369jBLfrHYGLV4sbb/?lang=pt&format=pdf>
acessado em: 28 de dezembro 2021.

CARVALHO, Paulo Roberto e MORAES FILHO, Aroldo Vieira de. **Metodologias Ativas: Aprendizagem Baseada Em Projetos Na Área Das Ciências Da Natureza.**
<https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaISE/article/download/837/560>,
pesquisado em 28 de janeiro de 2022.

BERGMANN, Jonathan.; SAMS, Aaron. **Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem.** 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018

BERRETT, Dan. **How flipping the classroom can improve the traditional lecture.**
The Education Digest, v. 78, n. 1, p. 36, 2012.

MASTERWALKER. Publicado em:
<https://www.masterwalkershop.com.br/buscar?q=ldr>, Acessado em 20 de setembro 2022.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e Tecnologia: O novo ritmo da informação.** 2 ed. Campinas-sp. Papyrus, 2012

VALENTE, José Armando. **Aprendizagem Ativa no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida.** Notícias, Brusque, 2013. Disponível em:
<https://www.unifebe.edu.br/site/docs/arquivos/noticias/2014/valente.pdf>. Acesso em: 15 de novembro. 2021