

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MURILO MACHADO DA SILVA

**EXPERIMENTOS DE FÍSICA USANDO O ARDUINO: um projeto de pesquisa
científica de alunos de Ensino Médio**

São Leopoldo
2020

MURILO MACHADO DA SILVA

**EXPERIMENTOS DE FÍSICA USANDO O ARDUINO: um projeto de pesquisa
científica de alunos de Ensino Médio**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Licenciado em Física,
pelo Curso de Física da Universidade do
Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof(a).Dra. Cândida Cristina Klein

São Leopoldo

2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aparato experimental para o estudo de objetos em queda	23
Figura 2 - Conversor de nível lógico.....	29
Figura 3 - Divisor de tensão	29
Figura 4 – Diodo PN.....	33
Figura 5 – Resistores	34
Figura 6 – Código de cores para resistores	34
Figura 7 – Tipos de capacitor	36
Figura 8 – Placa Arduino Uno, na parte superior encontram-se as entradas e saídas digitais e, na parte inferior, as entradas analógicas e os pinos de alimentação	38
Figura 9 – Imagem do aplicativo utilizado no segundo encontro virtual apresentando os participantes: professor orientador e alunos.....	48
Figura 10 – Imagem do aplicativo utilizado no segundo encontro virtual apresentando discussões sobre tópicos para a pesquisa sobre lançamento de projéteis	49
Figura 11 – Imagem do aplicativo utilizado no quarto encontro virtual apresentando os participantes: professor orientador e alunos.....	51
Figura 12 – Registro do primeiro encontro presencial da etapa de planejamento e construção do experimento	53
Figura 13 – Registro do segundo encontro presencial da etapa de planejamento e construção do experimento	53
Figura 14 – Montagem preliminar do lançador de projéteis	54
Figura 15 – Sensores infravermelho (IR) utilizados no equipamento	55
Figura 16 – Registro do terceiro encontro presencial da etapa de planejamento e construção do experimento	55
Figura 17 – Montagem final do lançador de projéteis.....	57
Figura 18 – Circuito com sensores.....	58
Figura 19 – Rascunho do roteiro para a gravação do vídeo	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sensores	31
Quadro 2 – Cronograma de aplicação das etapas	42
Quadro 3 – Cronograma da etapa 2 de orientação	43
Quadro 4 – Cronograma de aplicação da etapa 3.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempo de percurso do projétil.....	62
Tabela 2 – Alcance máximo do projétil.....	63
Tabela 3 – Velocidade inicial do projétil	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Grau de classificação do potencial do experimento como recurso didático	73
Gráfico 2 – Grau de classificação da adequação do experimento como recurso didático ao nível de ensino	73
Gráfico 3 – Grau de classificação da inovação do tema	74
Gráfico 4 – Grau de classificação da clareza na apresentação dos objetivos.....	74
Gráfico 5 – Grau de classificação da qualidade da apresentação do experimento ...	74
Gráfico 6 – Grau de classificação da clareza da apresentação da metodologia	75
Gráfico 7 – Grau de classificação da organização do trabalho	75
Gráfico 8 – Grau de classificação da postura e grau de comprometimento dos alunos	76
Gráfico 9 – Grau de classificação da clareza e qualidade das explicações	76

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento de um TCC, bem como da maioria das coisas da vida, não é um trabalho isolado, muito menos uma jornada solitária. Para se alcançar o sucesso, é preciso muito apoio, e quando este sucesso é atingido, não se pode esquecer quem auxiliou nesta jornada.

Assim, gostaria de agradecer primeiro à Orientadora deste, que com muita paciência e perseverança, contribuiu decisivamente para que as metas fossem atingidas.

Em seguida, agradecer aos alunos, que fizeram parte deste processo, e aceitaram o desafio, sendo os responsáveis pelo sucesso do projeto, muito além das expectativas do orientador/professor. Lembrar também do papel da escola, ao abrir espaço, e do seu corpo docente em contribuir na avaliação dos alunos.

Por fim, à família, que com muita paciência, auxiliou disponibilizando seu tempo e empenho, para que o autor pudesse realizar as tarefas no decorrer do processo.

RESUMO

Desde os primórdios o ser humano desenvolveu um senso de curiosidade inato, que o leva a aprender e desenvolver novas soluções, desvendando assim os mistérios da natureza. Porém, esse senso de curiosidade está extrínseca e intrinsecamente ligado ao indivíduo, ou seja, vem das suas necessidades pessoais e das influências do meio. Embasado nas propostas pedagógicas motivacionais de John Dewey e com apoio nas teorias cognitivistas de Lev Vygotsky, este trabalho propõe o desenvolvimento de experimentos para o ensino de Física guiados pelo professor, mas baseados nas motivações dos próprios alunos. A partir de uma proposta, apresentada pelo professor, para o desenvolvimento de experimentos utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, os alunos definiram um tema de Física sobre o qual planejaram e construíram um experimento. O trabalho, de caráter interdisciplinar, foi realizado com um grupo de alunos do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio São Francisco de Assis, de Pareci Novo – RS, sob a forma de projeto de pesquisa científica, modalidade desenvolvida anualmente na escola. Desta forma, os alunos, no papel de orientandos, desenvolveram o trabalho teórico e prático, e o professor, como orientador, acompanhou a trajetória, auxiliando e sanando as dúvidas. Ao final do processo, o experimento desenvolvido foi disponibilizado para a escola, a fim de ser utilizado como recurso didático em aulas de Física da mesma, acompanhado de um roteiro prático e de um vídeo instrucional. Verificou-se que, a partir do interesse pessoal dos alunos, temas de Física podem ser desenvolvidos sob a forma de projeto de pesquisa científica, dando outro aspecto ao estudo desta disciplina. Assim, o aluno é conduzido para uma realidade palpável, fundamentada em um embasamento teórico, desenvolvendo sua criatividade, dentre outras competências muitas vezes desconhecidas pelo próprio sujeito, além de motivá-lo a pensar a construção do mundo e das coisas. Os resultados colhidos exemplificam essa construção do conhecimento e mostram a importância dada pelos alunos a este processo, principalmente, ao modelo de educação prática. Desta forma, o presente projeto, associado a uma prática experimental, refletiu no desempenho dos alunos e em sua maior motivação ao atuar nesta modalidade de trabalho.

Palavras-chave: Motivação. Interdisciplinaridade. Ensino de Física. Arduino.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 A TEORIA MOTIVACIONAL DE JOHN DEWEY	15
2.2 A TEORIA SOCIOCUTURAL DE LEV VYGOTSKY	17
2.3 O ARDUINO E O ENSINO DE FÍSICA	19
2.3.1 O Uso do Arduino no Ensino de Física	19
2.3.2 Revisão de Circuitos Elétricos e Componentes	24
2.3.2.1 Carga e corrente elétrica	25
2.3.2.2 Tensão elétrica	26
2.3.2.3 Resistência elétrica	27
2.3.2.4 Potência e energia	27
2.3.2.5 Alimentação correta de circuitos	28
2.3.2.6 Principais componentes eletrônicos utilizados com o Arduino	30
2.3.2.6.1 <i>Sensores ou transdutores</i>	30
2.3.2.6.2 <i>Diodos</i>	32
2.3.2.6.3 <i>Resistores</i>	33
2.3.2.6.4 <i>Capacitores</i>	35
2.3.3 A Plataforma Arduino	36
2.3.3.1 Um pouco da história do Arduino	36
2.3.3.2 A estrutura física e os componentes do Arduino	37
2.3.3.3 A linguagem de programação do Arduino	38
3 METODOLOGIA	40
3.1 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA JUNTO À ESCOLA	40
3.2 PROPOSTA DE PROJETO	41
3.3 PROCESSO AVALIATIVO	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1 RELATOS DE ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA DOS ALUNOS	47

4.1.1 Das aulas e da pesquisa e escrita sobre a fundamentação teórica do trabalho	47
4.1.2 Do planejamento e construção do experimento, da elaboração do roteiro experimental e da escrita da metodologia, resultados e conclusões do trabalho	52
4.1.2.1 Escrita da metodologia	59
4.1.2.2 Roteiro experimental	60
4.1.2.3 Resultados e conclusões.....	61
4.1.3 Da gravação da apresentação	65
4.2 AVALIAÇÃO	66
4.2.1 Do desempenho dos alunos.....	66
4.2.1.1 Autoavaliação dos alunos.....	68
4.2.1.2 Avaliação do orientador pelos alunos.....	70
4.2.2 Do relatório	71
4.2.3 Da apresentação do projeto de pesquisa.....	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
REFERÊNCIAS.....	80
APÊNDICE A – PLANOS DE AULA	84
APÊNDICE B – SKETCH DESENVOLVIDO PARA O PROJETO.....	125
APÊNDICE C – ROTEIRO EXPERIMENTAL.....	127
ANEXO A – TRABALHO DOS ALUNOS	136
ANEXO B – AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM DOS ALUNOS	192

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como tema o desenvolvimento e montagem de experimentos de Física para o ensino médio, utilizando a plataforma Arduino.

A fim de contornar um dos maiores problemas enfrentados pelos professores das áreas de ciências, que é a falta de motivação dos alunos, o presente trabalho apresenta uma proposta de como motivar os alunos de ensino médio extrínseca e intrinsecamente para a aprendizagem de Física, utilizando-se da metodologia de pesquisa científica e, como recurso, a plataforma de experimentos Arduino. Este recurso eletrônico vem sendo utilizado em diversos campos pela sua simplicidade nas aplicações.

Desde o começo da humanidade, o homem desenvolveu um senso de curiosidade inato, capaz de motivá-lo a aprender, por observação e pelo uso do pensamento. Os filósofos gregos já tentavam, por meio do pensamento, descobrir a essência da natureza, como Tales de Mileto, o qual pensava que a substância primordial era a água.(RONAN, 2001). Contribuições importantes foram dadas por estes filósofos para o modo como se observa a natureza, e essas, por sua vez, originaram-se da motivação pessoal dos filósofos em querer compreender a natureza das coisas. Hoje as áreas de conhecimento estão separadas em especialidades, pois os temas se tornaram muito abrangentes. As áreas acabaram por se afastar umas das outras e da filosofia, tornando o conhecimento muitas vezes desconexo. Assim, cada vez mais, para contemplar um todo, é preciso esforçar-se em unir os conhecimentos.

Os conhecimentos das áreas de ciências da natureza tornaram-se pré-estabelecidos, carregados de pressupostos, o que torna maçante a sua aprendizagem, pois não abre margem para exploração. Ao aluno parece que o conhecimento é algo preestabelecido e imutável, não passível de questionamento ou de utilidade prática. Assim, justifica-se a pesquisa de novos meios para tornar o ensino de ciências algo interessante, ao ponto de motivar o aluno a aprender determinado assunto. Sugere-se que o professor siga metodologias ativas, que envolvam a dimensão prática e tecnológica, para tornar o ensino mais atrativo e efetivo. Nesta linha, dentro dos itinerários formativos contidos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a escola é orientada a seguir alguns eixos para compor a metodologia que será empregada nas aulas. Um destes eixos traz a dimensão da investigação

científica, com intuito tanto de desvendar ideias, processos e fenômenos, bem como de preparar os alunos para situações do cotidiano, para resolver demandas locais e coletivas, fazendo assim com que criem autonomia para solucionar situações problema.(BRASIL, 2017). Outra importante orientação para o ensino básico, apresentada na BNCC, vai de encontro ao tema deste trabalho: tornar o ensino mais tecnológico e próximo da realidade, conduzindo o aluno a

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.(BRASIL, 2017, p.9).

O ensino de Física vem, ao longo do tempo, perdendo seu brilhantismo para os alunos, que cada vez têm menos interesse pelo assunto por estar, muitas vezes, desconexo da realidade atual. Durante um longo período, o ensino de Física vem sendo tratado nas escolas como algo pronto, o que leva os alunos a pensarem que, aprender Física, é aprender um punhado de equações matemáticas. Enquanto docente, tem-se o dever de desenvolver uma metodologia, que traga para a escola o que realmente significa o estudo da Física. Física engloba o universo em movimento, os fenômenos naturais, as transformações da natureza, as aplicações tecnológicas. Tudo isso deve ser levado em conta na hora de mostrar para o aluno o sentido de aprender Física. Assim, com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais, é enfatizada a importância de contextualizar o ensino.

A Física, por sistematizar propriedades gerais da matéria, de certa forma como a Matemática, que é sua principal linguagem, também fornece instrumentais e linguagens que são naturalmente incorporados pelas demais ciências. A cosmologia, no sentido amplo de visão de mundo, e inúmeras tecnologias contemporâneas, são diretamente associadas ao conhecimento físico, de forma que um aprendizado culturalmente significativo e contextualizado da Física transcende naturalmente os domínios disciplinares estritos. E é essa Física que há de servir aos estudantes para compreenderem a geração de energia nas estrelas ou o princípio de conservação que explica a permanente inclinação do eixo de rotação da Terra relativamente ao seu plano de translação.(BRASIL, 2000, p.10).

Os princípios pedagógicos de John Dewey embasam a necessidade de uma educação motivadora e democrática, levando em conta a motivação intrínseca e extrínseca dos alunos, fazendo com que os direcionamentos das atividades sejam

embasados nas experiências anteriores e vontades dos estudantes. Segundo Dewey(1977, p.233):

Que significa a democracia se não todas as pessoas participando da determinação das condições e objetivos de seu próprio trabalho e que, definitivamente, graças à harmonização livre e recíproca das diferentes pessoas, a atividade do mundo se faça melhor, do que quando poucos planejam, organizam e dirigem, por mais competentes e bem intencionados que sejam estes poucos?

Por este motivo destaca-se a importância da opinião e decisão dos alunos no desenvolvimento do projeto, para democratizar e motivar. Desta forma, neste trabalho foi proposto o desenvolvimento de experimentos utilizando uma plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, juntamente com os alunos, sendo de fundamental importância a participação da equipe em todas as etapas: pesquisa, seleção e montagem dos equipamentos, além da criação dos roteiros de utilização dos experimentos.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, muito utilizada por professores, engenheiros e técnicos, para as mais diversas finalidades de automação profissional ou amadora. A ideia de utilizar um modelo de abordagem tecnológica foi proposta inicialmente por John Dewey (1859-1952) entre o final do século XIX e começo século XX. Dewey pensava que a ciência e a tecnologia poderiam contribuir para a evolução da sociedade, e que sua pedagogia auxiliariam as escolas a efetuar a reconstrução social, contribuindo para que sociedade se tornasse cada vez mais científica e democrática.(POPKEWITZ, 1997).

Além disso, considerando que o desenvolvimento cognitivo está ligado ao desenvolvimento emocional e social, é preciso que mudanças no pensamento sejam acompanhadas por uma reorganização dos objetivos, da forma como se atua na mediação e de quais objetos se utiliza. (VYGOTSKY, 1998). Outro ponto importante nessa abordagem é a de considerar o aluno como um ser social, com emoções, que aprende pelo contato com outros indivíduos e o meio. Assim, justifica-se o desenvolvimento dos experimentos a serem implementados com base nas motivações pessoais dos alunos, de forma que o projeto seja construído em grupo, para que o objeto seja motivo de discussão.

Nos capítulos a seguir, após a apresentação dos objetivos, são explorados os aspectos de execução do trabalho. Dentro do capítulo 2, são apresentadas as bases teóricas que fundamentam este trabalho, as quais consistem nas teorias de

aprendizagem de Dewey e Vygotsky. Posteriormente, no mesmo capítulo são apresentados alguns trabalhos sobre o ensino de Física, que possuem viés tecnológico, para embasar a prática. E por fim, são sintetizados os temas de Física relativos aos trabalhos, bem como, apresentados os componentes eletrônicos envolvidos na execução do projeto. No capítulo 3, está detalhada a metodologia de execução do trabalho, que consiste na apresentação da proposta junto à escola, e posteriormente, na proposta do projeto em si e sua avaliação. O capítulo 4 de resultados e discussões contém, primeiramente, relatos das orientações realizadas através da plataforma virtual, que consistiram em aulas e revisões do trabalho de pesquisa escrito pelos alunos e, posteriormente, do desenvolvimento e montagem do protótipo, bem como da gravação do vídeo de apresentação do mesmo. Por fim, apresenta a avaliação dos alunos, que é composta pela avaliação geral das atividades, realizada pelo orientador, seguida da avaliação da apresentação do trabalho em vídeo, analisada através de questionários respondidos por professores da escola. Ainda traz a autoavaliação dos alunos e uma avaliação que estes fizeram do professor orientador.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver experimentos de Física com a plataforma Arduino, junto a um grupo de alunos de nível médio, da Escola Estadual de Ensino Médio São Francisco de Assis de Pareci Novo, com o intuito de adquirir habilidades, atitudes e conhecimentos de eletrônica e Física.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Orientar e acompanhar todas as etapas dos projetos de iniciação científica, desenvolvidos por até 3 subgrupos de alunos do ensino médio, envolvendo experimentos de Física que utilizem a plataforma Arduino;
- b) Elaborar e aplicar aulas de revisão de Física, de acordo com os temas dos experimentos escolhidos pelos alunos, e de eletrônica digital básica, juntamente com a estrutura de programação da plataforma Arduino;

- c) Planejar o desenvolvimento de experimentos de Física junto a um grupo de alunos de ensino médio, em conformidade com suas motivações intrínsecas, estimulando sua interação social;
- d) Supervisionar e conduzir a montagem de experimentos e a elaboração de roteiros e vídeos instrucionais, ambas executadas pelos alunos de ensino médio, passíveis de serem aplicados posteriormente, durante aulas de Física deste mesmo nível de ensino.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão introduzidas nas seções 2.1 e 2.2, respectivamente, as teorias de aprendizagem de John Dewey e Lev Vygotsky, as quais se complementam; a primeira tratando do aspecto prático da construção do conhecimento, e a segunda trazendo o aspecto social desta construção. A seção 2.3 apresenta trabalhos relevantes sobre o uso do Arduino no ensino de Física, que servem como exemplos de aplicação dos conhecimentos necessários para iniciar a aprendizagem sobre a plataforma Arduino, detalhados na sequência. Também trata da origem e motivação para a criação da plataforma, passando por uma revisão das grandezas físicas que envolvem o estudo da eletrodinâmica, chegando finalmente aos componentes eletrônicos e à linguagem de programação da plataforma.

2.1 A TEORIA MOTIVACIONAL DE JOHN DEWEY

John Dewey, filósofo e educador norte americano, muito importante na primeira metade do século XX. Sua filosofia defendia o conjunto teoria-prática, o que difundiu durante toda sua vida como intelectual e militante. Preconizava a educação para democracia, e era convicto da definição de que “democracia é liberdade”. Sua obra sustenta justamente este conceito, e o levou a desenvolver o modelo de educação prática, e a militar para que este fosse aplicado em sala de aula.

Dewey, ao ingressar na universidade de Chicago em 1894, deixou o seu foco puramente filosófico, e acabou por investir seu tempo na pedagogia; porém acabou introduzindo sua filosofia na pedagogia, e a levando a mais educadores do que esperava. Duas obras muito importantes são “Democracia e educação”(1916) e “Experiência e educação” (1938), destinadas à pedagogia como forma de transformar a democracia. Ao observar o crescimento e desenvolvimento de seus filhos, Dewey verificou que, as aprendizagens do indivíduo adulto e da criança se dão de forma semelhante; o indivíduo aprende ao defrontar-se com situações problemáticas, que fazem com que adquira interesse em solucioná-las. Na sua época, havia uma intensa disputa entre os que pensavam a educação de modo conservador e metódico, e os que pensavam a educação centrada na criança, de forma a romantizar a educação. Dewey se opôs aos dois extremos, pensava que a educação deveria ser guiada pelo

professor, mas de modo a conhecer o conjunto da vida dos alunos, de onde estes vieram, quais seus conhecimentos prévios e interesses. (WESTBROOK, 2010).

Dewey defendia a educação por interesse, porém era crítico do uso de artifícios para criar interesse em um material, para o qual o aluno não vê finalidade. Assim, segundo o autor, o dever do professor é descobrir de que modo aquele assunto pode ser útil ao aluno, não sendo necessário criar desculpas ou artifícios, pois o assunto naturalmente despertará algum mínimo de interesse. (DEWEY, 1979).

Outro ponto importante defendido por Dewey é a educação baseada na prática e na experiência, ou seja, na solução de problemas, visto que assim se coloca o indivíduo em situação de intervir nos acontecimentos, tentando influenciar seus resultados.(SCHMIDT, 2009). Segundo Dewey (1979, p. 136),

[...] notamos a diferença de atitude de um espectador e de um agente ou participante da ação. Ao primeiro é indiferente o que sucede; tão bom é um resultado quanto outro, uma vez que cada qual continua a ser coisa observável. O último está associado ao que se faz; o resultado da ação tem para ele importância. Sua sorte ou bem-estar estarão mais ou menos em jogo com o resultado dos acontecimentos. Por consequência, ele fará o que puder para influir na direção tomada pelos acontecimentos.

A criança aprende fazendo, sendo estimulada a imaginar e criar soluções em vários níveis e campos da atividade humana. Desse modo, os métodos de Dewey aproveitam as energias naturais da criança, direcionadas aos assuntos da educação. (SCHMIDT, 2009). Para ele, a experiência era vista como sendo algo natural, próprio do modo como o ser aprende, interagindo como o ambiente. Dessa forma, a educação, segundo Dewey (1978, p. 17.), é

[...] o processo de reconstrução e reorganização da experiência, pelo qual lhe percebemos mais agudamente o sentido, e com isso nos habilitamos a melhor dirigir o curso de nossas experiências futuras.

Como Dewey era um defensor da educação para democracia, seu modelo de escola comportava-se de maneira diferente do utilizado até então. Sua proposta de escola era formar cidadãos para a comunidade, que soubessem agir e entregar algo aos outros, e não mais ser um mero ambiente de preparo para a maturidade. A escola Deweyniana consistia numa oficina em miniatura, voltada para prática e para formação do caráter social; esta escola estava inserida justamente no meio industrial que formava-se na época em que Dewey escrevia. A comunidade dentro da escola

deveria influenciar positivamente a comunidade fora da escola, pois a democracia consiste em viver em comunidade. (SCHMIDT, 2009).

Neste trabalho, a ideia de Dewey de educação prática e democrática, complementa as ideias da teoria sociocultural de Lev Vygotsky, pois ambas tratam do aspecto social e cultural da educação, uma do ponto de vista prático e outra do ponto de vista psicológico.

2.2 A TEORIA SOCIOCUTURAL DE LEV VYGOTSKY

Este trabalho está amparado na teoria de aprendizagem de Lev Vygotsky, associada às ideias de John Dewey, visto que as mesmas se complementam. As duas teorias tratam dos mecanismos pelos quais o ser humano aprende: motivação e interação, e o processo, como um todo, é mediado pela linguagem. Para Vygotsky, o desenvolvimento da cognição é diretamente ligado ao desenvolvimento social e emocional. Isto significa que mudanças no pensamento têm de ser acompanhadas por uma reorganização das formas de mediação e dos objetivos a serem atingidos. (VYGOTSKY, 1998).

Esta teoria baseia-se no conceito de que nenhum ser humano é uma ilha, que se desenvolve isolado dos outros, para isso possui a linguagem, que tem a função de interligar as pessoas, fazendo com que uma complete a outra. Lev Vygotsky foi um psicólogo, professor, judeu russo que fundou a psicologia interativista sociocultural. Ele acreditava que a cultura se integra ao homem pela atividade cerebral, estimulada pela interação entre parceiros sociais, mediada pela linguagem.

Vygotsky classificava a aprendizagem em zonas de desenvolvimento, divididas em real, potencial e proximal. Onde real é a zona na qual o aluno está, a do conhecimento que ele já possui; a potencial é a do conhecimento que ele pode desenvolver e a proximal é a zona onde o educador atua, que é a zona onde se faz a mediação entre o aluno e o conhecimento situado na zona potencial. E sobre a aprendizagem, Vygotsky propôs algumas teses.

A primeira tese se refere à ideia de que o indivíduo humano nasce sem as características tipicamente humanas, diferente dos outros animais; dessa maneira Vygotsky acredita que o indivíduo se desenvolve a partir da sua interação com o ambiente, onde o ser interage modificando o ambiente, e futuramente, sendo modificado por ele. (REGO, 1995).

Deste modo, "as funções psicológicas superiores do ser humano surgem da interação dos fatores biológicos, que são parte da constituição física do *Homo sapiens*, com os fatores culturais, que evoluíram através das dezenas de milhares de anos de história humana". (LURIA, 1992, p. 60).

A segunda tese deriva da primeira, relacionando o meio social e cultural no qual o indivíduo se insere, com o seu desenvolvimento psíquico. Ou seja, o indivíduo não nasce com os costumes nem com o conhecimento; ele os desenvolve. Portanto, o conhecimento tampouco é determinado ou imutável, podendo ser mutável durante o tempo à reboque da cultura, que faz parte da natureza humana.

A terceira tese se refere ao cérebro, como um órgão que traz em si toda a função psíquica. Vygotsky revela que o cérebro, ao longo do desenvolvimento humano tomou a função de adaptar-se por meio de processos mentais. Ou seja, o cérebro tem uma plasticidade para se adaptar as novas criações do homem, sem que seja preciso uma modificação física no órgão.

A quarta tese se refere aos instrumentos e sistemas desenvolvidos ao longo da história para o ser humano fazer a interação com seus semelhantes, e entre si e o conhecimento. Desta maneira, Vygotsky destaca a linguagem como o principal instrumento no processo de mediação para interação entre o ser e a cultura. E, neste aspecto, o professor entra como mediador e promotor da interação do aluno com os colegas e com o meio para estimular o desenvolvimento.

A quinta tese sugere que não se deve tentar modificar os parâmetros básicos da característica humana. Deve-se, assim, diferenciar os processos complexos desenvolvidos no cérebro dos mecanismos exclusivos da espécie. Com essa diferenciação feita, consegue-se definir a direção a qual seguir para o desenvolvimento.(REGO, 1995).

Vygotsky durante seus estudos ainda tentou identificar as características que diferenciavam o ser humano dos outros animais, principalmente os mamíferos. Em seu trabalho, ele descobriu que o ser humano, diferente dos outros animais, consegue controlar seus instintos, podendo realizar ações e formular pensamentos no futuro mesmo sem ter tido experiência passada. Isso não ocorre com os outros animais, que agem instintivamente na maioria das situações, motivados por fatores biológicos. (VYGOTSKY, 1998).

Neste trabalho as atividades experimentais idealizadas e executadas em grupo, bem como o desenvolvimento do conhecimento acerca dos experimentos, serão

organizados e construídos de forma coletiva. Neste caso, os alunos irão interagir entre si, desenvolvendo os conhecimentos, bem como com os materiais de estudo, tanto de Física quanto de eletrônica, e todo o processo será mediado pelo professor. Assim, em concordância com a teoria de Lev Vygotsky, o desenvolvimento de novos conhecimentos será dado através da interação dos indivíduos por meio da linguagem, escrita e falada. Escrita quando os indivíduos interagem por mensagens, leem acerca do assunto, redigem o relatório. Falada quando interagem entre si para promover discussões sobre os temas de Física e eletrônica, o projeto, a montagem, a execução e apresentação do experimento. Desta forma, o propósito de que o aluno possa realizar novas atividades, por conta própria, baseado nos conhecimentos adquiridos, será atingido. Assim,

"aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã - ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã" (VYGOTSKY, 1984, p. 98).

2.3 O ARDUINO E O ENSINO DE FÍSICA

Nesta seção serão detalhados os aspectos importantes para o desenvolvimento de experimentos usando a plataforma Arduino. A seção 2.3.1 situa o leitor sobre o uso do Arduino no ensino de Física, como proposta didática, na criação e automatização de experimentos. O subcapítulo 2.3.2 faz uma revisão de circuitos eletrônicos, começando por definir as grandezas físicas correlatas necessárias ao estudo da eletrodinâmica, bem como os componentes eletrônicos mais utilizados: capacitores, diodos, resistores, LEDs e sensores; além da correta alimentação destes componentes em um circuito. Posteriormente, na seção 2.3.3 a plataforma Arduino é apresentada, começando por um relato da criação e história da plataforma, e seguindo com um detalhamento do hardware e da linguagem de programação.

2.3.1 O Uso do Arduino no Ensino de Física

O uso do Arduino como uma tecnologia associada ao ensino de Física vem sendo bastante explorado, isto pode ser verificado pelo número de artigos publicados sobre o tema em revistas brasileiras de ensino de Física e ciências, sendo as principais delas: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino

de Física, e Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia. Além disso, há diversos canais da plataforma YouTube, que exploram experimentos com vídeo aulas. Alguns artigos trazem trabalhos aplicados em sala de aula, e outros apresentam propostas didáticas, além daqueles que sistematizam as principais publicações na área.(MOREIRA *et al.*, 2018). Mas todos estão em concordância com o que sugerem as orientações curriculares nacionais para ensino médio no âmbito das Ciências da Natureza, as quais recomendam o uso da tecnologia associada ao ensino, na forma de “procedimentos metodológicos, linguagem, modalização, investigação sistemática da natureza e aproximação com a tecnologia.”(BRASIL, 2006, p.45).

O uso da tecnologia associada ao ensino de Física não está restrito a pesquisas na internet, o que usualmente ocorre em trabalhos escolares, onde os alunos copiam e colam o que foi pesquisado. A tecnologia é muito mais ampla do que isto, e está sendo mal explorada pelos professores, os quais muitas vezes não têm conhecimento suficiente para utilizar novas formas de ensinar. Enquanto isso, os alunos, por sua vez, estão cada vez mais inquietos com a velha didática e a falta de um novo modelo de ensino associado aos recursos tecnológicos do século 21. (MARTINAZZO *et al.*, 2014). O ensino de Física não pode ser distanciado da sua dimensão investigativa, muitas vezes se ensina as respostas sem nem ao menos formular as perguntas. Assim,

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos [...] o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.(BRASIL, 2017, p.321)

Ainda, de acordo com as competências citadas nas orientações curriculares nacionais, o ensino de ciências deve ter como objetivo a compreensão, por parte do aluno, de questões do seu entorno, do seu cotidiano na vida social, prática e política, e que ele possa opinar sobre estas. Assim, segundo Brasil, (2006, p.47):

A tão falada metáfora da alfabetização científica e tecnológica aponta claramente um dos grandes objetivos do ensino das ciências no nível médio: que os alunos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas e os conflitos gerados pela negociação política.

Ampliando as possibilidades, pode-se destacar o uso do computador como ambiente de pesquisa, não meramente bibliográfica, mas como fonte de consulta para

resolução de problemas, como ferramenta de simulações de laboratórios, através dos chamados *Applets*, podendo citar como exemplo os inúmeros simuladores presentes no site PheT, (PHET,2020?), e o uso do computador como instrumento de laboratório, para aquisição de dados. (MARTINAZZO *et al.*, 2014).

Empresas que criam experimentos tem se esforçado em trazer alternativas para o ensino de Física, porém com elas vem associado um custo elevado, inacessível para a realidade de muitas escolas públicas brasileiras. Nesse sentido, têm sido propostas alternativas de baixo custo, com o uso de equipamentos que convertem o computador em um dispositivo de aquisição de dados, sendo essas ferramentas as mesmas que permitem controlar linhas de produção. A placa Arduino, que possui um microcontrolador, permite o uso de uma imensa gama de transdutores, que convertem grandezas físicas em dados e variáveis. Através de uma programação intuitiva pode-se criar tabelas automáticas de aquisição de dados, permitindo uma ampla flexibilidade na montagem experimental. Para os inexperientes em eletrônica, existe uma grande comunidade internacional, que usa o dispositivo e compartilha os conhecimentos, dentre *hobbystas*, artistas plásticos, professores, engenheiros, etc. A facilidade da aquisição de um Arduino, está no fato de ser de hardware livre, e assim, diversas empresas criam versões clone, com custo mais acessível e funcionalidade idêntica.(SOUZA *et al.*, 2011).

Professores de ciências veem a necessidade da experimentação, a exemplo do grande número de publicações que envolvem propostas de experimentos e metodologias. Propostas de laboratório didático baseadas no método científico e modeladas para colocar o aluno como ator do conhecimento, surgiram na década de 1970, inspiradas em projetos americanos de laboratório de ciências, decorrentes da competição tecnológica entre Estados Unidos e União Soviética. Foram criados, nos EUA, os projetos *Physical Science Study Committee* (PSSC), *Harvard* e o *Biological Science Curriculum Study* (BSCS), e seguindo a mesma linha, porém adaptados para o Brasil, surgiram os projetos Física Auto-Instrutiva (FAI) e o Projeto de Ensino de Física (PEF). Projetos estes que colocavam o aluno dentro de um laboratório didático, não como observador ou mero reproduzidor, mas como agente ativo da prática experimental. O laboratório é essencial para física, tanto na aprendizagem como na produção física. Isto vem de uma necessidade de desvelar a natureza, e validar a experimentação. (PEREIRA; MOREIRA, 2017).

Para exemplificar a relevância e contemporaneidade do tema, foram selecionados alguns artigos com propostas de ensino de Física utilizando Arduino. A começar por um publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, sob o título de “Avaliação do módulo da aceleração da gravidade com Arduino”, esse artigo traz um aparato para realização de uma prática experimental, onde o objetivo é obter tomadas de tempo para que se possa traçar um gráfico e descobrir a aceleração da gravidade. Pelas próprias palavras dos autores Guaitolini *et al.*(2016, p. 626),

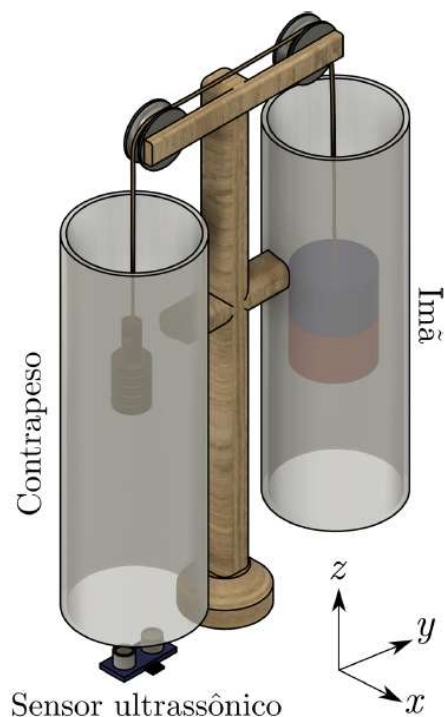
A ideia base da construção do aparato foi distribuir, ao longo de uma haste metálica vertical, cinco anéis metálicos de espaçamentos preestabelecidos entre si, contendo sensores infravermelhos digitais capazes de captar a passagem de objetos. O primeiro sensor, posicionado no extremo superior da haste, ao enviar um sinal ao Arduino, inicia a contagem do tempo caso um objeto abandonado passe por ele. Quando o objeto em queda passar pelos sensores inferiores, estes enviarão seus respectivos sinais ao Arduino, fazendo com que o microcontrolador adquira os tempos de passagem, calculando e exibindo o tempo decorrido entre cada intervalo em uma tela LCD.

Esta proposta utiliza o Arduino como ferramenta de aquisição de dados, e é um aparato de laboratório de baixo custo que pode ser reutilizado durante anos. É facilmente utilizável por professores, nas aulas de Física para turmas da primeira série do Ensino Médio, ou até mesmo em aulas de Mecânica no curso superior. A eletrônica empregada, apesar da baixa complexidade, exige certo conhecimento na montagem. Em termos de procedimento experimental é de simples utilização e de baixo custo, sendo uma prática viável nas escolas. O referido artigo não traz resultados da aplicação do dispositivo em sala de aula, apenas sugere seu uso como recurso dentro de uma proposta didática. (GUAITOLINI *et al.*, 2016).

A proposta “Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados”, publicada na Revista Brasileira de ensino de Física, traz um aparato que utiliza um contrapeso associado a roldadas, e um sensor ultrassônico conectado ao Arduino, como mostrado na figura 1, para determinar a aceleração de objetos em queda acelerada, além da velocidade terminal de um ímã que percorre tubos condutores e não condutores. Este experimento explora conceitos de magnetismo e eletromagnetismo, além de cinemática, podendo inclusive ser utilizado no ensino superior. A montagem e programação para aquisição de dados pode ser criada a partir de orientações da própria plataforma do Arduino, que disponibiliza as

bibliotecas necessárias. Este aparato pode ser explorado de outras maneiras e, segundo os autores, também ser aplicado em outras práticas do ensino médio. (SZMOSKI *et al.*, 2018).

Figura 1 – Aparato experimental para o estudo de objetos em queda



Fonte: Szmoski *et al.* (2018, p.3).

Outro trabalho, este publicado na Revista Perspectiva da Universidade Regional de Erechim, foi desenvolvido em um programa de fomento à criação de experimentos de Física baseados na tecnologia Arduino. Este trabalho traz quatro propostas de experimentos, são eles, verificação da variação de temperatura durante a evaporação do álcool etílico, usando um sensor Termistor, que é um sensor de temperatura. O segundo experimento é sobre a lei de resfriamento de Newton, para o qual são usados dois termistores, a fim de medir a taxa de variação de temperatura, um no ambiente externo e outro num recipiente com água quente. O terceiro e quarto experimentos dizem respeito ao estudo do movimento. No primeiro destes, usa-se o sensor ultrassônico para determinar a variação da amplitude em um movimento harmônico simples amortecido, e traçar um gráfico no Excel. No segundo, utiliza-se o sensor ultrassônico para medir a posição de um objeto deslizando em uma rampa e assim, obter dados para traçar o gráfico, a fim de determinar a aceleração. Estes experimentos são de montagem simples e facilmente aplicável no ensino médio, não

exigindo grandes conhecimentos de eletrônica, por parte dos professores, além do fato de serem de baixo custo. (MARTINAZZO *et al.*, 2014).

Portanto, o uso do Arduino como recurso associado ao ensino de Física é recomendado, pois trata-se de uma tecnologia já amplamente utilizada, sobre a qual há trabalhos relevantes disponíveis para consulta, os quais servem de referência para o planejamento de aulas com viés experimental investigativo. Os PCN's reforçam que o ensino de Física deve ter uma dimensão investigativa e sistemática, o que se traduz na utilização de instrumentos de medição. Segundo Brasil,(2000, p. 24):

Investigar tem, contudo, um sentido mais amplo e requer ir mais longe, delimitando os problemas a serem enfrentados, desenvolvendo habilidades para medir e quantificar, seja com réguas, balanças, multímetros ou com instrumentos próprios, aprendendo a identificar os parâmetros relevantes, reunindo e analisando dados, propondo conclusões.

Além disto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta como a primeira competência específica a ser desenvolvida pela área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos. Assim, segundo Brasil (2017, p. 554), “Também é importante ressaltar que as diferentes habilidades relacionadas a esta competência podem ser desenvolvidas com o uso de dispositivos e aplicativos digitais, que facilitem e potencializem tanto análises e estimativas como a elaboração de representações, simulações e protótipos.” Desta forma, o Arduino contempla esta orientação, sendo uma tecnologia atual, que associa conhecimentos de eletrônica, computação, e sensores que interpretam o mundo exterior. Através dele podem ser trabalhados diversos aspectos, como a análise de dados, obtidos a partir da montagem experimental.

Nas seções a seguir serão introduzidos conhecimentos que situam o leitor acerca dos tópicos básicos de eletrônica e componentes, para que se possa compreender a operação da plataforma Arduino e suas funcionalidades, tornando evidente sua utilidade nas práticas experimentais.

2.3.2 Revisão de Circuitos Elétricos e Componentes

Para iniciar o estudo sobre Arduino e eletrônica, deve-se ter em mente alguns termos comuns, e estar familiarizado com os conceitos básicos de eletricidade.

Um circuito elétrico/eletrônico é uma interconexão de elementos elétricos/eletrônicos. Essa interconexão vem associada sempre de uma finalidade, seja converter energia elétrica em energia térmica em um resistor, ligar uma lâmpada ou energizar um motor, por exemplo. (VIDAL, 2018).

O circuito pode estar “energizado”, quando possui uma fonte de alimentação conectada, fornecendo corrente elétrica aos componentes, ou “desenergizado” quando está sem alimentação de fonte externa. Isto é importante em virtude da manutenção e manuseio dos circuitos. Para manipular os componentes, na medida do possível, recomenda-se que estes estejam desenergizados, ou seja, não conectados a um circuito fechado e sem carga acumulada, no caso de capacitores. Assim, evita-se tanto a queima dos componentes, quanto choques elétricos. Também é indicado o uso, se possível, de pulseira anti-estática. No caso de estarem energizados, como por exemplo, no teste de sensores, estes devem ser manipulados com o devido cuidado.(TOOLEY, 2007).

Definido o conceito de circuito elétrico, dá-se início ao estudo das grandezas físicas relativas a ele: carga, corrente, tensão, resistência, potência e energia elétrica.

2.3.2.1 Carga e corrente elétrica

A carga elétrica é uma característica das partículas que compõem os átomos. São elas os prótons e os elétrons. As cargas elétricas são medidas em coulomb (C), sua unidade do Sistema Internacional. Sabe-se que o elétron possui carga elementar igual a $-1,602 \times 10^{-19} C$, descoberta experimentalmente por Robert Andrews Millikan (1868-1953), enquanto que o próton possui a mesma carga mas de sinal contrário.(BISCUOLA, 2007).

A corrente elétrica é definida como a taxa de variação de carga em função do tempo, ou seja, corresponde ao produto da quantidade de portadores de carga multiplicado pela carga elementar, que atravessa uma seção reta de um condutor, durante um determinado período de tempo. Sua unidade de medida no Sistema Internacional é o ampère (A).

Para estabelecer uma corrente elétrica é necessário que os portadores de carga se movam prioritariamente num sentido, o que constitui um fluxo líquido de cargas em um condutor. Um exemplo são os elétrons de condução que se movem no interior de um fio de cobre, com direções aleatórias, a uma velocidade da ordem de

10^6 m/s. Ao “observar” um plano perpendicular desse fio de cobre, os elétrons passam pelo por ele bilhões de vezes por segundo nos dois sentidos, sem produzir um fluxo líquido de cargas. Agora ao ligar-se uma bateria às extremidades do fio, os elétrons que atravessam o plano em um sentido, serão mais numerosos do que os que atravessam no sentido oposto, como consequência haverá um fluxo de cargas, portanto, uma corrente elétrica. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

O sentido da corrente elétrica pode ser constante ou alternar-se periodicamente. Se a corrente é gerada devido à tensão aplicada por uma bateria de automóvel, ou por pilhas, por convenção, o sentido de movimento dos portadores de carga positivos ocorre do terminal positivo para o negativo da fonte. Neste caso, o campo elétrico é fixo e esse tipo de corrente é denominada corrente contínua(CC) convencional.

Se o sentido vetor do campo elétrico se alterna periodicamente, como no caso da energia que chega as nossas residências, que é gerada por grandes alternadores movidos por turbinas ou motores. As cargas livres se deslocam em ambos os sentidos, periodicamente. Nesse caso, denomina-se corrente alternada (CA).(MORETTO, 1989).

O Arduino utiliza corrente contínua para operar na faixa dos 5 V, enquanto microcontroladores operam com correntes contínuas, na faixa entre 3,3 V e 5 V. Controladores Lógicos Programáveis (CLP) podem operar com tensões mais altas, tais como 15 V, dependendo da aplicação. Utilizando um transformador para rebaixar a tensão da rede elétrica, e um circuito retificador, chega-se facilmente à tensão de operação do Arduino, o que normalmente é encontrado nas fontes comuns. (STEVAN JUNIOR; SILVA, 2015).

2.3.2.2 Tensão elétrica

Para mover uma carga, como o elétron, precisa-se de uma força elétrica, que normalmente vem de uma fonte como uma bateria. Esta fonte possui uma força eletromotriz(f.e.m.), que estabelece um campo elétrico no fio, o qual aplica uma força elétrica nos elétrons de condução. No caso de uma fonte ideal, a f.e.m corresponde à tensão elétrica ou diferença de potencial aplicada ao circuito. Sua unidade de medida no Sistema Internacional é o volt (V). Pode-se definir a diferença de potencial (d.d.p.) entre dois pontos de um campo elétrico como sendo o trabalho realizado pela força

elétrica entre os dois pontos considerados, por unidade de carga que se desloca entre eles.(NUNES, 1995).

2.3.2.3 Resistência elétrica

Nos choques inelásticos estudados em mecânica, a energia se dissipa em forma de som, calor, e deformação, etc. Da mesma forma, a energia elétrica pode ser transformada em outras formas de energia. Uma lâmpada incandescente ou um chuveiro elétrico, transformam energia elétrica em energia térmica, e a esse fenômeno de converter energia elétrica em energia térmica pela resistência à passagem de corrente, chama-se efeito Joule. Em ambos os aparelhos citados tem-se filamentos metálicos chamados resistores, e é neles que ocorre a transformação. Ao estudar a corrente elétrica que circula nos resistores, Georg Simon Ohm determinou experimentalmente a proporcionalidade entre esta e a diferença de potencial entre seus terminais.(MORETTO, 1989).

Essa razão é chamada de resistência e é simbolizada pela letra R :

$$\frac{V}{i} = R$$

Onde:

i é intensidade da corrente que percorre o resistor, medida em ampère (A).

V é a diferença de potencial entre os terminais do resistor, medida em volt (V).

R é a resistência do resistor, cuja unidade no Sistema Internacional é o ohm (Ω).

A lei de Ohm, que estabelece a linearidade entre corrente x tensão, mantendo a resistência constante não se aplica a todos os dispositivos.(NUNES, 1995). Os resistores comerciais, que nos interessam neste trabalho, são dispositivos ôhmicos.

2.3.2.4 Potência e energia

Potência e energia são duas grandezas muito importantes quando se fala em circuitos elétricos/eletrônicos. Potência é por definição a energia “consumida” ou dissipada em função do tempo; sua unidade no Sistema Internacional é o watt (W). Essa grandeza é importante de ser considerada no momento de calcular quais as especificações necessárias para os componentes em um circuito.(BISCUOLA , 2007).

A potência (P) está relacionada à tensão (V) e à corrente (i), em um circuito, da seguinte forma:

$$P = V \times i$$

Com essa equação pode-se determinar a potência dissipada em um resistor; basta saber a corrente e a tensão entre seus terminais. Estes parâmetros são fundamentais para a seleção de componentes. Por exemplo, não se pode ligar um resistor de 33 ohms e $\frac{1}{4}$ W diretamente a uma fonte de 5 V pois ele não suportaria. Neste caso, sua potência precisaria ser, no mínimo, de $\frac{3}{4}$ W.

$$P = V \times \frac{V}{R}$$

$$P = 5 \times \frac{5}{33}$$

$$P = 25/33 = 3/4 \text{ W}$$

Na prática, sabe-se que uma lâmpada de 100 W “consome” mais energia do que uma de 60 W, se ambas forem ligadas durante o mesmo intervalo de tempo. Desta forma, a energia elétrica está diretamente correlacionada à potência.

A energia elétrica corresponde ao produto da potência elétrica pelo intervalo de tempo de funcionamento do dispositivo.

$$E = P \times \Delta t$$

A energia elétrica é usualmente medida em watts-hora (Wh), porém no Sistema Internacional utiliza-se joule (J). (NUNES, 1995).

2.3.2.5 Alimentação correta de circuitos

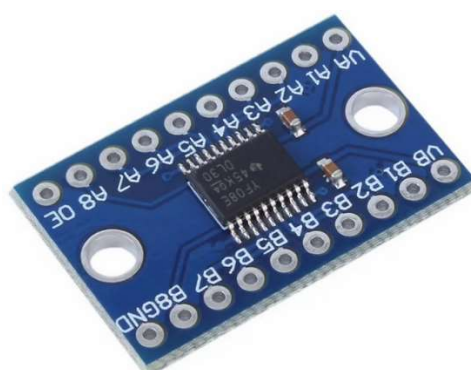
Ao iniciar o estudo e a utilização do Arduino é comum acontecerem erros de montagem, que podem resultar na queima de componentes. Mesmo em circuitos já consagrados, ocorrem práticas inadequadas.

O Arduino é comumente alimentado pelo seu cabo USB ou uma fonte externa com tensão entre 6 V e 12 V. Internamente, o Arduino possui reguladores de tensão que transformam a tensão da fonte em tensões de 5 V e 3,3 V. Os sinais lógicos das saídas I/O variam de 0 V a 5 V. Isso significa que, para ligar um componente, sensor ou Circuito Integrado (CI), que trabalhe com 3,3 V a um Arduino Mega, é necessário realizar uma adequação da tensão de saída, sob o risco de queimar o pino do componente.

De modo geral, a conversão de nível lógico é feita para reduzir a tensão, pois as entradas do Arduino suportam até 5 V, ou seja, se tivermos algum sensor ou equipamento que emita um sinal de 7 V, pode vir a queimar a entrada do Arduino. Já para tensões de até 3 V, o aparelho interpreta como nível alto, não sendo necessário transformá-lo para 5 V, ou seja, elevar a tensão. Só é necessário elevar a tensão de sensores que possuem uma saída com uma tensão muito baixa, como os microfones, na ordem de 100 mV a 1 V. (VIDAL, 2018).

Para realizar a conversão de tensão existem duas possibilidades: usar um divisor de tensão, ou usar um CI conversor de níveis lógicos (figura 2).

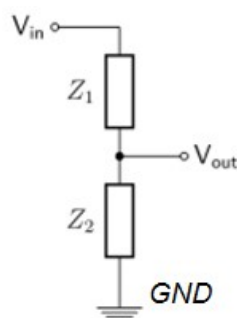
Figura 2 - Conversor de nível lógico



Fonte: Gross (2020).

Enquanto o CI conversor é a solução mais “elegante”, o divisor de tensão é mais simples e o mais comum a ser feito. O divisor de tensão consiste de dois resistores Z_1 e Z_2 ligados em série, um ligado ao terminal 5 V (V_{in}) e o outro ligado ao terra (*Ground*-GND em inglês), onde a saída do divisor (V_{out}) é a conexão entre os dois resistores, conforme mostra a figura 3.

Figura 3 - Divisor de tensão



Fonte: Vidal (2018).

A tensão na saída (V_{out}) do divisor de tensão é dada pela seguinte relação:

$$V_{out} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \times V_{in}$$

No Arduino é comum utilizar Z_1 com 330 ohms e Z_2 com 680 ohms, o que resulta numa V_{out} de 3,336 V, o que é adequado à maioria dos componentes.(VIDAL, 2018).

2.3.2.6 Principais componentes eletrônicos utilizados com o Arduino

Nesta seção, será realizada uma breve revisão sobre os componentes mais utilizados junto ao Arduino:

- Sensores ou transdutores.
- LEDs Vermelho/Verde/Amarelo.
- Resistores e Potenciômetros.
- Diodos.
- Capacitores Cerâmicos.
- Capacitores Eletrolíticos.

2.3.2.6.1 Sensores ou transdutores

Talvez o melhor exemplo de sensores sejam os sentidos, audição, olfato, visão, tato, paladar. Os sentidos informam ao cérebro sobre o mundo exterior, que ao receber essas informações pode determinar as ações do corpo. “Podemos fazer uma primeira definição dizendo que os sensores são os responsáveis por traduzir sinais, vindos dos fenômenos físicos, em informações compreensíveis para o controlador do processo.” (CAMARGO, 2014, p.69).

Sensores ou transdutores convertem um tipo de energia em outro, como por exemplo, um microfone, que transforma energia mecânica em sinais elétricos. (MARTINAZZO *et al.*, 2014). Existe uma variedade de sensores, cuja seleção depende do que se quer medir. E, além deles, há uma variedade de aparatos de saída de sinal (atuadores) que podem ser acionados para utilizar o sensor, conforme exemplifica o quadro 1.

Quadro 1 – Sensores

Grandeza a ser Medida	Dispositivo de Entrada (Sensor)	Dispositivo de Saída (Atuador)
Intensidade da Luz	Fotoresistor (LDR) Fotodiodo Fototransistor Célula Solar	Luzes & Lâmpadas LED's & Displays Fibra Óptica
Temperatura	Par Termoelétrico Termistor Termostato Detector de Temperatura Resistivo	Aquecedor Ventilador
Força/Pressão	Extensômetro Interruptor de Pressão Células de Carga	Eletroímã Dispositivo de Vibração Elevadores
Posição	Potenciômetro Codificadores Interruptor Óptico LVDT	Motor Solenóide Medidor de Painel
Velocidade	Acoplador Óptico Tacogerador Sensores de Efeito Doppler	Motores AC/DC Motor de Passo Freio
Som	Microfone de Carvão Cristal Piezoelétrico	Alto-falante Buzzer

Fonte: Soares (2014).

Conhecer sensores é de fundamental importância para este trabalho, pois quando se utiliza a tecnologia associada a experimentos, pretende-se aumentar a confiabilidade dos dados. Esta é a proposta do uso de Arduino no ensino, conseguir reproduzir experimentos com dados confiáveis, onde os alunos aprendam, não somente por demonstrações, mas manipulando esses experimentos executados com certo nível de rigor científico. Neste sentido, Martinazzo *et al.*(2014, p.3) também indicam,

[...] uma forma de utilizar o computador, e que está sendo objeto de várias pesquisas e publicações: o computador como instrumento de laboratório. Nesse caso, o computador é componente essencial de um sistema de aquisição de dados em que sensores são utilizados para “ler” o ambiente e a partir das grandezas lidas obter comprovações de hipóteses amparadas nas teorias vigentes ou mesmo atuar sobre o ambiente/sistema em estudo (no caso de robótica educacional ou automação de processos).

Além disso, ao utilizar o Arduino, pode-se construir diferentes maneiras ou recursos para alcançar os mesmos objetivos. Não é necessário utilizar exatamente os sensores usuais indicados, podendo-se criar formas alternativas de medição, como por exemplo, para determinar a posição em um experimento de queda livre. Neste caso, pode-se utilizar sensores ópticos, como os interruptores ópticos (de infravermelho) fazendo uma chave de passagem, ou como alternativa, utilizar

sensores capacitivos que detectam a passagem de um objeto, ou seja, há flexibilidade de uso de sensores disponíveis ou mais acessíveis.

Os botões chamados *Push-Button* também servem como transdutores, visto que levam um sinal externo para dentro do Arduino para realizar algum comando, assim, estes se classificam dentro da categoria dos sensores, por traduzir um sinal do meio exterior para o circuito.

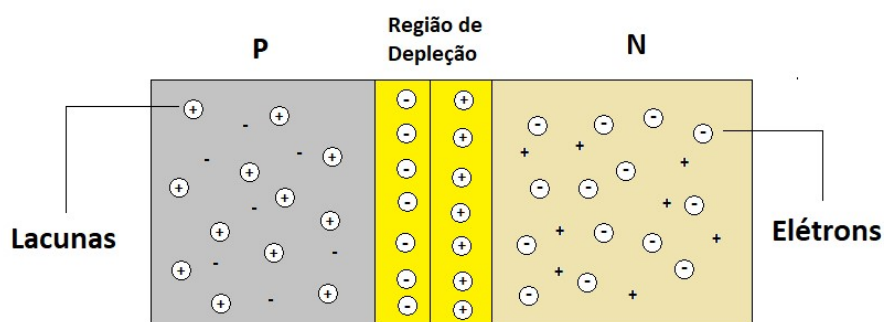
2.3.2.6.2 Diodos

Semicondutores são materiais que têm características elétricas que ficam entre as dos metais e dos isolantes, devido a sua banda de valência do átomo. As condições para conduzir vão depender de variáveis ambientais, como a temperatura, além das impurezas presentes no material, que consiste na dopagem. Atualmente o material semicondutor mais utilizado é o silício, mas o germânio já foi muito empregado anteriormente, porém como seus cristais não possuem alta estabilidade, este semicondutor caiu em desuso. (DUARTE, 2017).

Diodos comuns e diodos emissores de luz, denominados LED's (*Light-Emitting Diode*), que normalmente são compostos de arseneto de Gálio (GaAs), podem ser tratados simultaneamente, pois o funcionamento de ambos é semelhante. Diodos são dispositivos semicondutores, que permitem a passagem de corrente em apenas um sentido. São eles os dispositivos responsáveis por toda a tecnologia atual. A partir destes pequenos semicondutores foi possível criar os transistores, que substituíram as válvulas, e permitiram criar aparelhos cada vez menores, e até mesmo os computadores e celulares. (MARQUES; CRUZ; CHOUERI Jr., 2012).

Os diodos são constituídos de materiais semicondutores, os quais são submetidos ao processo de dopagem para que adquiram sua característica de conduzir corrente em apenas um sentido. Esse processo consiste em inserir impurezas em partes separadas do diodo, normalmente fósforo na junção N e índio na junção P, fazendo com que a junção N fique com elétrons sobrando devido à característica da camada de valência do elemento Fósforo, e a junção P fique com lacunas devido à característica do elemento índio. Isso cria uma espécie de barreira que impede a passagem de corrente no sentido contrário ao natural dos elétrons, (MARQUES; CRUZ; CHOUERI Jr., 2012), conforme demonstra a figura 4.

Figura 4 – Diodo PN



Fonte: Athos Electronics (2020).

Os LED's funcionam da mesma maneira, porém têm uma característica extra, emitem luz ao serem percorridos por corrente. Essa característica está ligada aos elementos de dopagem, normalmente inseridos em compostos de arseneto de gálio (GaAs), que produzem eletroluminescência, ao subir e decair seus níveis energéticos. Dopando-se com fósforo, a emissão pode ser vermelha ou amarela, de acordo com a concentração. Utilizando-se fosfeto de gálio com dopagem de nitrogênio, a luz emitida pode ser verde ou amarela. Hoje em dia, com o uso de outros materiais, consegue-se fabricar LED's que emitem luz azul, violeta e até ultravioleta, esses a base de sulfato de zinco (ZnS). Existem também os LED's brancos, os quais geralmente são LED's emissores de cor azul, revestidos com uma camada de fósforo do mesmo tipo usado nas lâmpadas fluorescentes, que absorve a luz azul e emite a luz branca. (SANTOS,2020a).

2.3.2.6.3 Resistores

Resistores são componentes eletrônicos feitos normalmente de carbono, ou constantã. São utilizados para limitar a intensidade da corrente em circuitos eletrônicos, a fim de evitar queima de outros componentes por sobrecarga.

Os resistores normalmente são formados por dois terminais, conforme exemplifica a figura 5, os quais não possuem polaridade, podendo ser ligados sem preocupação com o terminal positivo ou o negativo da fonte. Há ainda os resistores variáveis (potenciômetros), que apresentam a mesma função, porém possuem um elemento de ajuste, podendo contemplar uma ampla faixa de resistência. Esses são utilizados em circuitos onde se quer variar algum parâmetro, ou se deseja obter um ajuste fino de resistência, como na regulagem de um oscilador astável. (CRUZ, 2014).

Figura 5 – Resistores



Fonte: Santos (2020b).

Como se pode observar na figura 5, os resistores possuem algumas faixas no seu entorno, além de variar de tamanho conforme a potência que suportam. Estas faixas indicam a resistência ôhmica destes componentes, conforme detalha o código de cores apresentado na figura 6. A primeira e segunda faixa são os dois primeiros dígitos da resistência, a terceira faixa corresponde ao fator multiplicador e a quarta faixa, a tolerância de variação da resistência real para a nominal. Por exemplo, um resistor de faixas marrom-preto-vermelho-ouro, corresponde a um resistor de 1 k Ω com 5% de tolerância. Os resistores de 6 faixas são menos comuns, mas seguem uma regra semelhante. (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015).

Figura 6 – Código de cores para resistores

COR	1ª Faixa (Número)	2ª Faixa (Número)	3ª Faixa (zeros ou Pot. de 10)	4ª Faixa (Tolerância)
Preto	—	0	—	—
Marrom	1	1	0 (x 10 ¹)	1%
Vermelho	2	2	00 (x 10 ²)	2%
Laranja	3	3	000 (x 10 ³)	—
Amarelo	4	4	0000 (x 10 ⁴)	—
Verde	5	5	00000 (x 10 ⁵)	—
Azul	6	6	000000 (x 10 ⁶)	—
Violeta	7	7	—	—
Cinza	8	8	—	—
Branco	9	9	—	—
Ouro	—	—	x 0,1 (x 10 ⁻¹)	5%
Prata	—	—	x 0,01 (x 10 ⁻²)	10%

Código de cores dos resistores

Fonte: Marcos (2020).

2.3.2.6.4 Capacitores

Capacitores são componentes que funcionam como acumuladores de carga, eles armazenam, por um curto período de tempo, certa quantidade de carga, a qual será necessária no acionamento de componentes do circuito. Capacitores são utilizados também para estabilizar fontes e diminuir ruídos em circuitos eletrônicos, pois são capazes de absorver os picos de tensão e dissipá-los de forma suave. Um exemplo de uso do capacitor é o flash de uma câmera fotográfica, onde as baterias carregam o capacitor, e este descarrega repentinamente ao acionar o flash, gerando uma descarga muito forte em frações de segundo. (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015).

O capacitor é um componente eletrônico constituído de duas peças condutoras denominadas armaduras ou placas. Entre elas pode existir um material dielétrico, isto é, um material isolante, que pode ser, por exemplo, papel, óleo ou o próprio ar. Sua função básica é armazenar cargas elétricas e, conseqüentemente, energia potencial eletrostática (ou elétrica).(BISCUOLA, 2007).

A unidade de capacitância é o farad (F), e corresponde à constante de proporcionalidade entre carga e tensão elétrica. A equação que define essa capacitância é:

$$C = \frac{q}{V}$$

Onde:

C é a capacitância, medida em farad (F).

q é a quantidade de carga armazenada, medida em coulomb (C).

V é a tensão elétrica entre os terminais do capacitor, medida em volt (V).

Os capacitores utilizados nos projetos de Arduino geralmente são do tipo cerâmico ou eletrolítico, exemplificados na figura 7. Uma diferença importante entre estes está relacionada à polarização. O capacitor eletrolítico possui uma polarização, sendo assim seus terminais só podem ser ligados de forma a concordar com a polarização do circuito, ou seja, positivo com positivo, e negativo com negativo. Além disso, armazenam uma maior quantidade de carga. Já os capacitores cerâmicos, normalmente apresentam tamanho reduzido, não possuem polarização, e armazenam quantidades pequenas de carga. (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015).

Figura 7 – Tipos de capacitor



Fonte: Silva (2020).

2.3.3 A Plataforma Arduino

A Arduino é uma plataforma de hardware livre, construída a partir de um microcontrolador Atmel. A linguagem de programação utilizada para controlar seus processos é baseada no C/C++, o que permite uma grande versatilidade. (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015). Nesta seção, será abordada a origem do Arduino, as características técnicas do hardware do Arduino Uno, e a linguagem de programação utilizada nestes equipamentos, citando os principais componentes desta estrutura de linguagem.

2.3.3.1 Um pouco da história do Arduino

Inicialmente o Arduino foi projetado em uma pesquisa no Instituto de Design de Interação de Ivrea, situado na Itália, no início dos anos 2000. O grupo de alunos se baseou na linguagem *processing*, uma linguagem voltada para o contexto das artes visuais, com o propósito de tornar mais simples a prototipagem para leigos.

A primeira placa Arduino foi lançada em 2005 para ajudar alunos do Design a criar projetos interativos. Porém, sua funcionalidade é tanta que se tornou uma ferramenta para projetistas, engenheiros, professores e até mesmo para grandes corporações. (ARDUINO, 2020?).

O fato de possuir um hardware livre e código aberto faz com que exista uma grande comunidade de compartilhamento de informações, tutoriais e experiências. Atualmente é fácil encontrar livros e sites com informações e exemplos de projetos, e

assim, quando se possui alguma dúvida, sempre há algo semelhante já publicado e disponível que pode ajudar no projeto em desenvolvimento.

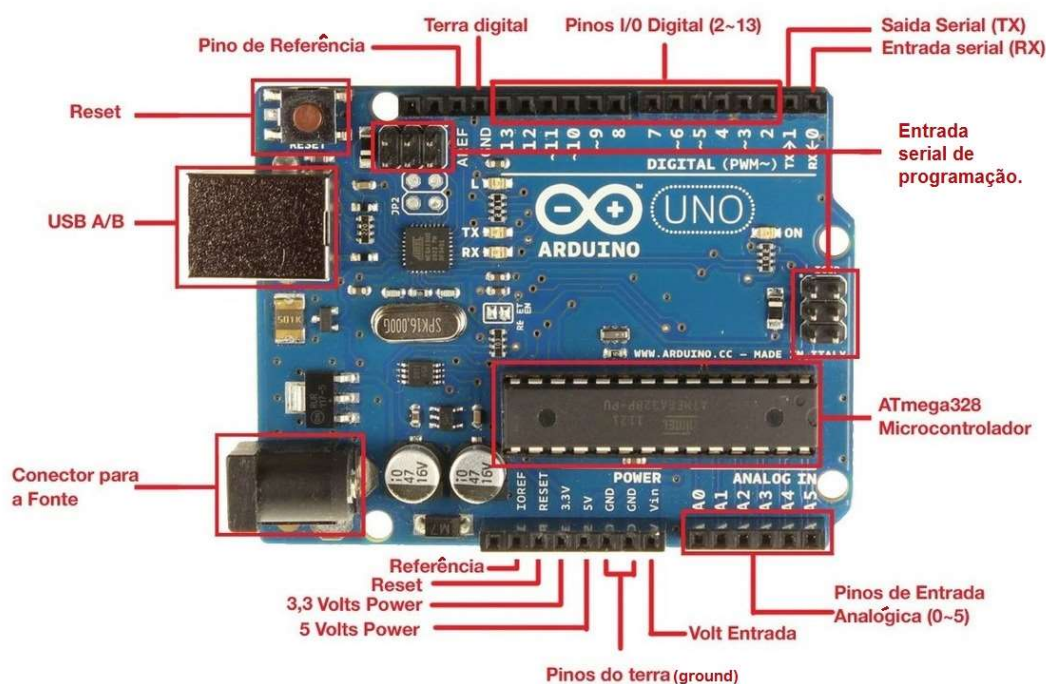
Existem na atualidade variados modelos de placa Arduino, com diversas funcionalidades e finalidades. As de tamanho reduzido são utilizadas em protótipos industriais ou projetos de Internet das Coisas (IoT), dada a sua versatilidade em se comunicar com o ambiente através de sensores e com a rede de internet a partir de *Shields*. (ARDUINO, 2020?).

2.3.3.2 A estrutura física e os componentes do Arduino

O Arduino é semelhante a um computador em seus componentes, possui processador, memória RAM, memória de armazenamento, *clock*, entradas e saídas, inclusive para RS232 e USB. Nos Arduinos Uno e Mega, a entrada USB vem com um conector integrado à placa, o que facilita sua conexão com qualquer computador moderno.

No modelo Arduino Uno (figura 8) existem 14 pinos digitais, entradas e saídas, sendo os pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11 pinos PMW(*pulse with modulation*) que podem ser utilizados para controlar algum processo, como se fosse uma saída analógica. Os pinos A0 a A5 funcionam como entradas analógicas, sensíveis a tensões de 0 V a 5 V. Os outros pinos são de alimentação (terra(GND – *ground*)), 3 V e 5 V), os quais servem para alimentar os circuitos externos e as entradas e saídas. As entradas podem funcionar ora como *Pull-up* e ora como *Pull-down*, dependendo da programação, isto significa que podem sentir nível alto ou nível baixo. (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015).

Figura 8 – Placa Arduino Uno, na parte superior encontram-se as entradas e saídas digitais e, na parte inferior, as entradas analógicas e os pinos de alimentação



Fonte: Tech Sul Eletrônicos (2020?).

2.3.3.3 A linguagem de programação do Arduino

A linguagem de programação do Arduino é baseada na linguagem C/C++, apresentando semelhança com relação à sintaxe e a gramática. Um programa escrito para Arduino chama-se *sketch*. O *sketch* é um texto com instruções que determinam quais ações, em determinada ordem, devem ser executadas. Por exemplo, se um LED ligado ao pino 10 deve ligar, e após 10 segundos, deve desligar escreve-se:

```
digitalWrite(10, HIGH); //Liga o LED
delay(10000); // Espera 10 segundos
digitalWrite(10, LOW); //Desliga o LED
```

As barras no *sketch* servem para adicionar comentários ao código, para que o programador não se perca nas funções, como por exemplo, o “// Liga o LED”, descrito nas linhas acima.

De modo simples, uma linguagem de programação é uma linguagem que pode ser interpretada pela máquina e convertida para linguagem computacional, e assim

enviar o código para os componentes. O Arduino possui uma IDE(ambiente de desenvolvimento integrado) própria que é atualizada de tempos em tempos para incluir novas funcionalidades e as placas que são criadas.(ALMEIDA; MORAES; SERAPHIM, 2016).

Após escrever um código, o próximo passo é compilá-lo. A IDE transforma, nesse passo, a linguagem gramatical para linguagem de máquina. Nesse processo, a IDE verifica, se o código está de acordo com a linguagem, e em caso afirmativo, envia para o microcontrolador.

A linguagem de programação do Arduino é formada por funções e variáveis. As funções são responsáveis por executar as ações, cujas principais são a função *loop*, e a função *main*. Uma para determinação de padrões preestabelecidos, a *main*, e a outra para execução do funcionamento da máquina, a *loop*. As variáveis funcionam como unidades de armazenamento de dados, quando se quer armazenar informações advindas de algum sensor.

Exemplo:

```
float sensoranalogico=A1;  
val = analogRead(sensoranalogico);  
Serial.println(val);
```

Neste exemplo, o Arduino entende que a entrada A1 está vinculada à variável “sensoranalogico”, na função *analogRead* o Arduino lê o valor da entrada, armazena na variável “val” e posteriormente ele imprime na porta serial o valor da variável “val”.

Para explorar outras funções e variáveis é sempre recomendado consultar o site do Arduino,(2020?) na aba *reference>language*, onde existem exemplos e explicações de como operam as funções e as variáveis. Assim, para aprender a linguagem de programação do Arduino se começa por exemplos simples e vai se evoluindo para processos mais complexos de acordo com a necessidade do projeto. (MONK, 2017).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os passos referentes à execução do projeto, incluindo a apresentação da proposta junto à escola, o desenvolvimento das atividades e a sua avaliação.

3.1 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA JUNTO À ESCOLA

O presente projeto foi apresentado junto à Escola Estadual de Ensino Médio São Francisco de Assis, no município de Pareci Novo. Esta escola possui seis turmas de ensino médio, duas de cada série, das quais uma ocorre no período da tarde e outra no período da noite. A decisão de apresentar a proposta nesta escola está relacionada ao fato de já haver contato prévio com os professores e os alunos da mesma, por ocasião da realização do estágio supervisionado em ensino de Física, em 2019/2, e, desta forma, conhecer os projetos já existentes.

A escola possui um projeto de feira interdisciplinar que ocorre da seguinte maneira: em um primeiro momento, no início ano, um projeto de tema livre é escolhido pelos alunos. Este passa pelo crivo dos professores que avaliam a relevância do tema e, após um parecer favorável, o mesmo é desenvolvido pelos alunos. Em um segundo momento, este projeto é apresentado em uma feira, sempre realizada no final do ano letivo. Antecedendo a feira, o projeto passa por uma banca avaliadora, que aponta os pontos a serem melhorados, para que chegue ao seu final de maneira ajustada. A ideia é preparar os alunos para realizarem um trabalho acadêmico, visto que as etapas se assemelham a de um trabalho de conclusão de curso, tanto no desenvolvimento como na elaboração do documento escrito, desta forma, os alunos vivenciam a aplicação da metodologia científica.

Cada turma possui um professor orientador, que acompanha a fase de pesquisa e desenvolvimento e escrita do relatório durante o ano letivo. Os trabalhos são realizados em grupos de dois ou três componentes, que se organizam de acordo com a afinidade ao tema escolhido. No ano de 2019, por exemplo, foram escolhidos temas como “feminicídio”, “história do teatro”, “funcionamento de motores ciclo Otto”, etc. A escola disponibiliza um período de aula por semana para cada turma desenvolver o projeto, onde os alunos ficam sob supervisão do professor orientador, utilizando o laboratório de informática ou a sala de aula para realizar as pesquisas

referentes. Ao final do processo, após a avaliação da banca, a escola organiza uma feira de apresentações, aberta à comunidade escolar, onde cada grupo monta seu estande com seus materiais, e fica disponível para apresentar o projeto, ao longo do dia, a cada um que venha à escola no período de funcionamento.

Visto que a escola possui este projeto interdisciplinar, o autor deste trabalho disponibilizou-se para participar, durante o ano de 2020, assumindo a orientação de até 3 grupos de alunos que estivessem interessados em trabalhar com a montagem de experimentos de Física, utilizando Arduino. Assim, entrou-se em contato com a escola, na última semana de fevereiro de 2020, de maneira informal, tratando sobre o assunto com a professora titular de Física. No dia 3 de março, o autor deste trabalho dirigiu-se à sala de professores, no momento em que estavam presentes a diretora e os principais professores orientadores, apresentou a proposta e descreveu o projeto, que foi aceito e incentivado. No mesmo dia, a proposta foi apresentada em sala de aula aos alunos da 1ª a 3ª série do ensino médio, do turno da tarde. Selecionou-se estas turmas por terem uma maior disponibilidade de tempo, inclusive para eventuais encontros extraclasse. Como o desenvolvimento do projeto pressupõe o interesse por parte dos alunos, esperou-se o contato dos interessados, para dar sequência ao desenvolvimento da proposta.

3.2 PROPOSTA DE PROJETO

Até o final da primeira quinzena de março, período no qual iniciaram as atividades letivas não presenciais devido ao isolamento social, realizado em função da pandemia de coronavírus, um grupo composto por dois alunos da 2ª série manifestou interesse na realização do projeto. A partir deste momento, iniciaram os contatos com o grupo através de aplicativo de mensagens para definir o tema. Para exemplificar, o autor apresentou algumas sugestões de experimentos como: estudo do princípio de Arquimedes, utilizando a variação de volume de um líquido; lançamento de projétil, verificando a concordância dos dados experimentais com os calculados; pêndulo simples para estudo do movimento harmônico e determinação da aceleração da gravidade.

O projeto foi dividido em quatro etapas para sua realização, detalhadas no quadro 2. A primeira consistiu na definição do tema junto com os alunos, os quais interessaram-se e decidiram pelo lançamento de projétil. A segunda etapa consistiu

de encontros virtuais realizados através da plataforma Discord, escolhida devido a maior qualidade e familiaridade dos alunos, para orientar o projeto de pesquisa e revisar as características do movimento de projéteis, apresentar aos alunos os conceitos introdutórios de eletricidade, eletrônica e Arduino, além da realização de tarefas de montagem de circuitos online. A terceira etapa correspondeu à idealização e montagem do experimento junto com os alunos e a quarta etapa foi constituída pela conclusão da escrita do relatório e avaliação do projeto. Devido a não presencialidade das apresentações e ao cancelamento da banca avaliadora e da feira, em função do isolamento social decorrente da pandemia de coronavírus, foi realizada a gravação da apresentação do projeto. Esta gravação foi disponibilizada na plataforma de vídeo YouTube, para que os professores de todas as áreas do conhecimento, que lecionam no nível médio da escola, pudessem assistir e avaliar, conforme sua disponibilidade, através de um questionário online. Além disso, a gravação está disponível para ser utilizada como um vídeo instrucional de referência, para uso didático futuro do experimento, nas aulas de Física da escola.

Quadro 2 – Cronograma de aplicação das etapas

Etapa	Caracterização da etapa	Período de aplicação
1	Escolha do tema junto com os alunos.	Até 03/06/2020
2	Encontros virtuais de orientação e introdução dos conceitos necessários ao desenvolvimento do projeto.	07/07/2020 a 31/08/2020
3	Montagem do aparato experimental	03/09/2020 a 25/09/2020
4	Escrita do relatório, gravação da apresentação e avaliação.	07/07/2020 a 06/11/2020

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a escolha do tema, realizada na primeira etapa, iniciou-se a segunda etapa composta por encontros virtuais de orientação e discussão dos tópicos de Física e eletrônica, através da plataforma Discord, os quais embasaram os alunos para que pudessem desenvolver o protótipo do experimento. Os encontros/aulas quinzenais, de 1 h de duração, foram realizados em período extraclasse pois, devido à ocorrência de aulas no formato remoto, a escola excluiu da grade curricular a aula disponibilizada

para a realização do projeto de pesquisa científica. Estes encontros seguiram o cronograma detalhado no quadro 3.

Quadro 3 – Cronograma da etapa 2 de orientação

Área de conhecimento	Tópicos	Data prevista	Data de aplicação
	Orientação	07/07/2020	08/07/2020
Física	Lançamento de projéteis	16/07/2020	23/07/2020
Física	Carga, corrente, tensão e resistência elétrica. Potência e energia.	30/07/2020	02/08/2020
Eletrônica	Alimentação correta de circuitos e principais componentes: sensores, diodos, resistores, capacitores.	13/08/2020	14/08/2020
Eletrônica - Arduino	Um pouco da história, hardware e estrutura do Arduino. Linguagem de programação do Arduino.	27/08/2020	30/08/2020

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme consta nos planos de aula detalhados no apêndice A, foram disponibilizadas tarefas de pesquisa entre as aulas, para a escrita da fundamentação teórica do relatório.

A terceira etapa foi de planejamento e montagem do aparato juntamente com os alunos, em cinco encontros presenciais, de 2 h cada, iniciando com a definição dos componentes a serem utilizados e de um *Sketch* já previamente modelado e pesquisado em uma biblioteca do Arduino, a ser ajustado conforme necessidade do projeto. Esta etapa ocorreu logo após o término das aulas introdutórias (etapa 2) e seu cronograma está detalhado no quadro 4. Nesta fase, previamente cientes dos processos, os alunos estavam aptos para realizarem a montagem e o teste do protótipo, além de criarem um roteiro para realização do experimento, em sala de aula.

Quadro 4 – Cronograma de aplicação da etapa 3

Etapas da montagem	Data prevista	Data de execução
Planejamento e Definição dos materiais do protótipo, criação do arquivo código que será desenvolvido para a aplicação.	01/09/2020	04/09/2020
Montagem do aparato experimental.	04/09/2020	11/09/2020
Desenvolvimento e teste do código no aparato.	11/09/2020	18/09/2020
Teste de funcionamento do código finalizado.	18/09/2020	25/09/2020
Validação do projeto completo. Criação do roteiro experimental.	25/09/2020	02/10/2020

Fonte: Elaborado pelo autor.

A etapa 4, desenvolvida durante o mês de outubro de 2020, consistiu da conclusão da escrita do relatório, a qual foi desenvolvida em paralelo desde o começo da aplicação da etapa 2. Esta etapa também foi composta pela gravação de uma apresentação do projeto, para que pudesse ser assistido e avaliado pelos professores da escola. Nesta gravação, os alunos detalharam o processo de desenvolvimento das etapas do projeto e seus objetivos, além de demonstrar o funcionamento do experimento. Ao final do processo de orientação e desenvolvimento da proposta, os alunos responderam a dois questionários, um autoavaliativo, e outro de avaliação da orientação. A culminância do trabalho ocorreu com a entrega do relatório e postagem do vídeo produzido no YouTube, na segunda semana do mês de novembro de 2020.

3.3 PROCESSO AVALIATIVO

O desempenho dos alunos foi acompanhado pelo professor orientador, que avaliou o empenho apresentado no desenvolvimento de todas as etapas do projeto, descrito em um documento de acompanhamento (diário de bordo), também através do relatório escrito produzido pelos alunos e pela avaliação da apresentação gravada e disponibilizada na plataforma de vídeos YouTube.

Os alunos foram orientados de modo que seu relatório escrito apresentasse um formato de trabalho acadêmico composto por: capa, contracapa, sumário, introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e análise dos dados, conclusão e

referências. E, além disso, sua fundamentação teórica, deveria conter os assuntos referentes à Física de projéteis, ao Arduino e à eletrônica necessários à realização do experimento. A metodologia do relatório dos alunos deveria contemplar o procedimento experimental para fabricação e uso do aparato desenvolvido, de modo que o equipamento pudesse ser usado em aulas de Física da escola, em anos posteriores.

Professores do ensino médio da Escola Estadual São Francisco de Assis visualizaram e avaliaram a apresentação do projeto gravada e disponibilizada no YouTube, inserindo suas respostas em um questionário online (Forms). As respectivas questões apresentadas aos professores avaliadores (questionário A), encontram-se descritas abaixo. As respostas para as questões possuem 5 níveis de classificação, do menos satisfatório (1) ao mais satisfatório (5). E, por fim, há uma pergunta dissertativa, onde o respondente pode avaliar sob um ponto de vista mais pessoal.

Questionário A – Avaliação da apresentação do projeto pelos professores

1 - Em relação ao experimento, numa escala de 1 a 5, indique o quanto você acha que seria interessante utilizá-lo como recurso didático nas aulas de Física sobre “lançamento de projéteis”:

2 - Em relação ao experimento, numa escala de 1 a 5, indique o quão apropriado você o considera, como recurso didático de Física, para alunos de 1ª série do Ensino Médio:

3 - Numa escala de 1 a 5, classifique o grau de inovação do tema do trabalho:

4 - Numa escala de 1 a 5, classifique a clareza na apresentação dos objetivos do trabalho e do experimento:

5 - Numa escala de 1 a 5, classifique a qualidade da apresentação do experimento e do uso da plataforma Arduino:

6 - Numa escala de 1 a 5, classifique a clareza na apresentação da execução, planejamento e seleção de materiais:

7 - Numa escala de 1 a 5, indique o nível de organização do trabalho, levando em conta a aplicação da metodologia científica:

8 - Numa escala de 1 a 5, classifique a postura e o nível de comprometimento apresentado pelos alunos na apresentação do tema e do desenvolvimento do projeto:

9 - Numa escala de 1 a 5, classifique a clareza e qualidade das explicações realizadas pelos alunos na apresentação do projeto:

10 - Deixe aqui uma avaliação pessoal sobre os pontos que considera importantes na apresentação e no projeto.(dissertativa)

Por fim, os alunos responderam a dois questionários, descritos na sequência, um autoavaliativo (B), e outro de avaliação do orientador (C), para se obter uma perspectiva do aluno quanto ao desempenho no projeto.

Questionário B – Autoavaliação dos alunos

- 1- A motivação é um dos fatores que influenciam a aprendizagem. Como você analisa a importância de escolher em que projeto quer trabalhar? Isso influencia no desempenho e no empenho?
- 2- Como você classifica a sua participação nas aulas semanais de fundamentação para o projeto? E na realização de tarefas previstas? Comente eventuais facilidades e dificuldades:
- 3- Com relação à participação na montagem e execução do projeto como você avalia que foi seu empenho e aprendizagem?
- 4- Todo projeto é definido em etapas, como pesquisa de referências, escrita de relatório, montagem do experimento, apresentação, etc. Em qual das etapas do projeto você sentiu mais dificuldade? Justifique:
- 5- A aprendizagem por meio de experimentos práticos é um recurso que vem sendo explorado ao longo dos anos nas disciplinas de ciências. Você considera que este projeto seja significativo para ser usado em sala de aula? Justifique:

Questionário C – Avaliação do orientador

- 1- As explicações referentes à revisão teórica e os recursos utilizados (materiais de apoio, aulas) foram apropriados? Foram úteis para a realização do projeto?
- 2- Os prazos das etapas de montagem e desenvolvimento do experimento estiveram de acordo com a realidade?
- 3- Como você avalia o processo de orientação? O orientador esteve presente para sanar as dúvidas?
- 4- Como você avalia a postura do orientador ao possibilitar a escolha do tema? Você acha importante a liberdade de poder definir em qual projeto quer trabalhar?
- 5- Gostaria de deixar alguma sugestão ou fazer alguma consideração?

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RELATOS DE ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA DOS ALUNOS

4.1.1 Das aulas e da pesquisa e escrita sobre a fundamentação teórica do trabalho

Os encontros virtuais, com duração de 1 h, para instrução e planejamento do projeto iniciaram no dia 08 de julho de 2020, via plataforma Discord. Apesar do cronograma prévio, as datas dos encontros foram ajustadas devido a questões de disponibilidade dos alunos, visto que foram realizados remotamente, fora do horário de aula. Assim, por meio de aplicativo de mensagens foram feitas as combinações para cada encontro, mantendo uma frequência quinzenal. Previamente ao primeiro encontro, os alunos já haviam definido o tema lançamento de projéteis, por interesse pessoal, a partir de discussões realizadas por meio de aplicativo de mensagens.

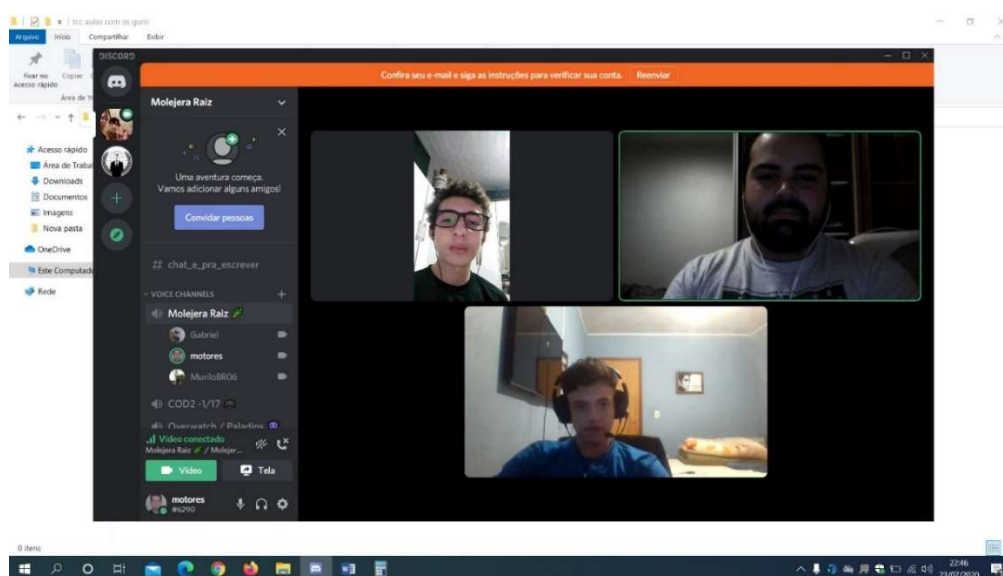
No primeiro encontro, os alunos foram situados em relação à execução do trabalho escrito, seus moldes e as exigências, além do cronograma de execução das tarefas. Apesar de já estarem familiarizados com projetos de pesquisa, não se sentiam seguros em relação ao modelo de trabalho acadêmico, portanto foi necessário apresentar a eles as etapas de um trabalho desta modalidade e enfatizar a questão do plágio. Para que pudessem desenvolver o trabalho dentro das normas, foi disponibilizado o arquivo de modelo de trabalho acadêmico disponível na plataforma digital da biblioteca Unisinos.(UNISINOS, 2020¹).

Após a discussão sobre a elaboração do relatório e do cronograma de trabalho, os alunos apresentaram ideias para montagem do aparato, inspiradas em vídeos sobre projetos de lançadores, pesquisados por eles na internet. Observando protótipos de lançadores, já decidiram e sugeriram um lançador com ar comprimido. Por fim, foi solicitado que redigissem para o próximo encontro a introdução contendo os objetivos, o tema e sua delimitação e a justificativa, além da pesquisa sobre lançamento oblíquo para compor o capítulo de fundamentação teórica.

No segundo encontro realizado em 23 de julho de 2020, conforme ilustra a figura 9, com a pesquisa de lançamento de projéteis em mãos a qual foi enviada previamente pelos alunos, foi realizada uma revisão, utilizando como referência o conteúdo e o simulador descritos no plano de aula 1 (Apêndice A). Os alunos logo

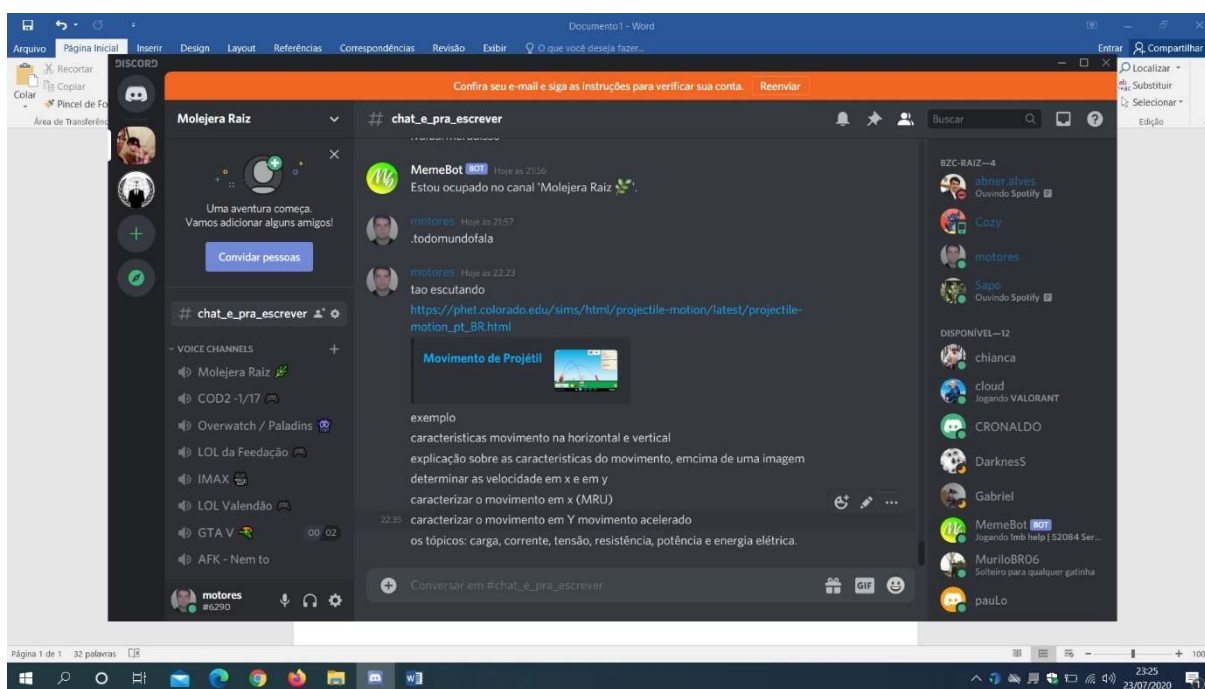
compreenderam os pontos importantes do movimento de projéteis pois já haviam tido contato com o assunto nas aulas de Física da 1ª série do ensino médio. Quando questionados sobre qual ângulo proporcionaria o maior alcance máximo, utilizando a mesma velocidade de lançamento, responderam 45° no ato. O simulador foi utilizado para testar a hipótese. O conteúdo da pesquisa sobre o tema, realizada pelos alunos, havia ficado muito vago. Assim, foi aberto em compartilhamento o arquivo com as correções feitas pelo autor deste trabalho, para discutir juntamente aos alunos o que deveria ser modificado ou complementado. Na ocasião, foram listados novamente os tópicos que a pesquisa sobre lançamento de projéteis deveria conter, como a composição dos movimentos, as funções horárias e os gráficos, conforme ilustra a figura 10. Além de poucas informações, o trabalho dos alunos deixou a desejar em termos das fontes utilizadas e de como foram referenciadas, bem como em imagens para ilustrar os conceitos. Assim, foi sugerido que revisassem as referências e incluíssem imagens e gráficos para ilustrar a composição de movimentos e as características dos movimentos nas direções horizontal e vertical. A introdução foi revisada pelo professor orientador e encaminhada para correções a serem efetuadas pelos alunos por meio de arquivo em aplicativo de mensagem. Por fim, foi passado como tarefa para o próximo encontro a pesquisa sobre os tópicos de eletricidade, que deveria conter os conceitos e características de cada grandeza, conforme está descrito no plano de aula 1 (Apêndice A).

Figura 9 – Imagem do aplicativo utilizado no segundo encontro virtual apresentando os participantes: professor orientador e alunos



Fonte: Registrada pelo autor.

Figura 10 – Imagem do aplicativo utilizado no segundo encontro virtual apresentando discussões sobre tópicos para a pesquisa sobre lançamento de projéteis



Fonte: Registrada pelo autor.

No terceiro encontro, realizado em 02 de agosto de 2020, retomou-se o tema do lançamento de projéteis, revisando o trabalho juntamente com os alunos. Surgiram muitas dúvidas sobre formatação no padrão acadêmico, principalmente em relação às referências: sua localização, elaboração de referências de imagens e os dados que deveriam conter. Orientou-se os alunos a realizarem a pesquisa somente em locais de onde conseguissem extrair o autor. Os itens de pesquisa e o conteúdo possuíam, já nesta etapa, uma qualidade melhor do que no encontro anterior.

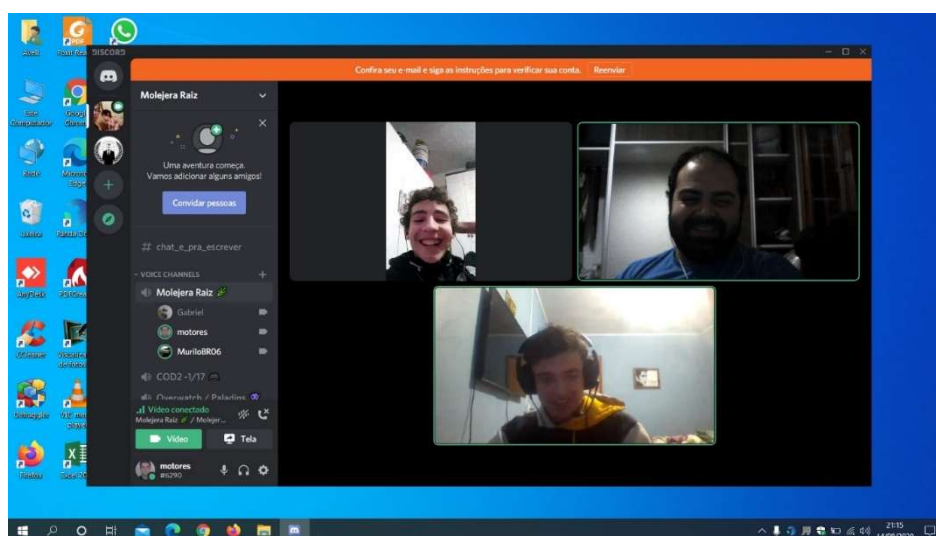
Ainda neste encontro, com a pesquisa sobre os tópicos de eletricidade concluída e enviada previamente pelos alunos, fez-se uma revisão utilizando simuladores descritos no plano de aula 2 (Apêndice A) para exemplificar os conceitos de corrente, tensão e resistência. Questionados sobre quais eram os portadores de carga que compõem a corrente elétrica em metais condutores, responderam, sem muita dificuldade, que eram os elétrons. Ao simular circuitos em série e paralelo, concluíram que a velocidade (de deriva) com que os elétrons percorrem o circuito, diretamente relacionada à intensidade da corrente, varia inversamente com a resistência. Quando questionados, exemplificaram que em um circuito paralelo tem, por exemplo, dois caminhos para passagem da corrente, por isso oferece menos resistência. Poucas dúvidas surgiram, devido à familiaridade dos alunos com o tema.

Foi solicitado para o próximo encontro a pesquisa sobre os principais componentes eletrônicos. Assim, os componentes e as informações que a pesquisa deveria conter foram listadas, conforme está descrito no plano de aula 2 (Apêndice A).

No quarto encontro, realizado em 14 de agosto de 2020, conforme ilustra a figura 11, com a pesquisa sobre componentes eletrônicos previamente enviada pelos alunos, realizou-se uma revisão sobre o assunto, utilizando exemplos descritos no plano de aula 3 (Apêndice A). Questionados se já conheciam os componentes, os alunos responderam que são encontrados em aparelhos domésticos, controle remoto, carrinhos de brinquedo. A pesquisa sobre os componentes ficou bastante completa, contendo todas as informações necessárias. Nesta etapa notou-se um aumento do interesse dos alunos pelo assunto.

Neste encontro também foi realizado o primeiro contato com o site Tinkercad, que possui um simulador para montagem de circuitos com Arduino. Questionados se sabiam o que era Arduino, até este ponto, desconheciam. Brevemente, foi explicado que consistia em uma placa digital, que poderia ser programada como um computador, e que possuía em si todos os componentes de um computador, porém com menor capacidade. Mediante a associação aos componentes de um computador, logo compreenderam, devido à familiaridade com estes. Em seguida, mostrou-se um circuito simples no Tinkercad, apresentando quais componentes estão ligados à placa e como é a estrutura do aplicativo. Nesta etapa, os alunos não apresentaram questionamentos, apenas ficaram atentos à novidade. Ao final deste encontro voltou-se ainda à questão da formatação das referências do trabalho, nas normas ABNT, que ainda apresentavam incorreções. Ao solicitar que os alunos realizassem um cadastro no site de simulações Tinkercad, para o próximo encontro, questionaram se deveriam fazê-lo pela opção “alunos” que o site oferece. Os mesmos foram desaconselhados a utilizar esta opção, por se tratar de uma modalidade para realização de aulas no ambiente do aplicativo. Para o próximo encontro também solicitou-se que realizassem a pesquisa sobre o Arduino, um pouco da história e suas funcionalidades, sobre a estrutura de hardware e linguagem de programação, conforme está descrito no plano de aula 3 (Apêndice A). Sugeriu-se que buscassem até mesmo no site do Arduino estas informações.

Figura 11 – Imagem do aplicativo utilizado no quarto encontro virtual apresentando os participantes: professor orientador e alunos



Fonte: Registrada pelo autor.

No último encontro virtual, realizado em 30 de agosto de 2020, tratou-se dos ajustes que ainda deveriam ser realizados no trabalho, como as referências nas imagens. Posteriormente acessou-se o site Tinkercad e, com a pesquisa sobre Arduino em mãos, realizou-se uma revisão. Sobre o hardware não surgiram dúvidas, porém foi complexo compreenderem a estrutura da linguagem de programação. Assim, foi necessário mostrar-lhes, dentro do simulador, o passo a passo das principais funções e variáveis, declarando as saídas e entradas, ligando e desligando LED's, e utilizando a função monitor serial para receber retorno da placa sobre as informações requeridas. Utilizou-se a porta serial para comunicar comandos com a placa, e acender e apagar LED's através de letras pré-definidas, conforme descrito no plano de aula 4 (Apêndice A). Além disso, ainda realizou-se a montagem de alguns circuitos com potenciômetro e capacitor, variando o servo motor, ainda referente ao plano de aula 3 (Apêndice A). A partir deste momento, foi questionado se tinham ideia de algum sensor que pudesse ser utilizado para medir a velocidade do projétil. Sugeriu-se que procurassem na internet alguma aplicação semelhante, para que no próximo encontro, que ocorreria de forma presencial, já pudesse ser predefinido como um dos componentes da montagem. Ficou nítido neste encontro, que a maior dificuldade enfrentada pelos alunos no projeto seria a programação, pois é algo que demanda tempo para aprender, além de prática; e uma vez que compõe um campo vasto, necessita de estudo específico daquilo que se deseja aplicar.

Após as correções do trabalho referente às normas de formatação e referências, foi solicitado aos alunos algumas inclusões sobre o tema Arduino, para completar este tópico. Estas melhorias ocorreram após o término dos encontros virtuais e foram tratadas via aplicativo de mensagens. Após a inclusão destas e a respectiva revisão realizada pelo autor deste trabalho, a escrita da introdução e da fundamentação teórica se deram por concluídas.

4.1.2 Do planejamento e construção do experimento, da elaboração do roteiro experimental e da escrita da metodologia, resultados e conclusões do trabalho

O primeiro encontro presencial para montagem do protótipo foi realizado dia 04 de setembro de 2020, conforme registrado na figura 12. Primeiramente o orientador buscou informar-se com a escola se poderia utilizar o espaço para realizar as tarefas, onde a coordenação prontamente permitiu, porém, a escola estava em funcionamento apenas 3 dias por semana, no período da tarde, em segundas, terças e quartas. Como nestes dias os alunos e o orientador não possuíam disponibilidade de tempo, tratou-se entre as partes para realizar os encontros em sextas-feiras, pela manhã. Mediante autorização dos responsáveis, o orientador buscou os alunos em suas residências, e os trouxe para o local de encontro, na rua João Pessoa, 1647, Montenegro - RS. Neste local, começaram as tratativas para realização da montagem experimental. Os alunos começaram a anotar os materiais que julgaram necessários para a montagem do lançador, baseado nas pesquisas realizadas pelos mesmos sobre projetos semelhantes. Em paralelo, o orientador criou um arquivo para modelagem do *sketch*, questionando os alunos qual material usariam para ser lançado, para poder definir o sensor. Após algumas discussões, chegou-se ao consenso de utilizar um sensor de presença infravermelho para determinar a velocidade de lançamento do projétil. Definidos os materiais: um cano de 1 m de comprimento e 50 mm de diâmetro, um cano de 1 m de comprimento e 25 mm de diâmetro, uma redução de 50 mm para 25 mm, uma luva de 50 mm, um registro de 25 mm, um adaptador de 50 mm para rosca, um tampão roscado para 50 mm, uma conexão T de 50 mm, uma cola para tubos, uma válvula para pneu de automóvel, uma bomba manual de encher pneu; seguiu-se para uma ferragem local, juntamente com os alunos, para adquirir os materiais. Os encanamentos foram adquiridos na ferragem, porém a válvula teve de ser adquirida em uma borracharia, e a bomba para encher pneus, em uma oficina de bicicletas. Os

alunos participaram presencialmente desta etapa de aquisição pois trata-se de uma parte necessária do processo de planejamento e construção do experimento. Os sensores, o *display* LCD, a fonte de 12 V, a placa de fenolite, o potenciômetro, o prumo, o transferidor, o Arduino e o manômetro foram fornecidos pelo orientador.

Figura 12 – Registro do primeiro encontro presencial da etapa de planejamento e construção do experimento



Fonte: Registrada pelo autor.

O segundo encontro presencial ocorreu dia 11 de setembro de 2020, conforme registrado na figura 13. O orientador conduziu os alunos até a sua residência, devido à disponibilidade de ferramentas para realização da montagem.

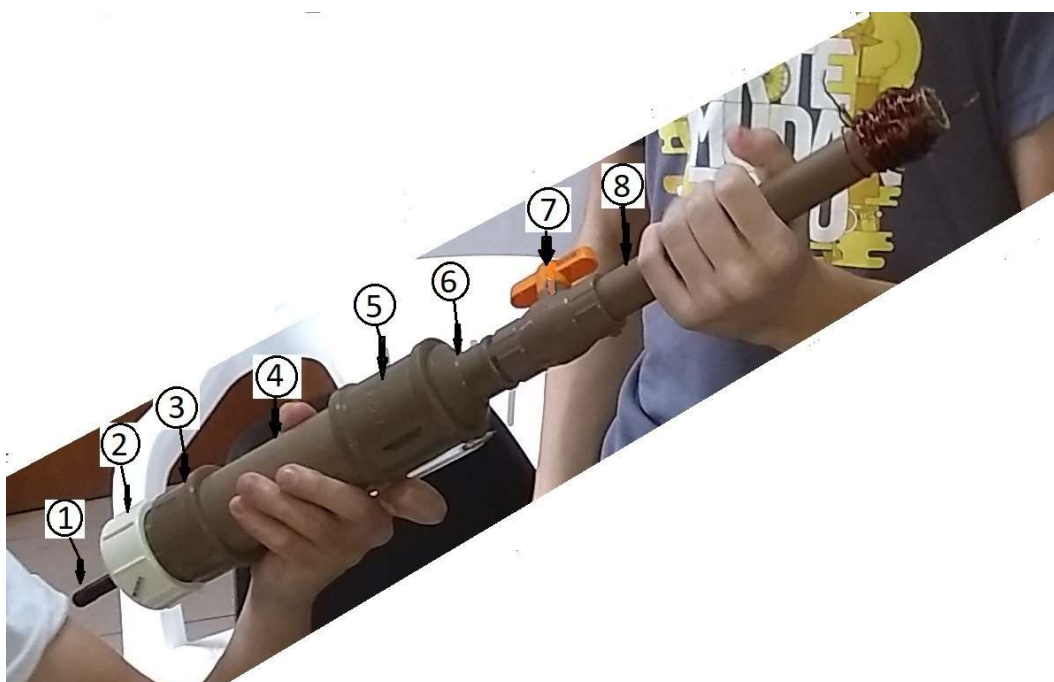
Figura 13 – Registro do segundo encontro presencial da etapa de planejamento e construção do experimento



Fonte: Registrada pelo autor.

Com os materiais em mãos, os alunos começaram a montagem, conforme mostra a figura 14, e paralelamente foram realizando anotações do processo. Começaram cortando o tubo de pressão de 50 mm a fim de obterem um pedaço⁴ de aproximadamente 25 cm, orientou-se que lixassem levemente as superfícies de contato para a cola aderir melhor. Assim antes de colocarem o adaptador³ e a luva⁵ neste pedaço cortado, eles limpavam as rebarbas e lixaram as extremidades. O aluno Murilo realizou a colagem, espalhando a cola na parte interna das peças e batendo no chão para garantir que o encaixe fosse total. Com estas peças no lugar, o professor auxiliou-lhes com uso de um paquímetro, aproveitando para mostrar as escalas do mesmo, para realizar a medida da profundidade dos encaixes internos do redutor⁶ para o tubo de 25 mm⁸ e do registro⁷, assim somando as duas profundidades obteve-se o comprimento de tubo necessário para realizar a conexão entre o reservatório de pressão^{1 a 6} e o registro⁷. Após a conclusão desta etapa, o professor realizou a montagem da válvula¹ na tampa² traseira. Devido à necessidade do uso de furadeira, preferiu-se que os alunos apenas observassem esse processo. Após a montagem da válvula¹, os alunos realizaram testes do aparato para verificar vazamentos. Lançaram alguns objetos como pedriscos, o que indicou o bom funcionamento. Um vazamento foi detectado na tampa² traseira onde está montada a válvula¹, assim foi necessário aplicar uma vedação na rosca.

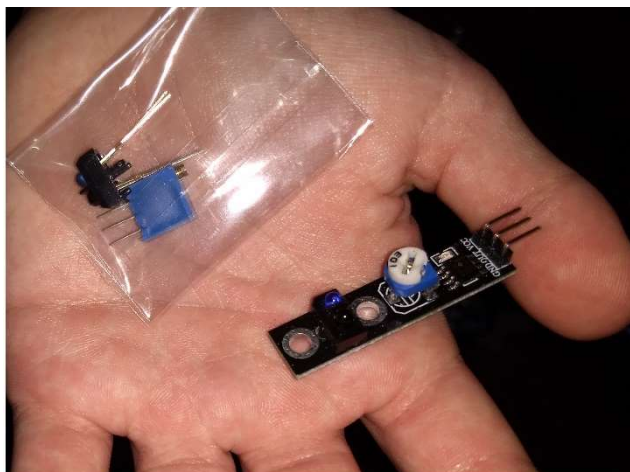
Figura 14 – Montagem preliminar do lançador de projéteis



Fonte: Registrada pelo autor.

Após a montagem do lançador concluída, foram apresentados os sensores, infravermelho, de efeito Hall, entre outros. Decidiu-se, conforme discussões anteriormente realizadas em conjunto, usar sensores infravermelho, representados na figura 15, devido à variedade de materiais que podem ser utilizados como projétil junto a estes.

Figura 15 – Sensores infravermelho (IR) utilizados no equipamento



Fonte: Registrada pelo autor.

O terceiro encontro presencial foi realizado no dia 18 de setembro de 2020, registrado na figura 16. Neste encontro, foi realizada a montagem da estrutura de suporte do lançador e do circuito dos sensores, para testar o funcionamento dos mesmos.

Figura 16 – Registro do terceiro encontro presencial da etapa de planejamento e construção do experimento



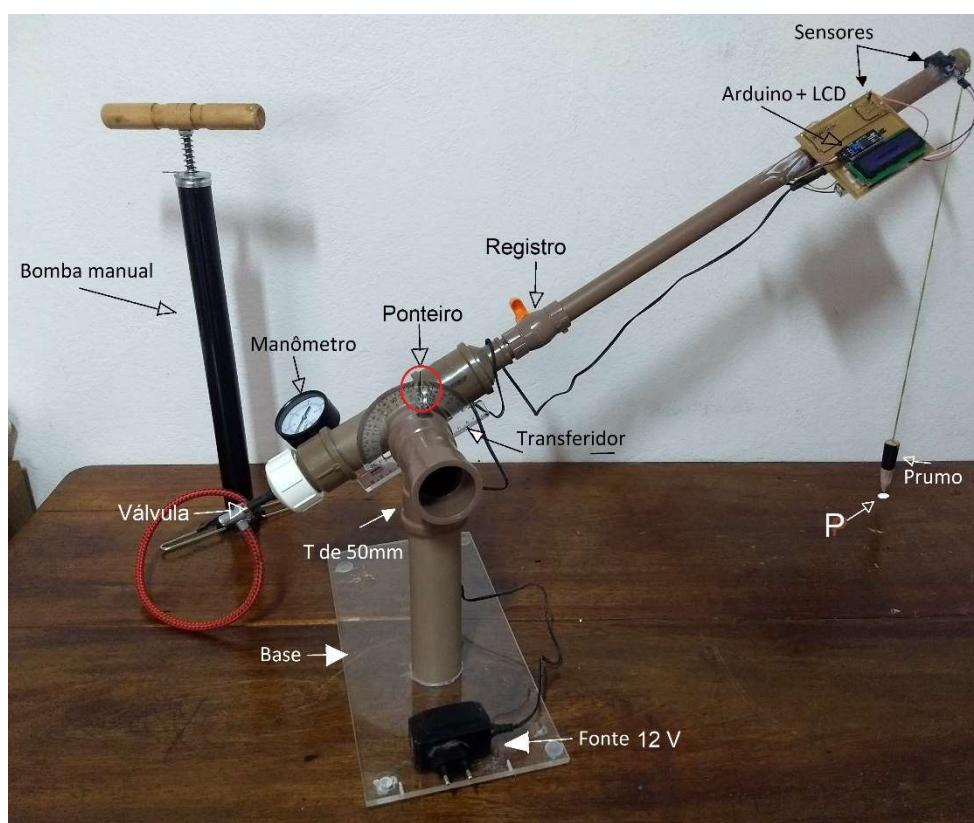
Fonte: Registrada pelo autor.

Foi decidido pelos alunos que o tubo de saída do lançador deveria ter um comprimento razoável para que o objeto cruzasse com velocidade aproximadamente constante na frente dos sensores, não sofrendo tanta interferência devido à expansão do ar inicial, no momento da abertura do registro. O orientador sugeriu que os sensores deveriam ficar com um espaçamento de pelo menos 100 mm entre si, e posicionados na extremidade do tubo (figura 17), para melhorar a precisão da tomada de tempo do Arduino utilizada para o cálculo da velocidade inicial.

Com ajuda do orientador, foi instalado na lateral do vaso de pressão, o manômetro com escala em kgf/cm^2 . Neste dia foi realizada também a montagem da base do lançador (figura 17) com uma chapa acrílica reutilizada, fornecida pelo orientador. Fez-se um furo com 50 mm de diâmetro na chapa acrílica, para encaixe de um pedaço de 20,5 cm do cano de 50 mm, que foi conectado à parte vertical do T de 50 mm e, com um pouco de cola, reforçou-se o encaixe na base. Ao reservatório de pressão do lançador foi adicionado, com fixação por cola, um pedaço com 20 cm de cano de 50 mm, o qual foi encaixado numa das extremidades horizontais do T. Este sistema é usado para variar o ângulo de lançamento e a ele foi adicionado um transferidor para seu posicionamento preciso em relação à base, além de um parafuso para travamento no ângulo desejado. O transferidor foi cortado, e após a calibração, colado ao cano. A calibração foi realizada nivelando-se a base e, posteriormente, o lançador com uso de um nível de bolha, e assim alinhou-se o transferidor a um pequeno marcador de arame (ponteiro) fixado na extremidade do T. Para determinar o ponto na horizontal (P), a partir de onde são realizadas as medidas de alcance máximo, foi instalado um prumo na extremidade do lançador, como indica a figura 17. Este prumo foi afixado realizando-se um nó no barbante e, posteriormente, aplicando cola para melhor fixação.

Mais uma vez foram realizados testes pelos alunos, para definir com qual quantidade de ar comprimido o aparato deveria ser preenchido. Após realizarem uma série de lançamentos, definiram que deve ser utilizado uma pressão de $0,6 \text{ kgf/cm}^2$.

Figura 17 – Montagem final do lançador de projéteis

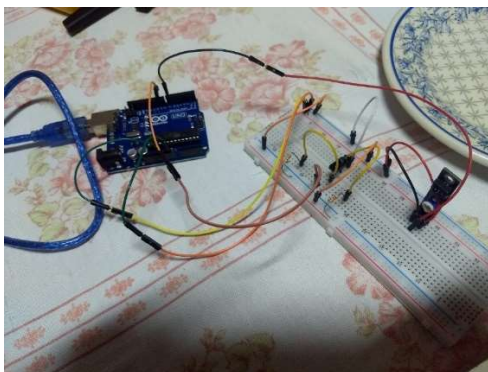


Fonte: Registrada pelo autor.

Com os sensores montados em uma *protoboard* (figura 18), foram realizados ajustes de sensibilidade, para que operassem dentro do tubo de 25 mm. Após os testes dos sensores, um dos alunos realizou os cortes na lateral deste tubo para acoplamento dos sensores e do conjunto Arduino/*display*. Em uma placa de fenolite, que contém furos para fixação de componentes, foram afixados um dos sensores, com solda fria, e o conjunto Arduino (na face inferior da placa)/*display* (na face superior da placa), com cola. Posteriormente, esta placa com um sensor, e o segundo sensor independente, foram colados no tubo de 25 mm, de modo que cada um ficasse posicionado em um dos cortes realizados na lateral deste tubo, a fim de captar a passagem do objeto em seu interior. Após essa fixação, o potenciômetro foi ligado ao Arduino e colado na lateral do tubo, próximo à placa de fenolite, para facilitar o ajuste da sua resistência. Esta informação analógica serve de referência ao Arduino para o ajuste do ângulo de lançamento visualizado no *display*.

Enquanto isto, o outro aluno estava realizando anotações sobre a montagem para poder compor a metodologia do trabalho e criar o roteiro para a gravação do vídeo.

Figura 18 – Circuito com sensores

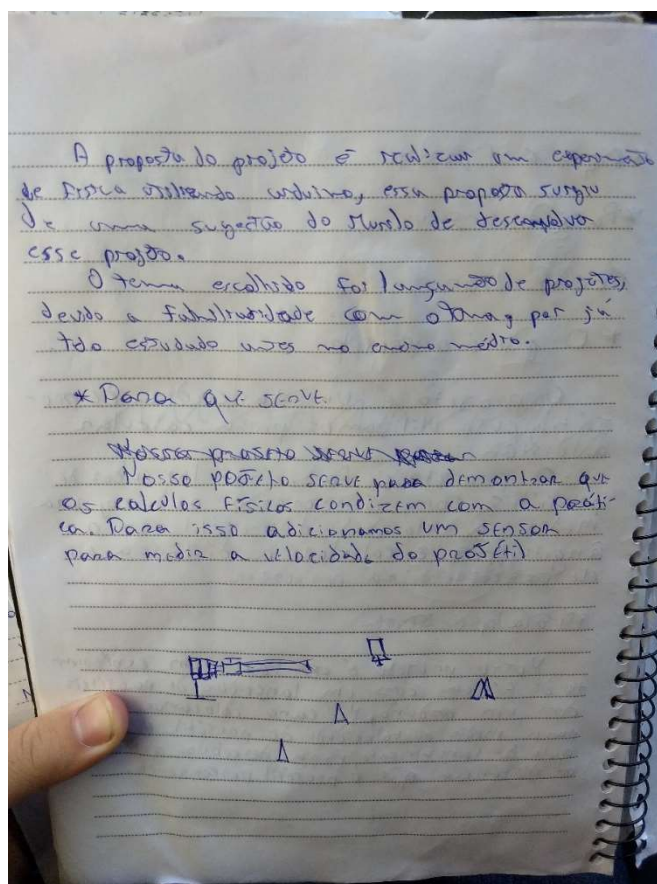


Fonte: Registrada pelo autor.

O quarto encontro presencial foi realizado no dia 25 de setembro de 2020. Neste encontro, foram realizados mais testes relativos ao funcionamento do *software* para o experimento. Duas funções para calcular o tempo foram testadas, uma utilizando a função IF e outra utilizando a função PulseIn. A que melhor atendeu às necessidades foi a função IF, conforme mostra o *sketch* apresentado no Apêndice B, onde o Arduino, a cada ciclo de frequência dentro da função While, realiza uma leitura das entradas às quais estão conectados os sensores. Em paralelo aos testes da programação, os alunos redigiram a metodologia do trabalho e o roteiro para a gravação do vídeo. Orientou-se que deveriam apresentar primeiramente a proposta do projeto, a identificação de ambos e da escola a qual estão vinculados. Aproveitaram o tempo para ensaiar este trecho de apresentação.

O quinto encontro foi realizado no dia 02 de outubro de 2020. Neste encontro, foram realizados mais testes no aparato, como alcance e precisão. O código ainda não estava finalizado e foi concluído com auxílio do orientador após o término desta etapa de testes. Porém, os alunos já iniciaram os ensaios para a gravação do vídeo, trabalhando no roteiro, cujo rascunho está apresentado na figura 19, e gravando uma simulação. O roteiro da atividade prática que será realizada com o aparato, começou a ser escrito neste encontro, e foi concluído pelos alunos após este momento presencial. Algumas dúvidas surgiram em relação ao que era necessário detalhar no vídeo. Acompanhando a criação, foi sugerido que comessem apresentando a si, posteriormente a proposta do projeto, o objetivo, seguido das características e uso do Arduino, para finalizar com o modo de construção e utilização, explicando o funcionamento do equipamento e o roteiro experimental.

Figura 19 – Rascunho do roteiro para a gravação do vídeo



Fonte: Registrada pelo autor.

4.1.2.1 Escrita da metodologia

A metodologia foi escrita definindo as etapas de realização do trabalho, em ordem cronológica. Os alunos em um primeiro momento não entenderam qual era a função deste capítulo do trabalho, assim o professor orientador instruiu-lhes durante os encontros presenciais e por meio de aplicativo de mensagem. Desta forma compreenderam a importância, visto que descreve o método pelo qual foi desenvolvido o trabalho. A primeira parte da metodologia definiu a pesquisa bibliográfica como fundamental para realização do experimento, assim argumentaram que para poder desenvolvê-lo era necessário conhecimento prévio e noções sobre o assunto. Esta etapa fez parte do planejamento, juntamente com a pesquisa para desenvolvimento e montagem do equipamento.

A descrição da etapa de montagem começou listando os componentes necessários e representando um esboço do protótipo. Em seguida, com base nas anotações realizadas durante esta etapa, fizeram os respectivos ajustes entre o

planejado e o efetivamente executado, descrevendo os passos da montagem, como preparam e afixaram as peças, quais os cuidados necessários tomados e qual a função de cada componente.

A próxima etapa foi de descrição dos testes realizados e da programação do Arduino. Em um primeiro momento os alunos descreveram apenas os testes de lançamento, mas não se ativeram as outras especificações. O orientador sugeriu incluir a descrição das medições para avaliar se os resultados coincidiam com os simulados pelo Arduino, além dos testes de sensibilidade dos sensores para calibração dos mesmos, de abertura da válvula e de vedação do ar.

Na última etapa, de utilização do experimento, descreveram a necessidade de criação de um roteiro experimental e o porquê disto. Em conversas anteriores com os alunos, o orientador havia destacado que o experimento seria posteriormente utilizado pela escola. Os alunos compreenderam que seria necessário criar um procedimento, para que outros alunos pudessem realizar o experimento de forma autônoma, em aulas de Física. Nesta etapa, portanto, descreveram os itens que o roteiro experimental deveria conter: título, objetivo, materiais, fundamentação teórica sobre lançamento de projéteis e o procedimento experimental, além das referências utilizadas.

4.1.2.2 Roteiro experimental

O roteiro experimental, produzido à distância e finalizado em um encontro presencial realizado no dia 09 de outubro de 2020, foi adaptado ao equipamento e suas características e, para sua elaboração, os alunos tiveram que seguir as orientações detalhadas no plano de aula 1 (Apêndice A). Como estes não possuem familiaridade, devido à pouca ocorrência e/ou construção de experimentos na escola, esta etapa exigiu uma maior atenção do professor orientador do trabalho, a fim de garantir que o experimento também atendesse a sua posterior finalidade didática. Primeiro foi solicitado que os alunos redigissem uma introdução sobre o tema lançamento de projéteis, com as equações necessárias. Até este ponto, os alunos já familiarizados com a física de lançamento de projéteis, não tiveram dificuldade. Apenas foi sugerido que incluíssem algumas imagens para demonstrar o movimento, o que foi correspondido com algumas fotografias estroboscópicas. Posteriormente, em conjunto com o orientador, tratou-se de definir quais seriam os objetivos do

experimento. Questionados no último encontro presencial de montagem do equipamento sobre qual era o objetivo, responderam tanto para gravação do vídeo quanto para o roteiro, que era o estudo do movimento de projéteis. Porém este devia-se ser mais específico visto que está se utilizando aparatos tecnológicos para realizar coleta de dados. Assim, ficou definido que o objetivo seria comparar os dados medidos (alcance máximo, intervalo de tempo) e calculados (velocidade inicial), com os dados simulados pelo Arduino, a partir da sua medida da velocidade inicial, visto que o projeto foi baseado no uso da plataforma. Iniciando com uma pesquisa de outros roteiros encontrados na internet sobre experimentos de Física, cujas referências encontram-se no roteiro experimental (Apêndice C), os alunos e o professor orientador adaptaram o procedimento experimental, conforme as características do equipamento e suas potencialidades, detalhando também os materiais necessários, os dados que deveriam ser coletados e as questões a serem respondidas. Com sugestões feitas pelo orientador do trabalho, a partir de discussões realizadas com sua professora orientadora TCC, foram realizados ajustes nos procedimentos para atingir o objetivo do experimento, que consiste em comparar e justificar as diferenças entre os dados medidos e os valores previstos pelo Arduino, e assim, com estes resultados, analisar o movimento de projéteis e estabelecer as conclusões. Muitos apontamentos foram realizados pelo orientador aos alunos tanto na etapa de testes quanto na elaboração do roteiro, como por exemplo, assegurar que o equipamento estivesse em uma superfície nivelada antes de iniciar os lançamentos, realizar a marcação da posição final atingida para, em seguida, medir o alcance máximo com a trena, efetuar mais de uma medida para cada ângulo de lançamento para diminuir o erro e determinar uma média. Devido à grande importância deste roteiro experimental, visto que o experimento será utilizado posteriormente como um recurso didático para as aulas de Física da escola, tanto do orientador do trabalho, como a professora orientadora do trabalho de conclusão revisaram-no, sofrendo dupla correção, e sua versão final encontra-se no Apêndice C.

4.1.2.3 Resultados e conclusões

No capítulo de resultados os alunos começaram descrevendo sua opinião sobre o projeto. Porém, foi orientado que deveriam inserir neste os resultados dos testes e de funcionalidade do projeto, inclusive do procedimento experimental. Assim

eles descreveram o projeto, como funcionou, e que o mesmo atendeu às expectativas, conforme consta em seu trabalho (Anexo A).

Os alunos inicialmente incluíram apenas comentários sobre os resultados dos testes realizados no dia 9 de outubro de 2020, justificando as diferenças entre as medidas experimentais e os resultados previstos via Arduino, mencionando fatores como: os efeitos da resistência do ar, o formato do projétil e pequenas diferenças de pressão ao dispará-lo.

Após a análise desse trecho o orientador sugeriu incluir no capítulo de resultados o roteiro experimental, na íntegra, e a própria realização do experimento para fins de conclusão sobre sua validade. Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Tempo de percurso do projétil

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Tempo de voo (s)	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**
Número do lançamento						
1	0,70	0,85	0,96	1,08	1,23	1,35
2	0,70	0,78	0,93	1,05	1,20	1,33
3	0,73	0,95	0,97	1,10	1,09	1,15
4	0,66	0,85	0,96	1,12	1,10	1,18
5	0,75	0,86	0,92	1,05	1,12	1,20
Média	0,71	0,86	0,95	1,08	1,15	1,24

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 – Alcance máximo do projétil

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Alcance máximo (m)	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**
Número do lançamento						
1	3,97	5,17	4,65	5,02	4,40	4,74
2	3,57	4,17	4,55	4,92	4,20	4,53
3	4,50	6,64	5,30	5,74	3,01	3,27
4	4,08	5,17	5,66	6,08	3,25	3,46
5	4,15	5,28	4,57	4,92	3,33	3,60
Média	4,05	5,29	4,95	5,34	3,64	3,92

Fonte: Elaborada pelo autor.

Também efetuaram a análise dos resultados, cujas respostas foram discutidas com o professor e estão apresentadas a seguir, inclusive na tabela 3:

I. *Os valores medidos condizem as estimativas do aparato? Explique os resultados justificando eventuais diferenças.*

Não condizem. Os valores de distância e tempo ficaram menores, isso pode ser devido ao formato do objeto e à resistência do ar, que cria sustentação e diminui a velocidade.

II. *A partir dos dados do alcance máximo medido e do tempo cronometrado, calcule a velocidade inicial de lançamento em cada um dos disparos e complete a tabela 3.*

III. *Calcule as médias das velocidades iniciais calculadas e fornecidas pelo aparato, para cada ângulo de lançamento e registre na tabela 3.*

Tabela 3 – Velocidade inicial do projétil

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Velocidade inicial (m/s)	Calculada	Aparato ^A	Calculada	Aparato ^A	Calculada	Aparato ^A
Número do lançamento						
1	6,55	7,00	6,85	6,57	7,15	7,02
2	5,89	6,18	6,91	6,62	7,00	6,81
3	7,12	8,07	7,73	7,37	5,52	5,69
4	7,14	7,00	8,34	7,67	5,91	5,86
5	6,39	7,09	7,02	6,62	5,94	6,00
Média	6,62	7,07	7,37	7,00	6,33	6,32

Fonte: Elaborada pelo autor.

IV. *Os valores calculados condizem com os fornecidos pelo aparato? Explique o resultado justificando eventuais diferenças.*

Ficam aproximados. No ângulo de 30° a velocidade calculada ficou menor que a do aparato, isso por que o projétil percorreu uma distância menor do que a prevista mas em um tempo muito parecido com o estimado. Nos ângulos de 45° e 60° o projétil percorreu uma distância mais próxima do valor estimado, porém com tempo menor, isso faz com que a velocidade inicial calculada seja maior que a fornecida pelo aparato. Devido ao formato do projétil, a resistência do ar causa influências diferentes para ângulos de lançamento distintos. Além disso, era esperada a mesma velocidade fornecida pelo aparato para todos os lançamentos indicando que, apesar do uso do manômetro, ocorrem variações de pressão entre um lançamento e outro, o que interfere na velocidade inicial de lançamento do projétil.

V. *Para qual ângulo obtém-se o maior alcance máximo? Justifique:*

O maior alcance máximo foi com ângulo de 45°, apesar do tempo de voo ser menor que no ângulo de 60° a proporção entre o deslocamento na horizontal e na vertical é o que fez o objeto ir mais longe.

VI. *Compare o alcance máximo e o tempo de voo obtido para os ângulos de 30° e 60°? Justifique:*

O tempo de voo para o ângulo de 60° quase dobrou em relação ao ângulo de 30° . No ângulo de 30° a velocidade na horizontal é muito maior do que no ângulo de 60° , isso faz com que a distância percorrida seja muito próxima à de 60° , apesar da altura máxima atingida e o tempo de voo serem muito menores.

Com a execução do procedimento experimental, onde cumpriram todas as etapas descritas no roteiro experimental, sob supervisão do orientador, obtiveram dados concretos para realizar a síntese dos resultados. Concluindo, apresentaram a justificativa sobre a validade do experimento, descrevendo que o objetivo de realizar um experimento sobre lançamento de projéteis, para o qual fosse utilizado o Arduino, foi alcançado visto que os dados obtidos, tanto pelo Arduino quanto pelas medidas experimentais foram condizentes com o comportamento esperado. Ainda citaram os aspectos positivos e negativos do aparato, e as vantagens do uso do Arduino, além das diferenças encontradas entre os valores estimados e medidos. Por fim, descreveram que o experimento é válido para ser usado em sala de aula como forma de apoio ao estudo do tema, com orientação do professor.

4.1.3 Da gravação da apresentação

O roteiro da gravação começou a ser escrito no penúltimo encontro presencial de montagem, no dia 25 de setembro, e foi concluído pelos alunos após um último encontro presencial. Muitas dúvidas surgiram sobre o que deveria conter o vídeo. Assim, durante os encontros presenciais e por meio de aplicativo de mensagens sugeriu-se na introdução apresentar a si, a escola e o projeto. Desta forma, criaram um rascunho da própria fala, onde descreveram esta introdução e o objetivo do projeto, posteriormente, uma breve explicação sobre o movimento de projéteis, onde citaram a composição e a classificação dos movimentos, além de situarem a qual ramo da Física este estudo pertence. A próxima parte do vídeo consistiu na explicação sobre o aparato experimental. Nesta etapa, os alunos citaram e indicaram as partes que o compõem, explicaram seu funcionamento e o método de utilização para realizar um lançamento, como o posicionamento e a pressurização. Por fim, o vídeo disponível em https://www.youtube.com/watch?v=_y5kiUPsMCI, termina com a realização dos lançamentos, a demonstração dos procedimentos de medida e a conclusão sobre os dados. Para o momento da gravação os alunos decoraram suas falas e realizaram o planejado.

A gravação foi realizada em etapas, fora do ambiente escolar, a partir do dia 23 de outubro de 2020, devido à disponibilidade de horário dos alunos e ao fato de ainda não terem retornado às aulas presenciais. O ambiente de gravação foi o mesmo da montagem do projeto e não houve sugestão de para gravar em outro local, por parte dos alunos. A postura dos mesmos foi boa, demonstrando responsabilidade e seriedade no momento da gravação. Realizaram todos os passos, apesar de apresentarem certa dificuldade para falar quando estavam sendo filmados, mesmo tendo ensaiado previamente. O ambiente de gravação possuía certo ruído e para minimizá-lo, utilizou-se um celular à parte para gravar o áudio, incluindo-o através da edição do vídeo, realizada pelo professor orientador do trabalho.

4.2 AVALIAÇÃO

4.2.1 Do desempenho dos alunos

A partir do primeiro contato com os alunos, já se notou o seu interesse em desenvolver o projeto do modo que foi proposto, isso devido a motivações intrínsecas e experiências extracurriculares anteriores. Após a escolha do tema, os alunos tinham uma ideia clara do assunto de interesse, o que facilitou a pesquisa bibliográfica que antecedia cada reunião/aula. Ao trazer os temas de estudo durante as aulas, os alunos já estavam preparados, primeiro devido à familiaridade com os temas, segundo pelo interesse. O compromisso com o trabalho ficou evidente durante os encontros presenciais e virtuais. Não ocorreram faltas ou justificativas para não participar. O planejamento e desenvolvimento do protótipo foram realizados a partir de pesquisas que os alunos fizeram por conta própria, tomando a iniciativa de chegar a um aparato que suprisse a necessidade do experimento. Coube ao orientador apenas auxiliar nas dúvidas que surgiram em pontos-chave, como a parte eletrônica e em questões técnicas.

Uma vez que as pesquisas sobre os tópicos foram realizadas anteriormente a cada encontro, não surgiram grandes dificuldades. O grau de interesse foi decisivo no sucesso do projeto, visto que tinham a iniciativa de buscar os temas e pesquisar possibilidades de montagem do aparato. Isso corrobora com os princípios pedagógicos de John Dewey. A possibilidade de tomar a decisão, escolher o tema, resultou em um desempenho melhor durante os encontros virtuais, possibilitando um

avanço significativo a cada encontro. John Dewey justifica a necessidade de uma educação motivadora e democrática, porque esta leva em conta a motivação dos alunos e suas próprias experiências. (DEWEY, 1977). Democratizando as decisões e dividindo as tarefas, obteve-se um melhor desempenho, sem a necessidade de realizar demasiada cobrança sobre os alunos. O interesse democrático do projeto também surge quando a proposta é fornecer o aparato para a própria escola, para ser utilizado pelos demais alunos e professores. Dewey defendia que a escola é um local de formação de caráter, para se aprender a viver em sociedade e poder produzir algo útil para entregar aos outros. Isto seria viver realmente em sociedade. (SCHMIDT, 2009). Desse ponto de vista, da formação do caráter comunitário, os alunos tomaram plena consciência desde o início do projeto, que sua contribuição seria para a escola e para os colegas. Eles lembraram que não possuíam experimentos quando cursaram o primeiro ano do ensino médio, e isto também foi fator motivador.

Durante os encontros virtuais, que ocorreram a partir de 08 de julho de 2020, os alunos sempre, em um primeiro momento, conversavam sobre assuntos não referentes ao trabalho, mas logo questionados sobre as pesquisas, tornavam a atenção ao encontro. Este fato não chegou a afetar o desempenho, visto que quando solicitados, voltavam total atenção ao orientador e aos questionamentos realizados. O fato de estarem intrinsecamente motivados a realizar o projeto, possibilitou que nos encontros virtuais não houvessem dúvidas triviais ou sem embasamento. O contato virtual agregou conhecimento para ambos os alunos, visto que os temas de interesse de cada um não eram exatamente os mesmos, um com maior interesse na mecânica do projeto e o outro mais interessado na elétrica e eletrônica, e esta complementariedade também contribuiu para o sucesso do projeto. Portanto, a troca de conhecimentos mesmo fora das aulas em ambiente virtual, durante as tarefas extras, auxiliou no desenvolvimento do projeto, bem como ampliou o conhecimento dos alunos. Segundo Vygotsky(1998), o desenvolvimento cognitivo dos alunos está diretamente ligado ao social e emocional. Assim, a partir de uma reorganização dos objetivos e das formas de mediação, se chega a uma mudança de pensamento. O contato social realizado durante o trabalho, com um colega com o qual tem afinidade e compartilha interesses, se mostrou realmente eficiente. Os alunos desenvolvem melhor em grupo, quando estão motivados e direcionados, direcionamento este que é sempre realizado por um mestre.

As linguagens utilizadas foram muito relevantes na aprendizagem, ao utilizar simuladores e demonstrações práticas, incluindo o próprio experimento. Foi proporcionado aos alunos muitas vias de interação, e estas propiciaram o desenvolvimento coletivo da atividade, afetaram positivamente o desempenho dos alunos, fazendo com que interagissem mais, sobre o tema trabalhado. Para Vygotsky, as linguagens, não somente a oral, são formas de mediação entre o ser, a cultura e os outros indivíduos. Assim a cultura se integra ao homem pela atividade cerebral, estimulada pela interação entre o homem o meio e os outros indivíduos.(REGO, 1995).

4.2.1.1 Autoavaliação dos alunos

A seguir são apresentadas as respostas ao questionário de autoavaliação (B), respondidos pelos alunos Gabriel Krein da Motta¹ e Murilo da Rosa Andrade².

Questionário B – Autoavaliação dos alunos

1 - A motivação é um dos fatores que influenciam a aprendizagem. Como você analisa a importância de escolher em que projeto quer trabalhar? Isso influencia no desempenho e no empenho?

Isso influencia bastante, pois temos mais interesse no assunto por termos escolhido¹. Quando escolhemos o que queremos fazer, nos dedicamos mais, pois é conhecimento próprio. Sim influência, um exemplo é a escola, onde não temos escolhas, somos obrigados a fazer o que pedem, então apenas decoramos e depois esquecemos².

2 - Como você classifica a sua participação nas aulas semanais de fundamentação para o projeto? E na realização de tarefas previstas? Comente eventuais facilidades e dificuldades:

Participei de todas as aulas de fundamentação e realizei todas as tarefas previstas, não tive nenhuma dificuldade em nenhuma das partes¹.

Nota 10 para mim, participei em todas e ajudei. Tivemos apenas uma dificuldade na parte da configuração do Arduino, o resto nós tivemos facilidade².

3 - Com relação à participação na montagem e execução do projeto como você avalia que foi seu empenho e aprendizagem?

Foi bom cada um se ajudou na hora da montagem¹.

Ok, nota 10, e sobre a aprendizagem, aprendi cálculos novos para distância de projéteis².

4 - Todo projeto é definido em etapas, como pesquisa de referências, escrita de relatório, montagem do experimento, apresentação, etc. Em qual das etapas do projeto você sentiu mais dificuldade? Justifique:

Não senti dificuldade em nenhuma das partes, o professor explicou muito bem o que tinha que ser feito e isso ajudou muito¹.

Tive mais problemas na escrita, pois o português é cheio de frescura².

5 - A aprendizagem por meio de experimentos práticos é um recurso que vem sendo explorado ao longo dos anos nas disciplinas de ciências. Você considera que este projeto seja significativo para ser usado em sala de aula? Justifique:

Sim, e acho que deverias utilizar mais experimentos nas aulas pois deixa elas mais divertidas e facilita na hora da aprendizagem¹.

Sim, pois além de mostrar para os alunos como funciona o lançamento de projéteis, também será mais divertido aprender e entender na prática².

A partir das respostas da autoavaliação dos alunos, percebeu-se principalmente, a importância que atribuíram à escolha do tema de trabalho. Este aspecto fez toda a diferença, o que resultou em um melhor desempenho em todas as etapas, e inclusive, influenciou na visão que obtiveram em relação ao desenvolvimento do trabalho. Dewey pregava a educação para democracia, por que “democracia é liberdade”, e isto faz toda diferença no comprometimento do indivíduo, visto que esse se empenha mais quando é algo de sua escolha, de sua livre opção, e assim acaba entregando algo melhor para a comunidade.

Outro aspecto verificado ao analisar as respostas dos alunos foi a importância atribuída à experimentação. Ambos acreditam que deveria ser uma prática mais rotineira, e que esta agrega na aprendizagem por diversos motivos. Isto demonstra que as orientações contidas na Base Nacional Comum Curricular, as quais sugerem incorporar a dimensão investigativa para o ensino de ciências, faz toda diferença, quando o objetivo é aproximar o aluno dos conhecimentos e métodos científicos adquiridos ao longo dos séculos.(BRASIL, 2017). Na mesma dimensão, Dewey, em sua obra, desenvolveu o conceito de educação prática e tecnológica, que vem de experiências e da solução de problemas, justificando que assim se coloca o indivíduo em situação de intervir nos acontecimentos, tentando influenciar seus resultados.(SCHMIDT, 2009). O uso da plataforma Arduino trouxe a possibilidade de

colocar o indivíduo nesta posição, uma vez que consiste numa tecnologia que permite desenvolver práticas experimentais, favoreceu a pesquisa, a criação e a solução de problemas. Por este motivo, cada vez mais, se utiliza esta plataforma no ensino, não somente em Física, mas em ciências de modo geral. Isto fica evidenciado pelo grande número de publicações sobre o assunto, que trazem tanto propostas de laboratório, como trabalhos aplicados em sala de aula. Assim, o uso de tecnologias do século 21 no ensino de Física torna-se capaz de sanar a inquietação dos alunos, visto que estão fartos da velha didática. (MARTINAZZO *et al.*, 2014).

Mais um aspecto chave da experimentação mediante uso da plataforma Arduino é a possibilidade da troca de informações, dos alunos entre si e com a comunidade que utiliza Arduino. Assim, os alunos se reorganizam, questionam, comentam e compartilham experiências. Isto também mostra o quão importante é o aspecto social e psicológico para os alunos, mesmo que estes não tenham consciência disto, acabam percebendo que situações experimentais, mediante a troca de conhecimentos, são mais agregadoras e culturalmente significativas. Este aspecto reafirma o que Vygotsky já percebia, que nenhum ser humano é uma ilha, que se desenvolve isolado dos outros. Ele acreditava que a cultura se integra ao homem estimulada pela interação entre parceiros sociais, que trocam informações por meio da linguagem. (REGO, 1995)

4.2.1.2 Avaliação do orientador pelos alunos

A seguir são apresentadas as respostas ao questionário de avaliação do orientador (C), respondidos pelos alunos Gabriel Krein da Motta¹ e Murilo da Rosa Andrade².

1 - As explicações referentes à revisão teórica e os recursos utilizados (materiais de apoio, aulas) foram apropriados? Foram úteis para a realização do projeto?

Sim, elas ajudaram bastante na realização do projeto¹.

Sim. Sim².

2 - Os prazos das etapas de montagem e desenvolvimento do experimento estiveram de acordo com a realidade?

Sim¹.

Sim².

3 - Como você avalia o processo de orientação? O orientador esteve presente para sanar as dúvidas?

O processo de orientação foi muito bom e o professor sanou todas as nossas dúvidas¹.

Nota 10 ao orientador, esteve sempre com nós para nos ajudar e tirar as dúvidas².

4 - Como você avalia a postura do orientador ao possibilitar a escolha do tema? Você acha importante a liberdade de poder definir em qual projeto quer trabalhar?

Achei que foi muito bom ter deixado os alunos escolherem o tema já que assim podemos escolher algo de nosso interesse¹.

Nota 10. Acho sim importante a liberdade de escolher o tema já que vivemos numa democracia².

5 - Gostaria de deixar alguma sugestão ou fazer alguma consideração?

O nosso orientador Murilo esteve sempre conosco, além de nós ajudar a fazer o projeto, nos ensinou muito².

A percepção sobre o orientador evidencia o processo de mediação, que tanto Vygotsky(1998) quanto Dewey (1979) defendiam em seus trabalhos, onde o professor leva os alunos pelo caminho, não como um ditador, mas como um guia que conhece os percalços do trajeto, orientando, mas não determinando, nem tampouco realizando as tarefas que os alunos devem realizar. Fica evidente a visão dos alunos de que o plano foi cumprido, que suas decisões foram respeitadas, e suas dúvidas sanadas ao longo do processo de aprendizagem.

Dewey pensava que a educação deveria ser guiada pelo professor, levando em consideração a experiência de vida dos alunos, a sua origem, e quais interesses e conhecimentos estes já possuem. (WESTBROOK, 2010). O que entra em concordância com o que Vygotsky percebia, em sua quarta tese sobre aprendizagem, que a linguagem é o instrumento e o professor, o mediador, entre o aluno, os colegas e o conhecimento.(REGO, 1995)

4.2.2 Do relatório

A escrita do relatório (Anexo A) foi acompanhada de algumas dificuldades referentes à formatação, referências e padrão acadêmico. Com o passar dos encontros virtuais a qualidade do material foi melhorando. Isso se justifica pelo pouco contato dos alunos com trabalhos científicos, o que foi ocorrendo a partir das orientações. O tema de lançamento de projéteis teve de ser ajustado, visto que a

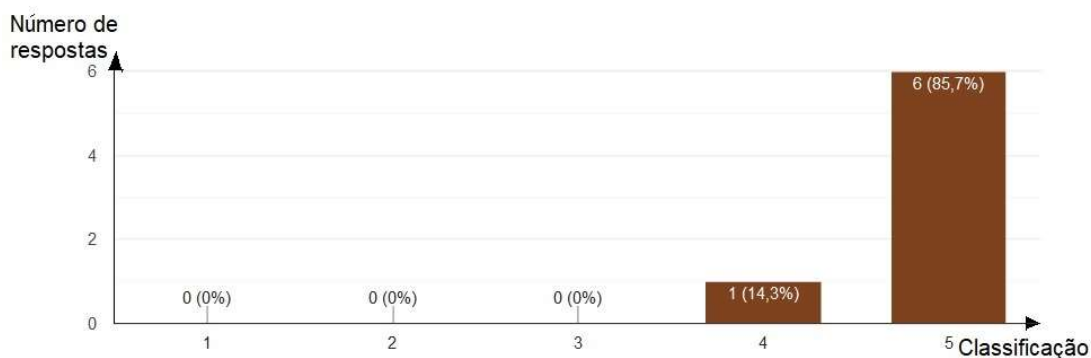
primeira pesquisa, realizadas pelos alunos, deixou a desejar. A insegurança em relação ao método científico e a não consciência da qualidade dos dados e fontes, são pontos que precisaram ser trabalhados durante os encontros virtuais. Foi necessário conscientizar os alunos que, para executar um trabalho de investigação científica, precisa-se de um método, um caminho a ser seguido, começando pela pesquisa bibliográfica que embasa o tema, posteriormente, a elaboração de uma proposta do projeto e execução, para assim chegar em um resultado. O trabalho dos alunos seguiu as orientações e, apesar das dificuldades apresentadas, o projeto atingiu o resultado esperado. O relatório foi escrito de forma satisfatória, considerando o nível de ensino no qual o projeto foi desenvolvido. Além disso, aproximou o aluno da metodologia sugerida pelas Orientações Curriculares Nacionais, onde o uso da tecnologia vem associado a “procedimentos metodológicos, linguagem, modalização e investigação sistemática da natureza.”(BRASIL, 2006, p.45).

4.2.3 Da apresentação do projeto de pesquisa

A seguir são apresentadas as questões e as respostas ao questionário de avaliação da apresentação do projeto de pesquisa (A), respondidos pelos professores da Escola Estadual São Francisco de Assis, nos gráficos 1 a 9. As respostas para as questões foram distribuídas em níveis de classificação, do menos satisfatório (1) ao mais satisfatório (5), além de uma questão dissertativa. Ao total, 7 professores, de diversas áreas de conhecimento: Física, Matemática, Português, Língua Estrangeira, Artes e Ciências Humanas, responderam ao questionário online (Forms), após visualizarem e avaliarem a apresentação do projeto gravada e disponibilizada no YouTube, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=y5kIUPsMCI>.

1. *Em relação ao experimento, numa escala de 1 a 5, indique o quanto você acha que seria interessante utilizá-lo como recurso didático nas aulas de Física sobre “lançamento de projéteis”:*

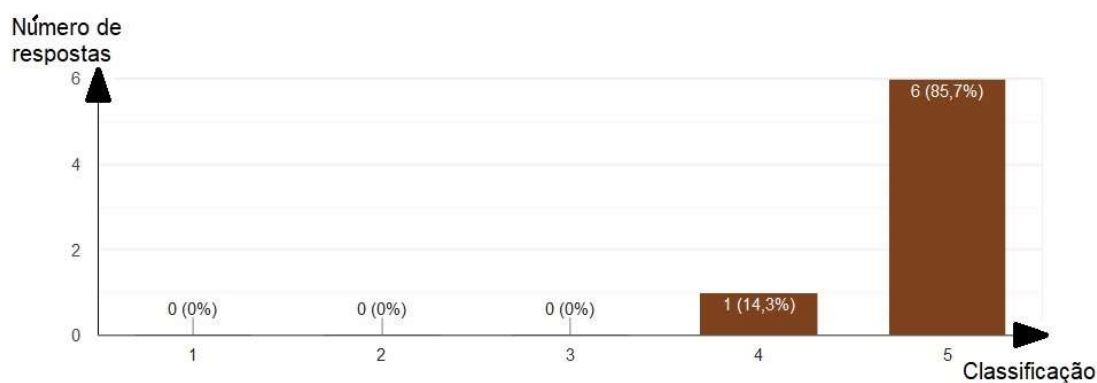
Gráfico 1 – Grau de classificação do potencial do experimento como recurso didático



Fonte: Elaborado pelo autor.

2. *Em relação ao experimento, numa escala de 1 a 5, indique o quão apropriado você o considera, como recurso didático de Física, para alunos de 1ª série do Ensino Médio:*

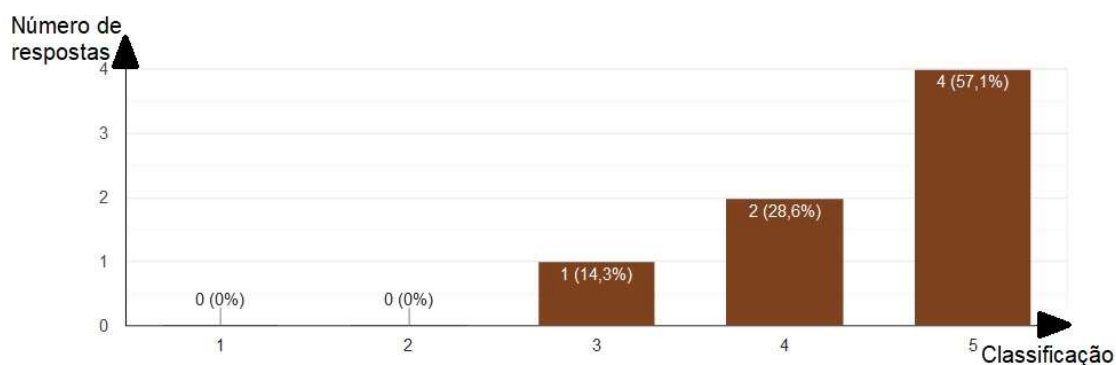
Gráfico 2 – Grau de classificação da adequação do experimento como recurso didático ao nível de ensino



Fonte: Elaborado pelo autor.

3. Numa escala de 1 a 5, classifique o grau de inovação do tema do trabalho:

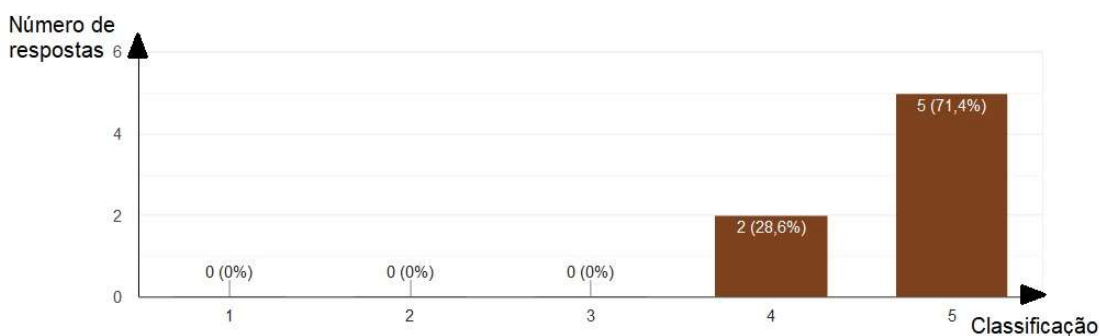
Gráfico 3 – Grau de classificação da inovação do tema



Fonte: Elaborado pelo autor.

4. Numa escala de 1 a 5, classifique a clareza na apresentação dos objetivos do trabalho e do experimento:

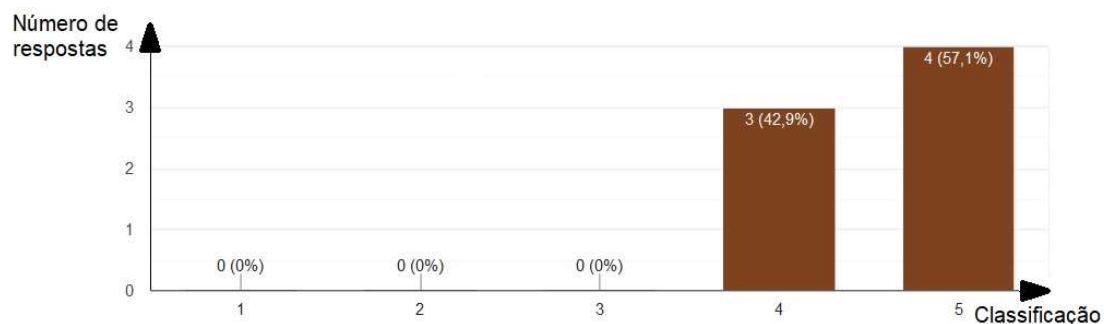
Gráfico 4 – Grau de classificação da clareza na apresentação dos objetivos



Fonte: Elaborado pelo autor.

5. Numa escala de 1 a 5, classifique a qualidade da apresentação do experimento e do uso da plataforma Arduino:

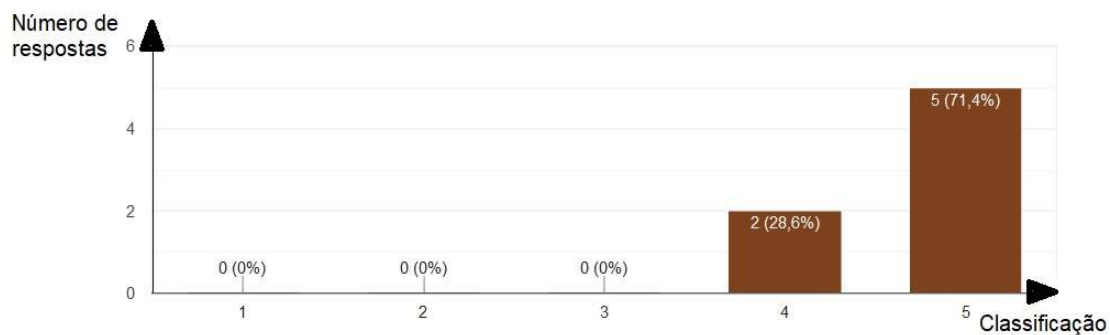
Gráfico 5 – Grau de classificação da qualidade da apresentação do experimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

6. Numa escala de 1 a 5, classifique a clareza na apresentação da execução, planejamento e seleção de materiais:

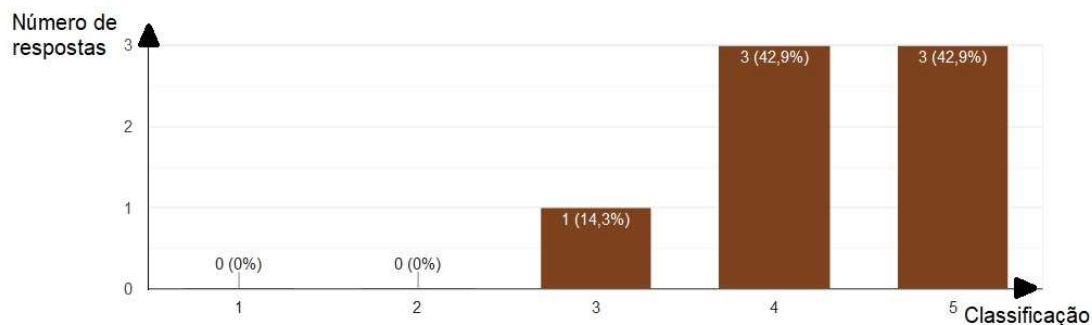
Gráfico 6 – Grau de classificação da clareza da apresentação da metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor.

7. Numa escala de 1 a 5, indique o nível de organização do trabalho, levando em conta a aplicação da metodologia científica:

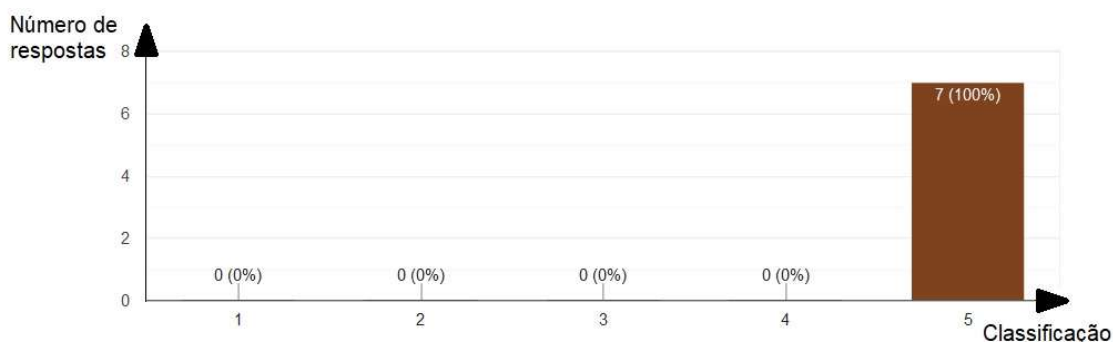
Gráfico 7 – Grau de classificação da organização do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor.

8. *Numa escala de 1 a 5, classifique a postura e o nível de comprometimento apresentado pelos alunos na apresentação do tema e do desenvolvimento do projeto:*

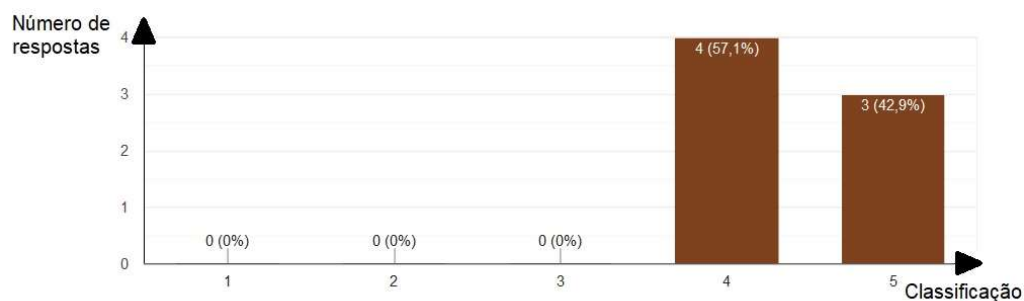
Gráfico 8 – Grau de classificação da postura e grau de comprometimento dos alunos



Fonte: Elaborado pelo autor.

9. *Numa escala de 1 a 5, classifique a clareza e qualidade das explicações realizadas pelos alunos na apresentação do projeto:*

Gráfico 9 – Grau de classificação da clareza e qualidade das explicações



Fonte: Elaborado pelo autor.

10. *Deixe aqui uma avaliação pessoal sobre os pontos que considera importantes na apresentação e no projeto.*

- Acho importante a clareza do assunto, a apresentação.
- O estudo da teoria com realização de atividades práticas se torna mais interessante e auxilia na apropriação do conhecimento.
- Foi muito interessante ver um conteúdo teórico ser posto em prática através da experimentação científica. Parabéns!
- Penso ser uma ótima proposta de projeto, por trazer um experimento bem útil para aula de física.

-Parabéns! Importante realizar experimentos para tornar o aprendizado mais significativo.

A participação do corpo docente da Escola Estadual São Francisco de Assis foi relevante para discutir se os resultados esperados mediante o desenvolvimento deste trabalho foram alcançados. A partir dos gráficos apresentados e das respostas à questão dissertativa, pode-se concluir que os principais objetivos foram cumpridos, principalmente no que se refere ao uso futuro do experimento como recurso didático, porém existem alguns pontos que poderiam ter sido melhor esclarecidos durante a apresentação do projeto. De modo geral, o desempenho dos alunos nesta etapa foi bom e atendeu às expectativas de levar a apresentação do projeto aos professores de forma objetiva, mesmo que na modalidade digital.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da aplicação de um projeto interdisciplinar de iniciação científica, onde os alunos foram os protagonistas, e o professor/orientador, o guia que acompanhou o processo de desenvolvimento do experimento, mediante o uso da metodologia científica, alcançou-se o objetivo geral deste trabalho. Este consistia no desenvolvimento de experimentos de Física com a plataforma Arduino, junto a um grupo de alunos de nível médio, da Escola Estadual de Ensino Médio São Francisco de Assis de Pareci Novo, com o intuito de adquirir habilidades, atitudes e conhecimentos de eletrônica e Física.

O processo de orientação e acompanhamento do projeto de pesquisa iniciou após a apresentação de proposta na escola, quando um grupo de alunos decidiu realizá-lo, definindo o tema “Lançamento de projéteis”. Com o tema definido, começou o processo de desenvolvimento das aulas de revisão de Física e de eletrônica básica, necessárias para realização do projeto. Assim, o orientador definiu quais assuntos deveriam ser revisitados para que os alunos tivessem conhecimento suficiente para desenvolver o projeto.

Durante o desenvolvimento da fundamentação teórica do trabalho dos alunos, o orientador aplicou, em encontros virtuais, as revisões dos conteúdos de Física, eletrônica e Arduino, ao mesmo tempo em que orientava a pesquisa. Assim, reforçou o aprendizado e sanou as dúvidas que foram surgindo durante as pesquisas, além de revisar o relatório escrito dos alunos.

Após a etapa de revisão, iniciou a etapa de desenvolvimento e montagem do experimento, sempre considerando o intuito deste poder ser utilizado posteriormente como recurso didático. Então, os alunos foram conduzidos a produzir um vídeo de apresentação do projeto, além de criarem um roteiro para a prática experimental com o aparato, concluindo assim o seu trabalho, com o objetivo principal atingido.

Percebendo que os alunos possuíam muito interesse no desenvolvimento do projeto científico, não foi difícil guiá-los para adquirir os conhecimentos e desenvolver o protótipo, visto que estavam sempre abertos ao diálogo. O maior problema foi sua falta de experiência na realização deste tipo de atividade, exigindo uma maior supervisão por parte do orientador, o que não impediu que o projeto atingisse seu objetivo. Desta forma, considera-se que o processo de orientação foi bem sucedido.

O uso da plataforma Arduino propiciou o contato dos alunos com uma tecnologia que faz parte do mundo atual. Além de trazer os temas de Física para dentro da sua realidade, promoveu a descoberta de possibilidades de aplicação desta plataforma para aprender Física e solucionar problemas. No momento em que os discentes pesquisaram e buscaram alternativas para desenvolver o experimento, estavam adquirindo conhecimentos. A vasta rede de informações para o Arduino, sua simplicidade e ampla flexibilidade de aplicação experimental, associadas à facilidade de acesso a este recurso, trazendo uma dimensão investigativa e tecnológica, justifica o seu uso na educação. Em um país como o Brasil, onde nem todas as escolas tem condições de adquirir caríssimos instrumentos de laboratório, desenvolver um experimento a partir de um recurso como o Arduino torna-se algo viável e constitui uma excelente oportunidade de aprendizagem.

Assim, como aspectos relevantes, pode-se destacar a importância deste projeto associado a uma prática experimental, que foi percebida pelo empenho dos alunos, os quais relataram uma maior motivação ao desenvolver esta modalidade de trabalho. O fato de escolherem o tema foi outro fator motivador, pois assim tiveram a oportunidade de trabalhar em algo de interesse pessoal, envolvido com o tema de Física. Esta motivação afetou também o desempenho dos alunos no desenvolvimento, visto que participaram ativamente de todas as etapas, realizando as tarefas, trabalhando em equipe e trocando experiências entre si.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. M. de; MORAES, C. H. V. de; SERAPHIM, T. F. P. **Programação de sistemas embarcados**: desenvolvendo software para microcontroladores em linguagem C. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

ARDUINO.CC. *In*: ARDUINO. [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 20 maio 2020.

ATHOS. **Diodo PN**. *In*: Athos Eletronics. [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://athoselectronics.com/wp-content/uploads/2016/01/pn-junction-5.png>. Acesso em: 18 maio 2020.

BISCUOLA, Gualter José. **Tópicos de Física 3**: eletricidade, Física moderna, análise dimensional / Gualter José Biscuola, Newton Villas Boas, Ricardo Helou Doca. 17ªEd. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (**BNCC**). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BRASIL. **Orientações curriculares para ensino médio**: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza e suas Tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2000.

CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Elementos de automação**. São Paulo: Érica, 2014.

CRUZ, Eduardo Cesar Alves. **Eletricidade básica**: circuitos em corrente contínua. São Paulo: Érica, 2014.

DEWEY, J.. **Democracy in education**, 1903. *In*: SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY. Middle works of John Dewey, v. 3. Carbondale: Southern Illinois University Press, 1977. (Collected works of John Dewey). p. 229-239.

DEWEY, John. **Democracia e educação**: introdução à filosofia da educação / 4.ed. John Dewey ; tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. 4. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DEWEY, John. **Vida e educação**. Tradução e estudo preliminar por Anísio S. Teixeira. São Paulo: Melhoramentos; Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1978. 113p.

DUARTE, Marcelo de Almeida. **Eletrônica analógica básica**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

GROSS, Laercio. **Conversor de nível lógico**. In: DIVERSO ELETRÔNICA. [S.l.], [2020?]. Disponível em: https://http2.mlstatic.com/conversor-de-nivel-logico-bidirecional-33v-5v-txs0108e-D_NQ_NP_301605-MLB25051052223_092016-F.webp. Acesso em: 17 maio. 2020.

GUAITOLINI, J.; RAMOS, G.; SILVA, S.; GAMA, A. **Avaliação do módulo da aceleração da gravidade com Arduino**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 2, p. 619-640, ago. 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**: volume 3. 9ª. ed. São Paulo: LTC, 2013.

LURIA, Alexander Romanovich. **A construção da Mente** / A.R. Luria ; traduzido por Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Ícone, 1992.

MARCOS, Física Digital. **CODIGO DE CORES PARA RESISTORES**. In: profmarcos. [S.l.], [2020?]. Disponível em: http://www.profmarcos.com.br/p/blog-page_12.html. Acesso em: 18 maio 2020.

MARQUES, Angelo Eduardo B.; CRUZ, Eduardo Cesar Alves; CHOUERI JÚNIOR, Salomão. **Dispositivos semicondutores**: diodos e transistores. 13ª ed., rev. São Paulo: Érica, 2012.

MARTINAZZO, C. A.; TRENTIN, D. S.; FERRARI, D.; PIAIA, M. M. Arduino: Uma tecnologia no ensino de Física. **Perspectiva**, Erechim, v. 38, n. 143, p. 21-30, set. 2014.

MONK, Simon. **Programação com Arduino**: começando com sketches. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

MOREIRA, M. M. P. C.; ROMEU, M. C.; ALVES, F. R. V.; SILVA, F. R. O.. **Contribuições do Arduino no ensino de Física**: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 3, p. 721-745, dez. 2018.

MORETTO, Vasco Pedro. **Eletricidade e Eletromagnetismo**. 3ª Ed.. São Paulo: editora Ática, 1989.

NUNES, Djalma. **Física**: eletricidade, volume 3. São Paulo: editora Ática, 1995.

OLIVEIRA, C. L. V.; ZANETTI, H. A. P.. **Arduino descomplicado**: como elaborar projetos de eletrônica. São Paulo: Érica, 2015.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. **Atividades Prático-experimentais no Ensino de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 1, p. 265-277, abr. 2017.

PHET. In: PhET, [S.l.], [2020?]. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 31 maio 2020.

POPKEWITZ, Thomas S. **Reforma educacional: uma política sociológica** – poder e conhecimento em educação. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 294 p.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis, RJ : Vozes, 1995. (Educação e conhecimento).

RONAN, COLIN A.. **História Ilustrada da Ciência**: Das origens a Grécia. Tradução por Jorge Enéas Fortes. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2001.

SANTOS, Diego Marcelo dos. **LED**. In: Infoescola. [S.l.], [2020?]. Disponível em <<https://www.infoescola.com/eletronica/led-diodo-emissor-de-luz/>> Acesso em: 01 maio 2020a.

SANTOS, Ronivon. **RESISTORES**. In: Sertec Manutenção [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/IKYyqzNmVw/maxresdefault.jpg>. Acesso em: 18 maio 2020b.

SCHMIDT, Ireneu Aloisio. **John Dewey e a Educação Para uma Sociedade Democrática**. São Luiz Gonzaga: Editora Unijuí, 2009.

SILVA, Thiago Gomes. **O que é um capacitor e para que serve?**. In: Blog Silvatronics. Disponível em: <https://blog.silvatronics.com.br/wp-content/uploads/2019/07/Tipos-de-capacitores.png>. Acesso em: 18 maio 2020.

SOARES, Nelson Vicente. **Quadro de sensores**. In: Blog render. [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://blog.render.com.br/diversos/sensores-e-transdutores/>. Acesso em: 17 maio 2020.

SOUZA, A.; PAIXÃO, A.; UZÊDA, D.; DIAS, M.; DUARTE, S.; AMORIM, H. **A placa Arduino**: uma opção de baixo custo para experiências de Física assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1702-1 a 172-5, 2011.

STEVAN JUNIOR, Sergio Luiz; SILVA, Rodrigo Adamshuk. **Automação e Instrumentação industrial com Arduino**: teoria e projetos. 1ª ed. São Paulo: Editora Érica, 2015.

SZMOSKI, R.; DOFF, A.; LENART, V.; SCHWIDERKE, S.; FACHINI, L. **Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda**: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, n. 1, ed.1505, 2018.

TECH SUL ELETRONICOS. **Arduino Uno**. In: Tech Sul eletrônicos. [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://techsuleletronicos.com.br/product/arduino-uno-com-atmega328-r3/>. Acesso em: 14 junho 2020.

TOOLEY, Mike. **Circuitos eletrônicos**: fundamentos e aplicações/ Mike Tooley. Tradução Luiz Cláudio de Queiroz Faria. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS). Jesuítas. São

Leopoldo: UNISINOS, [2018?]. Disponível em:
<http://www.unisinos.br/institucional/aunisinos/jesuitas>. Acesso em: 12 dez. 2018.

VIDAL, Vitor. **Apostila Kit: Arduino Advanced**. Belo Horizonte: Eletrogate, 2018.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem** (2ª ed.). São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes. 1984.

WESTBROOK, Robert B. **John Dewey** / Robert B. Westbrook; Anísio Teixeira, José Eustáquio Romão, Verone Lane Rodrigues (org.). Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

APÊNDICE A – PLANOS DE AULA

PLANO DE AULA 1

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome da instituição: E.E. de Ensino Médio São Francisco de Assis

Nível: *Ensino Médio*

Componente curricular: *Física*

Carga horária: 2 períodos de 1h

Série: 2^a

Data: 07/07/2020 e 16/07/2020

Professor(a): Murilo Machado da Silva

TÍTULO:

Orientação do projeto e revisão de Movimento de Projéteis

OBJETIVO GERAL:

Conhecer as etapas do projeto de pesquisa.

Compreender as características do movimento de projéteis.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Reconhecer as etapas necessárias para o desenvolvimento de um projeto de pesquisa;
 - Identificar os temas necessários para desenvolver o projeto sobre lançamento de projéteis;
 - Conhecer os principais conceitos do movimento de projéteis;
 - Analisar o movimento quanto às suas componentes;
 - Compreender e aplicar as equações que descrevem este movimento.
-

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- Orientação.
- Movimento de projéteis;

METODOLOGIA, RECURSOS DIDÁTICOS E DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO:

Materiais e recursos utilizados:

- Computador – vídeo conferência.
- Site de simulações PheT interactive simulations – (University of Colorado Boulder) (PHET, 2020?)

PRIMEIRO ENCONTRO

No primeiro encontro virtual será efetivamente iniciado o processo de orientação e desenvolvimento do projeto de pesquisa dos alunos. Neste encontro serão dadas as orientações para realização do projeto, definidas as etapas e a estrutura do relatório, bem como do roteiro experimental. Também será esclarecida a metodologia de avaliação.

O trabalho está dividido em quatro etapas, sendo a primeira delas a definição do tema do projeto, já concluída, com a escolha de lançamento de projéteis. A segunda etapa seguirá com encontros de orientação em ambiente virtual, conforme o cronograma abaixo, apresentado no quadro 1.

Quadro 1 – Cronograma da etapa 2 de orientação

Área de conhecimento	Tópicos	Data prevista	Data de aplicação
	Orientação	07/07/2020	
Física	Lançamento de projéteis	16/07/2020	
Física	Carga, corrente, tensão e resistência elétrica. Potência e energia.	30/07/2020	
Eletrônica	Alimentação correta de circuitos e principais componentes: sensores, diodos, resistores, capacitores.	13/08/2020	
Eletrônica - Arduino	Um pouco da história, hardware e estrutura do Arduino. Linguagem de programação do Arduino.	27/08/2020	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os temas presentes nos encontros virtuais serão os mesmos necessários para realização do trabalho e escrita do relatório por parte dos alunos, por isso serão orientados a realizar uma pesquisa bibliográfica prévia, entre um encontro e o subsequente. Deste modo, a cada encontro já terão desenvolvido paralelamente parte do trabalho, apresentando o que escreveram referente ao tema, para compor seu relatório.

A terceira etapa será de planejamento e montagem do experimento, sendo esta realizada em encontros presenciais, seguindo o cronograma do quadro 2.

Quadro 2 – Cronograma de aplicação da etapa 3

Etapas da montagem	Data prevista	Data de execução
Planejamento e Definição dos materiais do protótipo, criação do arquivo código que será desenvolvido para a aplicação.	01/09/2020	
Montagem do aparato experimental.	04/09/2020	
Desenvolvimento e teste do código no aparato.	11/09/2020	
Teste de funcionamento do código finalizado.	18/09/2020	
Validação do projeto completo. Criação do roteiro experimental.	25/09/2020	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, a última etapa será de revisão do trabalho, conclusão do relatório, gravação da apresentação e avaliação. Os alunos serão avaliados constantemente mediante registros em um “diário de bordo”, que constitui um documento de acompanhamento, bem como através do relatório, da autoavaliação e pelos professores da escola através de um questionário online respondido após a visualização da apresentação do projeto, gravada em vídeo.

A estrutura do relatório escrito pelos alunos apresentará um formato de trabalho acadêmico composto por: capa, contracapa, sumário, introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e análise dos dados, conclusão e referências, além de um apêndice com o roteiro experimental.

A introdução deverá conter o tema, a delimitação do tema, os objetivos gerais e específicos e uma justificativa.

A fundamentação teórica deverá conter os tópicos de estudo do quadro 2. Assim, a cada encontro deverá ter sido desenvolvido, em paralelo, parte da fundamentação referente ao tópico da semana, sendo esta enviada por e-mail ao professor, no dia anterior ao encontro, para que ele possa acompanhar, fazer as correções e discutir os tópicos nos encontros virtuais.

A metodologia deverá conter as etapas de desenvolvimento do trabalho desde o planejamento, a montagem e o teste do protótipo, até a forma de utilização.

Os resultados e a discussão dos dados serão compostos pela análise qualitativa do funcionamento do experimento, bem como sua eficiência como recurso didático experimental.

A conclusão será composta por um relato sobre os pontos positivos, as dificuldades encontradas, e os objetivos atingidos com a realização do trabalho.

Todas as pesquisas deverão conter referências bibliográficas, e estas constarão ao final do trabalho, formatadas dentro das normas da ABNT.

Por fim, como o trabalho trata de um experimento prático, os alunos deverão redigir um roteiro experimental para realização do experimento em uma possível aula de Física. Este roteiro deverá conter três partes, a primeira apresentando o objetivo do experimento, a segunda com a fundamentação teórica de lançamento de projéteis, e a terceira composta pela parte experimental, contendo a lista de materiais e os procedimentos de aplicação do experimento.

Após a apresentação das etapas do projeto, o professor conduzirá os alunos na escrita da introdução do trabalho, definindo o tema e sua delimitação, os objetivos gerais e específicos e a justificativa.

Para o próximo encontro virtual os alunos deverão realizar uma pesquisa sobre lançamento de projéteis, que será incluída na fundamentação teórica do relatório dos mesmos. A pesquisa deve abranger os seguintes elementos: características, exemplos, equações e gráficos do movimento de projéteis.

SEGUNDO ENCONTRO

A partir da pesquisa realizada pelos alunos, o professor discutirá as características, exemplos, equações e gráficos do movimento de projéteis. Para abranger eventuais lacunas da pesquisa realizada pelos alunos, o professor utilizará

o conteúdo apresentado a seguir, como material de apoio, durante o encontro virtual.

Observe a imagem abaixo (figura 1), pense cada gotícula de água como um projétil, que está sendo lançado obliquamente com velocidade inicial \vec{V}_0 . Neste movimento, podemos observar a soma de dois movimentos distintos e simultâneos, um na vertical e outro na horizontal.

Figura 1 – Exemplo de movimento de projétil



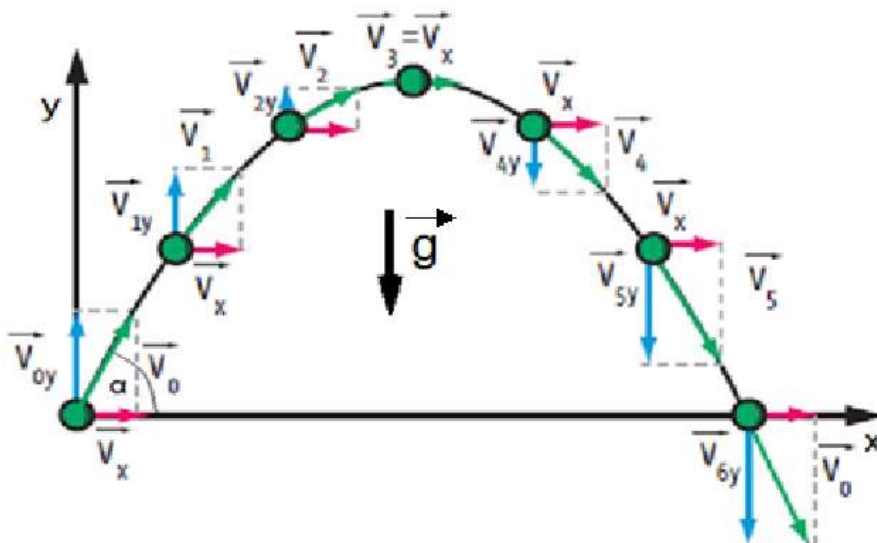
© Can Stock Photo - csp39228049

Fonte: Canstockphoto (2020?).

Considerando que este movimento ocorre próximo à superfície da Terra e desconsiderando a resistência do ar, observamos que as equações de movimento retilíneo uniforme (MRU) e movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) suprem nossas necessidades, analisando o movimento na horizontal, como MRU e o movimento na vertical como MRUV. Porém, como a velocidade neste caso apresenta componentes dos dois movimentos, devemos analisá-la de forma vetorial, obtendo sua componente no eixo x do plano cartesiano para o movimento horizontal, e no eixo y para o movimento na vertical. (SILVA, 2010).

A figura 2 abaixo exemplifica o movimento de projéteis, caracterizando o seu tipo de trajetória, que apresenta forma de parábola. Nota-se ainda as componentes da velocidade exemplificadas nas setas vermelhas e azuis. Enquanto as componentes horizontais, não variam, as verticais mudam de dimensão durante o percurso, devido à ação da aceleração da gravidade.

Figura 2 – Movimento de projétil



Fonte: Guia do Estudante (2020?).

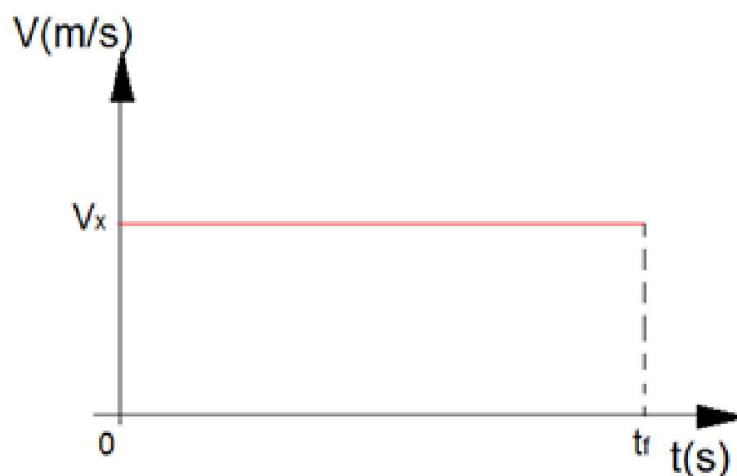
Para determinar as componentes horizontal e vertical da velocidade, precisamos saber o ângulo de lançamento, que é o formado entre o vetor velocidade e a direção horizontal. Chamaremos este ângulo de alfa (símbolo " α "). Assim, podemos calcular as componentes da velocidade V_x e V_{0y} multiplicando a velocidade inicial V_0 pelo cosseno e seno de alfa, respectivamente.

$$V_x = V_0 \cos(\alpha)$$

$$V_{0y} = V_0 \sin(\alpha)$$

A componente x da velocidade se mantém constante durante o trajeto, pois a aceleração nesta direção é nula e, portanto, seu gráfico gera uma reta como na figura 3.

Figura 3 – Gráfico da componente da velocidade V_x em função do tempo



Fonte: Elaborada pelo autor.

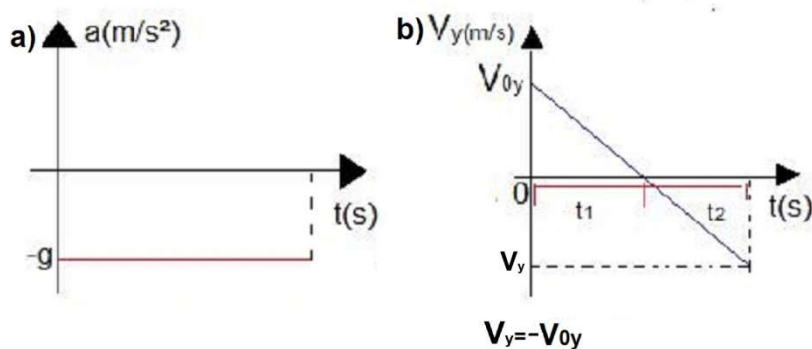
O movimento em y é acelerado e, adotando um referencial orientado positivamente para cima, $g < 0$ (figura 4 a)). A velocidade durante o trajeto varia com o tempo, como exemplifica o gráfico da componente da velocidade em y da figura 4 b), onde t_1 é o tempo de subida, e t_2 é o tempo de descida, o primeiro com velocidade positiva, e o segundo com velocidade negativa. Portanto, a velocidade em y segue a equação do movimento acelerado.

$$V_y = V_{0y} + a \times t$$

Como a velocidade inicial nesta direção é $V_{0y} = V_0 \times \cos(\alpha)$ e a aceleração é da gravidade $a = -g$, temos:

$$V_y = V_0 \cos(\alpha) - g \times t$$

Figura 4 – Gráficos a) da aceleração e b) da velocidade em y , no lançamento oblíquo, considerando referencial y para cima e $y = y_0$.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Agora, conhecendo as componentes horizontal e vertical da velocidade inicial, podemos determinar as funções horárias da posição em cada eixo. Como o movimento na horizontal é um movimento uniforme MRU, sua função de posição (alcance) é definida por:

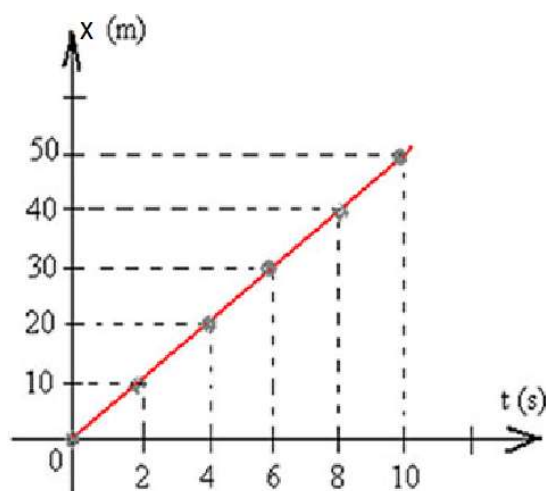
$$X = X_0 + V_x \times t$$

Quando $X_0 = 0$ e como $V_x = V_0 \cos(\alpha)$, podemos reescrever a equação como:

$$X = V_0 \cos(\alpha) \times t$$

Assim, fica determinada a função horária da posição no eixo x, cujo comportamento pode ser exemplificado pelo gráfico da figura 5.

Figura 5 – Gráfico da posição em x (alcance) X tempo



Fonte: Silva (2020?).

Para definirmos a função horária no eixo y utilizamos a mesma lógica. Quando o referencial y está orientado de baixo para cima, e como a aceleração da gravidade é orientada de cima para baixo $a = -g$. (SILVA, 2010). Assim:

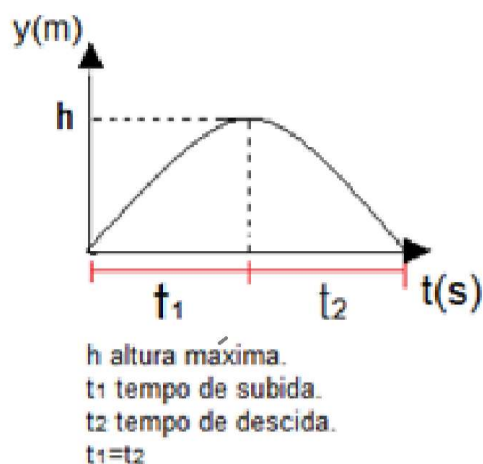
$$y = y_0 + V_{0y} \times t + \frac{at^2}{2}$$

Como $V_{0y} = V_0 \sin(\alpha)$ e $a = -g$ temos, neste caso:

$$y = y_0 + V_0 \sin(\alpha) \times t - \frac{gt^2}{2}$$

O gráfico da figura 6 representa a posição do projétil no eixo y em função do tempo. Podemos perceber que, neste exemplo, o objeto sobe até uma altura máxima e volta à altura inicial ($y = y_0$).

Figura 6 – Gráfico da posição em y em função do tempo, considerando referencial y para cima e $y = y_0$.



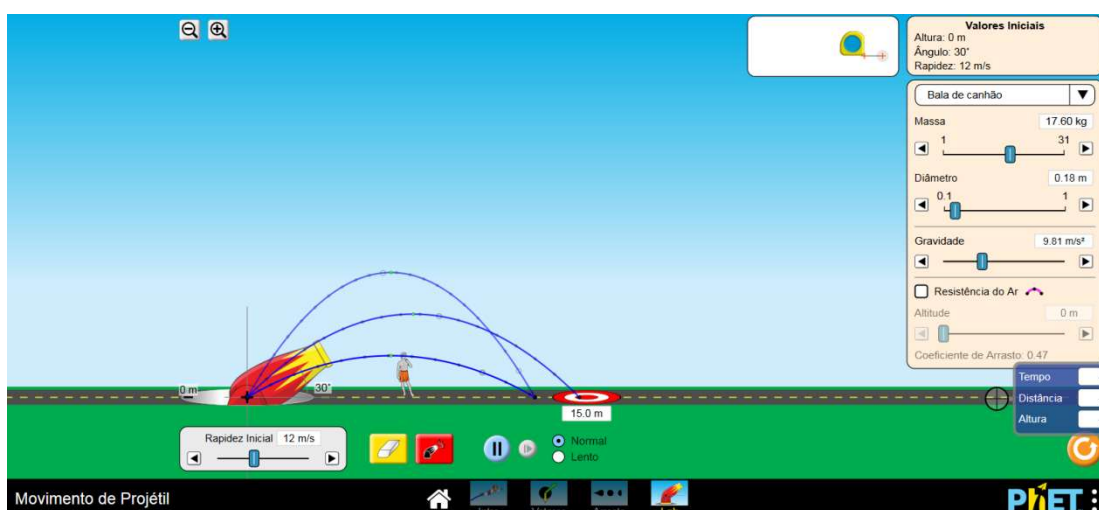
Fonte: Elaborada pelo autor.

Caso o referencial y esteja orientado de cima para baixo, e como a aceleração da gravidade apresenta a mesma orientação, então $a = g$.

Depois de revisar os aspectos teóricos, será utilizado o simulador de movimento de projétil, disponível no site PhET, apresentado na figura 7. (PHET, 2020?).

Serão analisados três ângulos de lançamento, alterando a massa e a velocidade inicial. A resistência do ar será mantida desprezível. Os ângulos analisados serão de 30° , 45° e 60° . Assim será possível definir quais fatores influenciam no movimento de projétil, além de verificar em qual ângulo o projétil percorre o maior caminho no eixo x , ou seja, apresentará o maior alcance máximo.

Figura 7 – Simulador do movimento de projétil



Fonte: PhET (2020?).

Será pedido aos alunos que calculem o alcance máximo de uma bola de canhão, que é lançada a uma velocidade de 18 m/s em um ângulo de 45° . Em um primeiro momento, os alunos precisam decompor o vetor velocidade inicial, descobrir o tempo decorrido, utilizando a função horária do movimento no eixo y . Este intervalo de tempo deverá ser aplicado na função do eixo x , para descobrir o alcance máximo. O mesmo processo será feito para os ângulos de 40° e 80° . Posteriormente, os resultados calculados serão confrontados com aqueles obtidos através do simulador.

Para o próximo encontro virtual os alunos deverão realizar uma pesquisa sobre os tópicos: carga, corrente, tensão, resistência, potência e energia elétrica. Esta será incluída na fundamentação teórica do relatório dos mesmos. A pesquisa deve abranger os seguintes elementos: definições e exemplos, e para os tópicos de resistência elétrica e potência, também devem ser incluídas as equações.

AValiação:

O desempenho dos alunos será acompanhado pelo professor orientador, mediante registro no documento de acompanhamento, que avaliará o empenho apresentado no desenvolvimento da escrita da introdução, da pesquisa sobre o movimento de projéteis e a participação nos encontros virtuais realizando as atividades propostas.

BIBLIOGRAFIAS

CANSTOCK PHOTO. **Esguichos**. *In*: Canstock photo. [S./], [2020?]. Disponível em: https://comps.canstockphoto.com.br/parque-fonte-esguichos-banco-de-fotos_csp39228049.jpg. Acesso em: 12 jun. 2020.

GUIA DO ESTUDANTE. **Lançamento oblíquo**. [S./], [2020?]. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/curso-enem-play/cinematica-lancamentos/>. Acesso em 12 de junho de 2020.

PHET. **Movimento de projétil**. *In*: PheT. [S./], [2020?]. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html. Acesso em: 05 jun. 2020.

SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica** / Claudio Xavier da Silva, Benigno Barreto Filho. – 1. Ed.- São Paulo: FTD, 2010.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Gráficos do movimento uniforme**. *In*: Alunos online. [S./], [2020?] Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/graficos-movimento-uniforme.html> . Acesso em: 12 jun. 2020.

PLANO DE AULA 2

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome da instituição: E.E. de Ensino Médio São Francisco de Assis

Nível: *Ensino Médio*

Componente curricular: *Física*

Carga horária: 1 período de 1h

Série: 2^a

Data: 30/07/2020

Professor(a): Murilo Machado da Silva

TÍTULO:

Introdução aos conceitos de eletricidade.

OBJETIVO GERAL:

Compreender os principais conceitos que envolvem o estudo da eletrodinâmica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Definir e aplicar os principais conceitos do estudo da eletrodinâmica.
-

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- Carga e corrente elétrica;
 - Tensão elétrica;
 - Resistência elétrica;
 - Potência e energia.
-

METODOLOGIA, RECURSOS DIDÁTICOS E DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO:

Materiais e recursos utilizados:

- Computador – vídeo conferência.
- Site de simulações PheT interactive simulations – (University of Colorado Boulder) (PHET, 2020?)

A partir da pesquisa realizada pelos alunos, o professor discutirá as características, exemplos e equações dos conceitos relacionados à eletrodinâmica. Para abranger eventuais lacunas da pesquisa realizada pelos alunos, o professor utilizará o conteúdo apresentado a seguir, como material de apoio, durante o encontro virtual.

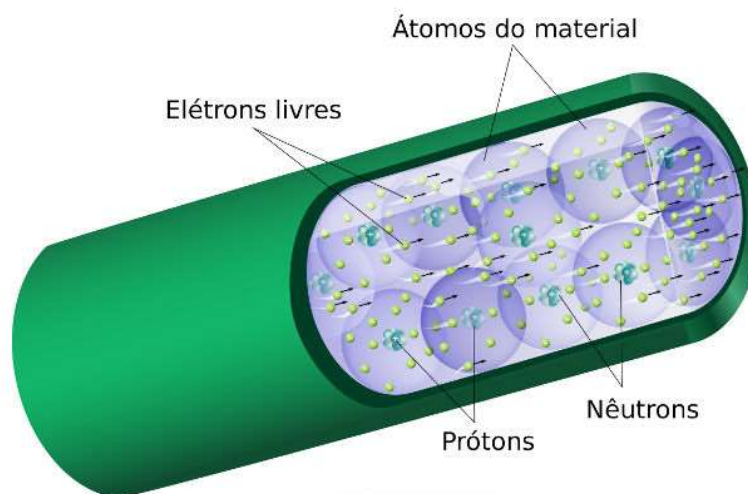
Para a realização do trabalho envolvendo eletrônica, deve-se ter em mente as grandezas que envolvem o estudo da eletricidade: carga, corrente, tensão, resistência, potência e energia elétrica. Este ramo de estudo da Física chama-se eletrodinâmica.

Carga e corrente elétrica

Carga elétrica é uma característica das partículas que compõem os átomos, são elas prótons e elétrons. As cargas elétricas são medidas em coulomb (C), sua unidade do Sistema Internacional. Sabe-se que o elétron possui carga elementar igual a $-1,602 \times 10^{-19} C$, descoberta experimentalmente por Robert Andrews Millikan(1868-1953), enquanto que o próton possui a mesma carga mas de sinal contrário.(BISCUOLA, 2007).

A corrente elétrica é definida como a taxa de variação de carga em função do tempo, ou seja, corresponde ao produto da quantidade de portadores de carga multiplicado pela carga elementar, que atravessa uma seção reta de um condutor durante um determinado período de tempo. Sua unidade de medida no Sistema Internacional é o ampère (A). Observe a figura 1, as pequenas setas indicam o sentido no qual os elétrons viajam através com condutor.

Figura 1 – Condutor submetido a campo elétrico



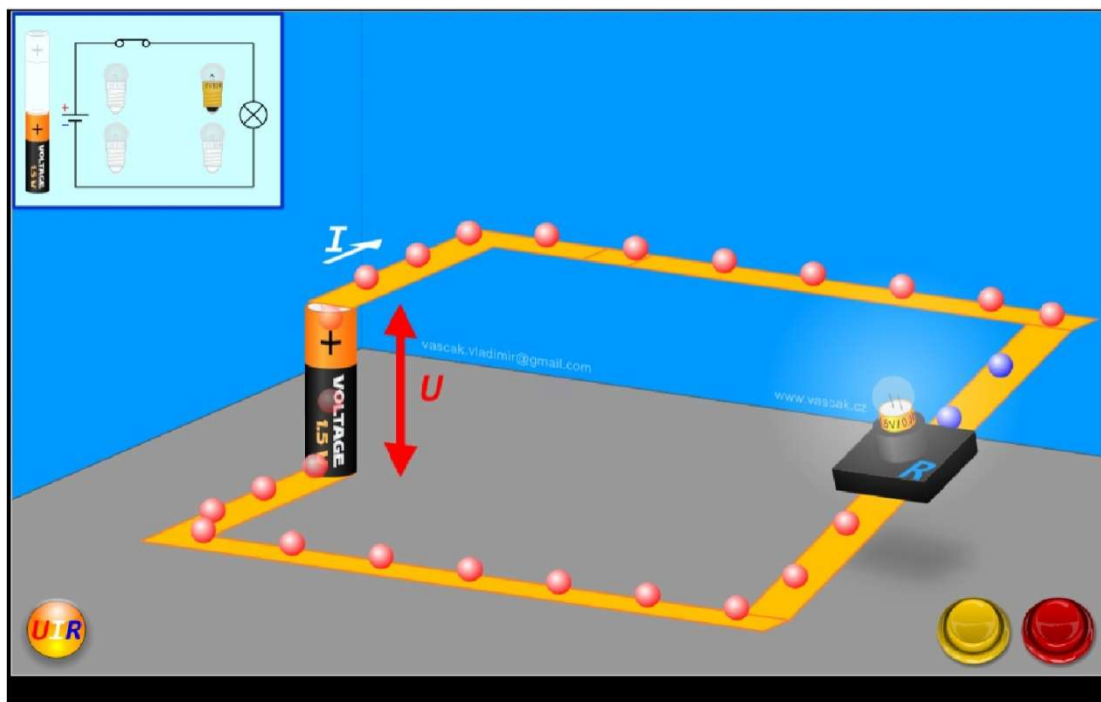
Fonte: Helerbrock (2020).

O sentido da corrente elétrica pode ser constante ou alternar-se periodicamente. Se a corrente é gerada devido à tensão aplicada por uma bateria de automóvel, ou por pilhas, por convenção, o sentido de movimento dos portadores de carga positivos ocorre do terminal positivo para o negativo da fonte. Neste caso, o campo elétrico é fixo e esse tipo de corrente é denominada corrente contínua(CC) convencional.

Se o sentido vetor do campo elétrico se alterna periodicamente, como no caso da energia que chega as nossas residências, que é gerada por grandes alternadores movidos por turbinas ou motores. As cargas livres se deslocam em ambos os sentidos periodicamente. Nesse caso, denomina-se de corrente alternada (CA).(MORETTO, 1989).

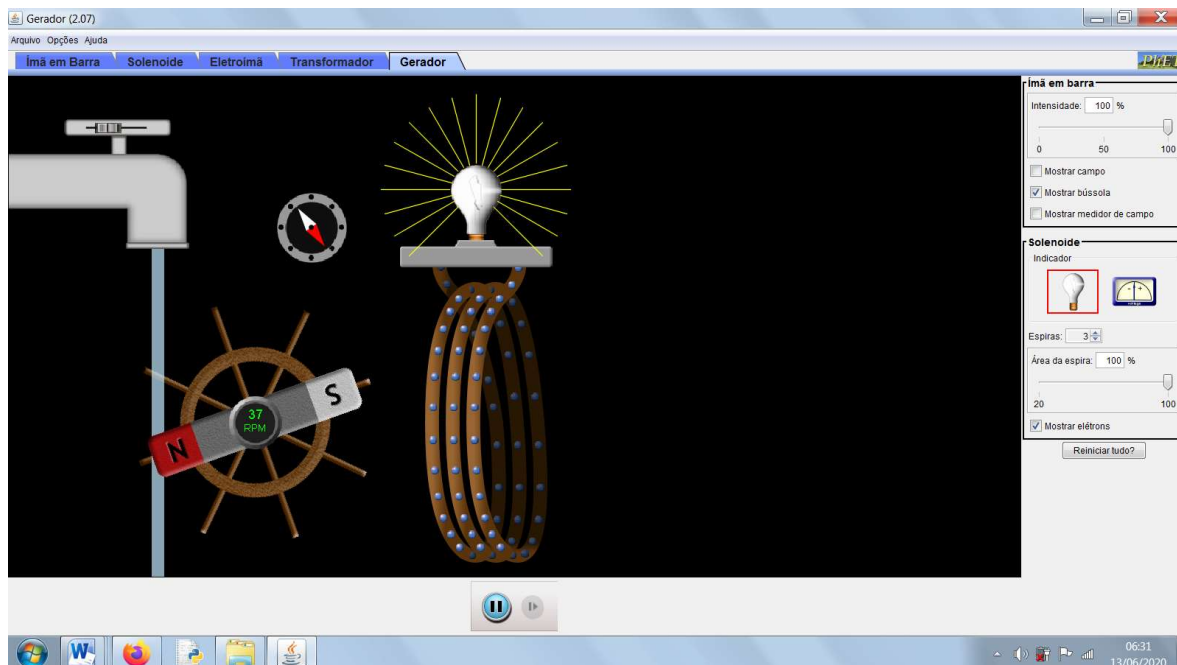
Para exemplificar será utilizado um simulador de circuito CC (VASKAK, 2020?) (figura 2) e um de gerador de CA (figura 3) encontrado no site PheT(PHET, 2020?). Na figura 3, as esferas no fio de cobre representam os portadores de carga e, o ímã, o rotor de uma turbina.

Figura 2 – Simulador de circuito CC



Fonte: Vascak (2020?).

Figura 3 – Simulador de gerador CA



Fonte: PheT (2020?).

Tensão elétrica

Para mover uma carga, como a do elétron, precisa-se de uma força elétrica, que normalmente vem de uma fonte como uma bateria. Esta fonte possui uma força eletromotriz(f.e.m.), que estabelece um campo elétrico no fio, o qual aplica uma força elétrica nos elétrons de condução. No caso de uma fonte ideal, a f.e.m corresponde à tensão elétrica ou diferença de potencial aplicada ao circuito. Sua unidade de medida no Sistema Internacional é o volt (V). Pode-se definir a diferença de potencial (d.d.p.) entre dois pontos de um campo elétrico como sendo o trabalho realizado pela força elétrica entre os dois pontos considerados, por unidade de carga que se desloca entre eles.(NUNES, 1995).

Resistência elétrica

Nos choques inelásticos estudados em mecânica, a energia se dissipa em forma de som, calor, e deformação, etc. Da mesma forma, a energia elétrica pode ser transformada em outras formas de energia. Uma lâmpada incandescente ou um chuveiro elétrico, transformam energia elétrica em energia térmica, e a esse fenômeno de converter energia elétrica em energia térmica pela resistência à passagem de corrente, chama-se efeito Joule. Em ambos os aparelhos citados tem-se filamentos metálicos chamados resistores, e é neles que ocorre a transformação. Ao estudar a corrente elétrica que circula nos resistores, Georg Simon Ohm determinou experimentalmente a proporcionalidade entre esta e a diferença de potencial entre seus terminais.(MORETTO, 1989).

Essa razão é chamada de resistência e é simbolizada pela letra R :

$$\frac{V}{i} = R$$

Onde:

i é intensidade da corrente que percorre o resistor, medida em ampère (A).

V é a diferença de potencial entre os terminais do resistor, medida em volt (V).

R é a resistência do resistor, cuja unidade no Sistema Internacional é o ohm (Ω).

A lei de Ohm, que estabelece a linearidade entre corrente x tensão, mantendo a resistência constante não se aplica a todos os dispositivos.(NUNES, 1995). Os

resistores comerciais, que nos interessam neste trabalho, são dispositivos ôhmicos e respeitam a linearidade.

Para o estudo destas grandezas será utilizado um simulador de laboratório de circuito DC (figura 4) disponível no site PheT.(PHET, 2020?). Assim pode-se montar um circuito-exemplo demonstrando as relações entre tensão, corrente e resistência elétrica a fim de definir de maneira mais clara estas grandezas.

Figura 4 – Simulador de laboratório de circuito DC



Fonte: PheT (2020?).

Potência e energia

Potência é por definição a energia “consumida” ou dissipada em função do tempo; sua unidade no Sistema Internacional é o watt (W). (BISCUOLA , 2007).

A potência (P) está relacionada à tensão (V) e à corrente (i), em um circuito, da seguinte forma:

$$P = V \times i$$

Com essa equação pode-se determinar a potência dissipada em um resistor; basta saber a corrente e a tensão entre seus terminais. Estes parâmetros são fundamentais para a seleção de componentes. Por exemplo, não se pode ligar um resistor de 33 ohms e $\frac{1}{4}$ W diretamente a uma fonte de 5 V pois ele não suportaria. Neste caso, sua potência precisaria ser, no mínimo, de $\frac{3}{4}$ W.

$$P = V \times \frac{V}{R}$$

$$P = 5 \times \frac{5}{33}$$

$$P = 25/33 = 3/4 W$$

Na prática, sabe-se que uma lâmpada de 100 W “consome” mais energia do que uma de 60 W, se ambas forem ligadas durante o mesmo intervalo de tempo. Desta forma, a energia elétrica está diretamente correlacionada à potência. Como $P = V \times i$ e, se ambas as lâmpadas forem conectadas à mesma tensão, a intensidade da corrente será maior na lâmpada de maior potência.

No simulador de circuito DC (figura 4) isto pode ser demonstrado pela variação na movimentação dos portadores de carga, diretamente proporcional à corrente, correlacionando, desta forma, à potência e justificando a diferença no consumo de energia das duas lâmpadas.

A energia elétrica corresponde ao produto da potência elétrica pelo intervalo de tempo de funcionamento do dispositivo.

$$E = P \times t$$

A energia elétrica é usualmente medida em watts-hora (Wh), porém no Sistema Internacional utiliza-se joule (J).(NUNES, 1995).

Para o próximo encontro virtual os alunos deverão realizar uma pesquisa sobre os seguintes componentes eletrônicos: Sensores ou transdutores; LEDs e diodos; Resistores e Potenciômetros; Capacitores Cerâmicos e eletrolíticos. Esta será incluída na fundamentação teórica do relatório dos mesmos. A pesquisa deve abranger os seguintes elementos: características, utilidades, exemplos de aplicação.

AValiação:

O desempenho dos alunos será acompanhado pelo professor orientador, mediante registro no documento de acompanhamento, que avaliará o empenho apresentado no desenvolvimento da pesquisa sobre o eletrodinâmica e a participação no encontro virtual, realizando as atividades propostas.

BIBLIOGRAFIAS

BISCUOLA, Gualter José. **Tópicos de Física 3**: eletricidade, Física moderna, análise dimensional / Gualter José Biscuola, Newton Villas Boas, Ricardo Helou Doca. 17ªEd. São Paulo: Saraiva, 2007.

HELERBROCK, Rafael. Cargas elétricas em movimento. *In*:BRASIL Escola.[S.l.], c2020. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/cargas-eletricas-movimento.htm>. Acesso em: 14 jun. 2020.

MORETTO, Vasco Pedro. **Eletricidade e Eletromagnetismo**. 3ª Ed.. São Paulo: editora Ática, 1989.

NUNES, Djalma. **Física**: eletricidade, volume 3. São Paulo: editora Ática, 1995.

PHET. **Circuito DC**. *In*: PheT. [S.L.], c2020. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab. Acesso em: 12 jun. 2020.

PHET. **Gerador**. *In*: PheT. [S.L.], c2020. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator. Acesso em: 12 jun. 2020.

VASCAK, Vladimir. **Simulador circuito CC**. *In*: VASCAK. [S.L.], c2020. Disponível em: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele_uir&l=en. Acesso em: 15 jun. 2020.

PLANO DE AULA 3

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome da instituição: E.E. de Ensino Médio São Francisco de Assis

Nível: *Ensino Médio*

Componente curricular: *Física*

Carga horária: 1 período de 1h

Série: 2^a

Data: 13/08/2020

Professor(a): Murilo Machado da Silva

TÍTULO:

Introdução aos conceitos de eletrônica.

OBJETIVO GERAL:

Conhecer os principais componentes de circuitos eletrônicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Reconhecer os componentes eletrônicos e suas aplicações.
-

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- Sensores e transdutores;
 - Led's e diodos;
 - Resistores;
 - Capacitores;
-

METODOLOGIA, RECURSOS DIDÁTICOS E DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO:

Materiais e recursos utilizados:

- Computador – vídeo conferência.
- Site de simulações Tinkercad. (TINKERCAD, 2020?)

A partir da pesquisa realizada pelos alunos, o professor discutirá as características, exemplos e aplicações dos principais componentes eletrônicos. Para abranger eventuais lacunas da pesquisa realizada pelos alunos, o professor utilizará o conteúdo apresentado a seguir, como material de apoio, durante o encontro virtual.

Na montagem de circuitos eletrônicos existem alguns componentes que são muito comuns de serem utilizados devido as suas funcionalidades. Agora veremos quais são estes componentes e os cuidados que se deve ter ao montar um circuito. Quando se lida com equipamentos que apresentam risco de choque elétrico ou componentes sensíveis a cargas eletrostáticas, não podemos perder a atenção.

Os principais componentes que serão definidos são:

- Sensores e transdutores;
- Led's e diodos;
- Resistores;
- Capacitores;

SENSORES E TRANSDUTORES

São componentes responsáveis por captar as grandezas físicas e transformar em informação. Os melhores exemplos para entender o que são sensores, são os sentidos do corpo humano, os quais captam informações do meio exterior, como cheiro, temperatura, toques, etc. e enviam estas informações ao nosso cérebro, através do sistema nervoso. Um bom exemplo de sensor, utilizado comumente, é o termômetro, através do qual medimos a temperatura, em caso de suspeita de febre. Para a eletrônica existem inúmeros sensores, que traduzem quase todo tipo de informação para um equipamento digital, transformando outros tipos de energia em sinais elétricos, como por exemplo, um microfone, que transforma energia mecânica em sinais elétricos. (MARTINAZZO, 2014).

Os principais tipos de sensores estão apresentados no quadro 1, classificados pela grandeza física que se deseja medir.

Quadro 1 – Sensores

Grandeza a ser Medida	Dispositivo de Entrada (Sensor)	Dispositivo de Saída (Atuador)
Intensidade da Luz	Fotoreistor (LDR) Fotodiodo Fototransistor Célula Solar	Luzes & Lâmpadas LED's & Displays Fibra Óptica
Temperatura	Par Termoelétrico Termistor Termostato Detector de Temperatura Resistivo	Aquecedor Ventilador
Força/Pressão	Extensômetro Interruptor de Pressão Células de Carga	Eletrôímã Dispositivo de Vibração Elevadores
Posição	Potenciômetro Codificadores Interruptor Óptico LVDT	Motor Solenóide Medidor de Painel
Velocidade	Acoplador Óptico Tacogerador Sensores de Efeito Doppler	Motores AC/DC Motor de Passo Freio
Som	Microfone de Carvão Cristal Piezoelétrico	Alto-falante Buzzer

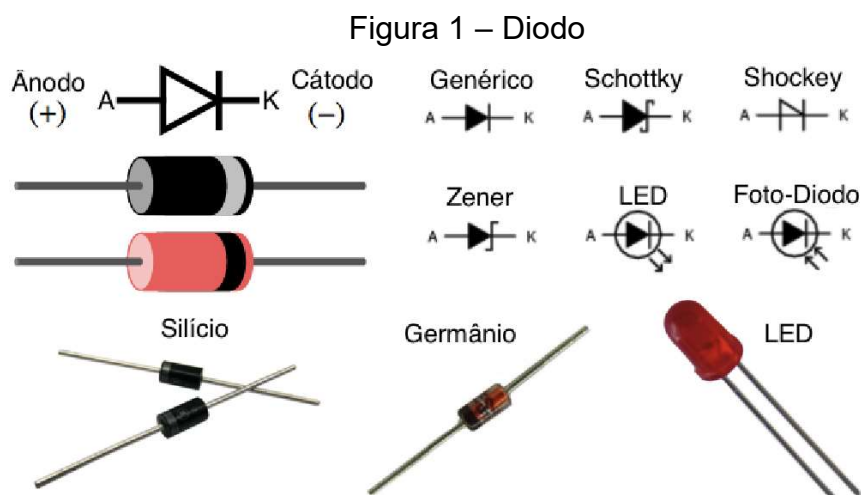
Fonte: Soares (2014).

LED'S E DIODOS

Semicondutores são materiais que têm características elétricas que ficam entre as dos metais e dos isolantes, devido a sua banda de valência do átomo. As condições para conduzir vão depender de variáveis ambientais, como a temperatura, além das impurezas presentes no material, que consiste na dopagem. Atualmente o material semicondutor mais utilizado é o silício, cujo cristal possui alta estabilidade. (DUARTE, 2017).

Diodos comuns e diodos emissores de luz, denominados LED's (*Light-Emitting Diode*), que normalmente são compostos de arseneto de Gálio (GaAs), podem ser abordados em conjunto, pois seu funcionamento é semelhante. Diodos são dispositivos semicondutores, que permitem a passagem de corrente em apenas um sentido. São eles os dispositivos responsáveis por toda a tecnologia atual. A partir destes pequenos semicondutores foi possível criar os transistores, que substituíram as válvulas, e permitiram criar aparelhos cada vez menores, e até mesmo os nossos computadores e celulares. (MARQUES; CRUZ; CHOUERI Jr., 2012). Os LED's funcionam da mesma maneira, porém têm uma característica extra, emitem luz ao serem percorridos por corrente. (SANTOS, 2020a).

Na figura 1 vemos a simbologia utilizada em eletrônica para o diodo, além de exemplos de encapsulamento. O cátodo é ligado ao terminal negativo da fonte e o ânodo ao terminal positivo.



Fonte: Meta eletrônica (2020?).

RESISTORES

Resistores são componentes eletrônicos feitos normalmente de carbono, ou constantã. São utilizados para limitar a intensidade da corrente em circuitos eletrônicos, a fim de evitar queima de outros componentes por sobrecarga.

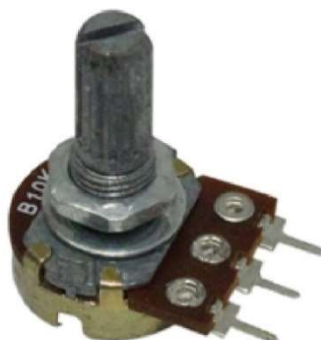
Os resistores normalmente são formados por dois terminais, conforme exemplifica a figura 2, os quais não possuem polaridade, podendo ser ligados sem preocupação com o terminal positivo ou o negativo da fonte. Há ainda os resistores variáveis (potenciômetros)(figura 3), que apresentam a mesma função, porém possuem um elemento de ajuste, podendo contemplar uma ampla faixa de resistência. Esses são utilizados em circuitos onde se quer variar algum parâmetro, ou se deseja obter um ajuste fino de resistência, como na regulagem de um oscilador astável. (CRUZ, 2014).

Figura 2 – Resistores



Fonte: Santos (2020b).

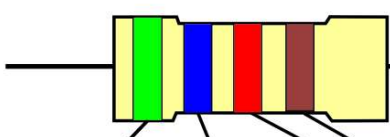
Figura 3 – Potenciômetro



Fonte: Eletroastro (2020?).

Os resistores comerciais, utilizados para aplicações em eletrônica, possuem um código de cores. Acessando-se à tabela, que consta na figura 4, pode-se identificar a resistência, a partir das faixas.

Figura 4 – Código de cores para resistores



$R = 5600 \Omega, +/- 1\%$
 $R = 5,6 \cdot 10^3 \Omega$
 $R = 5,6 \text{ K}\Omega$

COR	1ª Faixa (Número)	2ª Faixa (Número)	3ª Faixa (zeros ou Pot. de 10)	4ª Faixa (Tolerância)
Preto	—	0	—	—
Marrom	1	1	0 (x 10 ¹)	1%
Vermelho	2	2	00 (x 10 ²)	2%
Laranja	3	3	000 (x 10 ³)	—
Amarelo	4	4	0000 (x 10 ⁴)	—
Verde	5	5	00000 (x 10 ⁵)	—
Azul	6	6	000000 (x 10 ⁶)	—
Violeta	7	7	—	—
Cinza	8	8	—	—
Branco	9	9	—	—
Ouro	—	—	x 0,1 (x 10 ⁻¹)	5%
Prata	—	—	x 0,01 (x 10 ⁻²)	10%

Código de cores dos resistores

Fonte: Marcos (2020).

CAPACITORES

Capacitores são componentes que funcionam como acumuladores de carga, eles armazenam, por um curto período de tempo, certa quantidade de carga, a qual será necessária no acionamento de componentes do circuito. Capacitores são utilizados também para estabilizar fontes e diminuir ruídos em circuitos eletrônicos, pois são capazes de absorver os picos de tensão e dissipá-los de forma suave. Um exemplo de uso do capacitor é o flash de uma câmera fotográfica, onde as baterias carregam o capacitor, e este descarrega repentinamente ao acionar o flash, gerando uma descarga muito forte em frações de segundo. (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015).

A unidade de capacitância é o farad (F), e corresponde à constante de proporcionalidade entre carga e tensão elétrica. A equação que define essa capacitância é:

$$C = \frac{q}{V}$$

Onde:

C é a capacitância, medida em farad (F).

q é a quantidade de carga armazenada, medida em coulomb (C).

V é a tensão elétrica entre os terminais do capacitor, medida em volt (V).

Os principais encapsulamentos e tipos de capacitores estão representados na figura 5, sendo que o eletrolítico é polarizado, isto significa que seus terminais só podem ser ligados de forma a concordar com a polarização do circuito, ou seja, positivo com positivo, e negativo com negativo.

Figura 5 – Tipos de capacitor



Fonte: Silva (2020).

Após as definições de cada componente, serão realizadas duas simulações de uso de capacitor e do potenciômetro, no site Tinkercad. (TINKERCAD, 2020?)

O objetivo destas simulações é controlar a movimentação de um servo motor através da aplicação de um sinal variável na porta analógica do Arduino. A variação do sinal será dada pela variação de resistência no caso do potenciômetro (figura 6), e pela descarga do capacitor no caso do capacitor eletrolítico (figura 7). Na função monitor serial poderão ser visualizados os valores que estão saindo na porta D3, que funciona como saída analógica, variando sua tensão de 0 a 5 V. O código utilizado está descrito a seguir. Para saber a função de cada linha, é recomendado utilizar o código comentado.

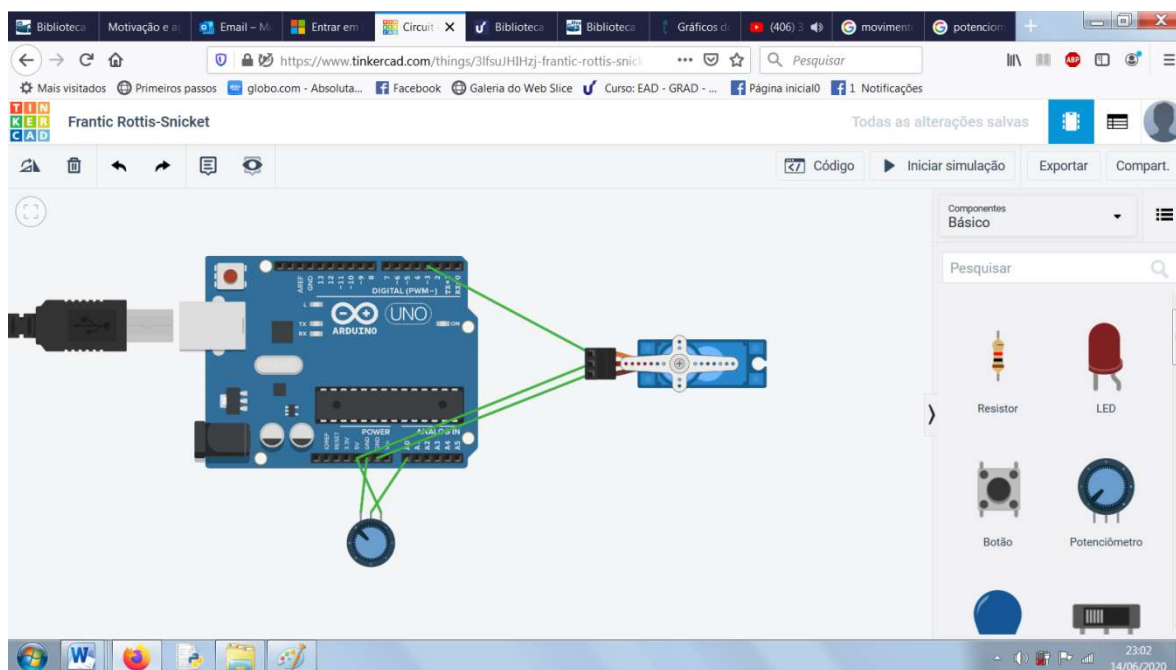
```
int potenciometro=A0;// a variável potenciômetro recebe o valor de A0.
int leitura=0;// variável para receber o valor corrigido.
void setup()
{
```

```

Serial.begin(9600);// abre a porta serial.
pinMode(3, OUTPUT);//define pino 3 como saída.
pinMode(A0, INPUT);// define pino A0 como entrada.
}
void loop()
{
  leitura=analogRead(potenciometro);//lê a porta A0.
  leitura=leitura/4; // divide o valor da entrada por 4.
  Serial.println(leitura); // imprime na porta serial os valores.
  analogWrite(3, leitura); // aplica o valor corrigido da leitura ao pino do servo.
  delay(10);// aguarda 10 milisegundos.
}

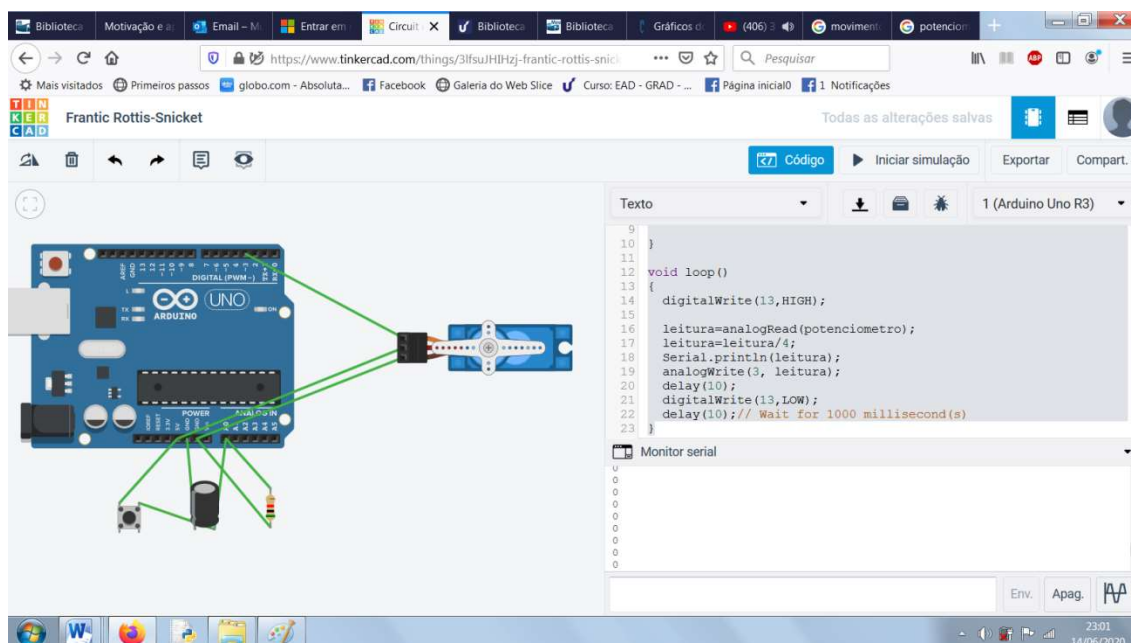
```

Figura 6 – Circuito com potenciômetro



Fonte: Tinkercad (2020?).

Figura 7 – Circuito com capacitor



Fonte: Tinkercad (2020?).

Para o próximo encontro virtual os alunos deverão realizar uma pesquisa sobre: história; hardware; estrutura e linguagem de programação do Arduino, o que é sketch; principais funções e variáveis; bibliotecas do Arduino. Esta será incluída na fundamentação teórica do relatório dos mesmos. A pesquisa deve abranger os seguintes elementos: história, características, utilidades, funcionalidade, exemplos de aplicação

Outra atividade a ser realizada será de criação de uma conta no site Tinkercad,(TINKERCAD,2020?), para poder realizar as simulações que serão solicitadas no próximo encontro.

AVALIAÇÃO:

O desempenho dos alunos será acompanhado pelo professor orientador, mediante registro no documento de acompanhamento, que avaliará o empenho apresentado no desenvolvimento da pesquisa sobre os componentes eletrônicos e a participação no encontro virtual, realizando as atividades propostas.

BIBLIOGRAFIAS

CRUZ, Eduardo Cesar Alves. **Eletricidade básica**: circuitos em corrente contínua. São Paulo: Érica, 2014.

DUARTE, Marcelo de Almeida. **Eletrônica analógica básica**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

ELETORASTRO. **Potenciômetro**. *In*: ELETORASTRO. [S.l.], c2020. Disponível em: <https://www.eletrorastro.com.br/produto/potenciometro-kb-16mm-10k-ohms-eixo-l20-sem-chave-arsolcomp-68486>. Acesso em 14 jun. 2020.

MARCOS. **Física Digital**. *In*: PROFMARCOS. [S.L.], c2020. Disponível em <http://www.profmarcos.com.br/p/blog-page_12.html> Acesso em 18 maio 2020.

MARQUES, Angelo Eduardo B.; CRUZ, Eduardo Cesar Alves; CHOUERI JÚNIOR, Salomão. **Dispositivos semicondutores**: diodos e transistores. 13ª ed., rev. São Paulo: Érica, 2012.

MARTINAZZO, Clodomir Antônio. **ARDUINO: uma tecnologia no ensino de física**. / Clodomir Antonio Martinazzo; Débora Suelen Trentin; Douglas Ferrari; Matheus Matias Piaia. URI-Erechim: Erechim, 2014.

META ELETRÔNICA. **Diodo**. *In*: Meta eletrônica. [S.L.] c2020. Disponível em: <https://sites.google.com/site/metaeletronica/projetos/curso-rapido-de-eletronica-basica/dispositivos-semicondutores/>. Acesso em: 14 jun. 2020.

OLIVEIRA, Cláudio Luís Vieira. **Arduino descomplicado**: como elaborar projetos de eletrônica. Cláudio Luís Vieira Oliveira; Humberto Augusto Piovesana Zanetti. – São Paulo: Érica, 2015.

SANTOS, Diego Marcelo dos. **LED**. *In*: Infoescola. [S.L.], c2020. Disponível em: <https://www.infoescola.com/eletronica/led-diodo-emissor-de-luz/>. Acesso em: 01 maio 2020a.

SANTOS, Ronivon. **RESISTORES**. *In*: Sertec Manutenção. [S.L.], c2020. Disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/lKYyqgzNmVw/maxresdefault.jpg>. Acesso em: 18 maio 2020b.

SILVA, Thiago Gomes. **O que é um capacitor e para que serve?**. *In*. BLOG Silvatronics. [S.L.], c2020. Disponível em: <https://blog.silvatronics.com.br/wp-content/uploads/2019/07/Tipos-de-capacitores.png>. . Acesso em: 18 maio 2020.

SOARES, Nelson Vicente. **QUADRO SENSORES**. *In*: BLOG render. [S.L.] c2020. Disponível em: <https://blog.render.com.br/diversos/sensores-e-transdutores/>. Acesso em: 17 maio 2020.

AUTODESK. *In*: Tinkercad. [S.L.], c2020. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 14 jun. 2020.

PLANO DE AULA 4

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome da instituição: E.E. de Ensino Médio São Francisco de Assis

Nível: *Ensino Médio*

Componente curricular: *Física*

Carga horária: 1h

Série: 2^a

Data: 27/08/2020

Professor(a): Murilo Machado da Silva

TÍTULO:

Arduino: história, hardware e linguagem de programação.

OBJETIVO GERAL:

Conhecer as principais características da plataforma Arduino.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Reconhecer a importância histórica;
 - Identificar as limitações do hardware;
 - Adquirir noções de linguagem de programação.
-

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- História do Arduino;
 - Estrutura física, hardware;
 - Linguagem de programação.
-

METODOLOGIA, RECURSOS DIDÁTICOS E DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO:

Materiais e recursos utilizados:

- Computador – vídeo conferência.
- Site de simulações Tinkercad. (TINKERCAD, 2020?)

Este plano contempla três tópicos a serem abordados neste encontro, um primeiro para discutir um pouco sobre a história do Arduino e falar sobre seu hardware. Um segundo e um terceiro para conhecer as principais características da linguagem de programação do Arduino.

A partir da pesquisa realizada pelos alunos, o professor discutirá os aspectos históricos, as características e aplicações da plataforma Arduino. Para abranger eventuais lacunas da pesquisa realizada pelos alunos, o professor utilizará o conteúdo apresentado a seguir, como material de apoio, durante o encontro virtual.

PRIMEIRO TÓPICO

O Arduino é o que chamamos de plataforma de hardware e software livre, assim qualquer pessoa pode criar sua própria versão ou modificar a linguagem para seu uso. Sua linguagem de programação é baseada no C/C++, o que garante uma grande versatilidade. (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015).

Inicialmente o Arduino foi projetado em uma pesquisa no Instituto de Design de Interação de Ivrea, situado na Itália, nos início dos anos 2000. O grupo de alunos se baseou na linguagem *processing*, uma linguagem voltada para o contexto das artes visuais, com o propósito de tornar mais simples a prototipagem para leigos.

A primeira placa Arduino foi lançada em 2005, para ajudar alunos do Design a criar projetos interativos, porém sua funcionalidade é tanta que se tornou uma ferramenta para projetistas, engenheiros, professores e até mesmo para grandes corporações.

O fato de possuir um hardware livre e código aberto faz com que exista uma grande comunidade de compartilhamento de informações, tutoriais e experiências. Atualmente é fácil encontrar livros e sites com informações e exemplos de projetos, e assim, quando se possui alguma dúvida, sempre há algo semelhante já publicado e disponível que pode ajudar no projeto em desenvolvimento.

Existem na atualidade variados modelos de placa Arduino, com diversas funcionalidades e finalidades. As de tamanho reduzido são utilizadas em protótipos industriais ou projetos de Internet das Coisas (IoT), dada a sua versatilidade em se comunicar com o ambiente através de sensores e com a rede de internet a partir de *Shields*. (ARDUINO, 2020?).

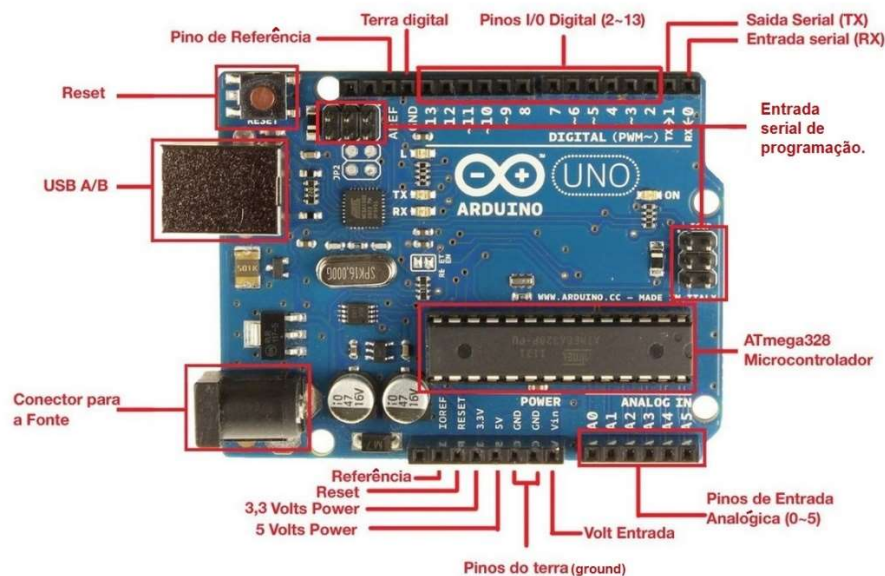
O site do Arduino, arduino.cc (ARDUINO, 2020?), possui diversas informações da plataforma e da linguagem de programação, bem como o relato da sua história. Assim é uma importante fonte de informação para o caso de consulta, sobre exemplos de uso de códigos ou de montagem de circuitos.

Hardware do Arduino

O Arduino possui os principais componentes de um computador, todos embutidos em uma pequena placa. Possui processador, memória RAM, memória RAM, entradas e saídas, portas de comunicação como USB, além de possuir funcionalidades extras, como as portas analógicas.

No modelo Arduino Uno (figura 1) existem 14 pinos digitais, entradas e saídas, sendo os pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11 pinos PMW(*pulse with modulation*) que podem ser utilizados para controlar algum processo, como se fosse uma saída analógica. Os pinos A0 a A5 funcionam como entradas analógicas, sensíveis a tensões de 0 V a 5 V. Os outros pinos são de alimentação (terra(GND – *ground*)), 3 V e 5 V), os quais servem para alimentar os circuitos externos e as entradas e saídas. As entradas podem funcionar ora como *Pull-up* e ora como *Pull-down*, dependendo da programação, isto significa que podem sentir nível alto ou nível baixo. (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015).

Figura 1 – Placa Arduino Uno, na parte superior encontram-se as entradas e saídas digitais e, na parte inferior, as entradas analógicas e os pinos de alimentação



Fonte: Tech Sul Eletrônicos (2020?).

Após as definições do hardware, serão analisadas as diferenças no funcionamento das portas analógicas e digitais através de uma simulação (figura 2), acionando um LED por uma porta digital, e outro LED por uma porta analógica no site Tinkercad. (TINKERCAD, 2020?).

O objetivo é demonstrar o funcionamento e a utilidade das saídas digitais e analógicas, visto que a primeira opera somente com nível alto ou baixo, e a segunda varia de 0 a 5 V. O código utilizado está descrito a seguir. Para saber a função de cada linha, é recomendado utilizar o código comentado.

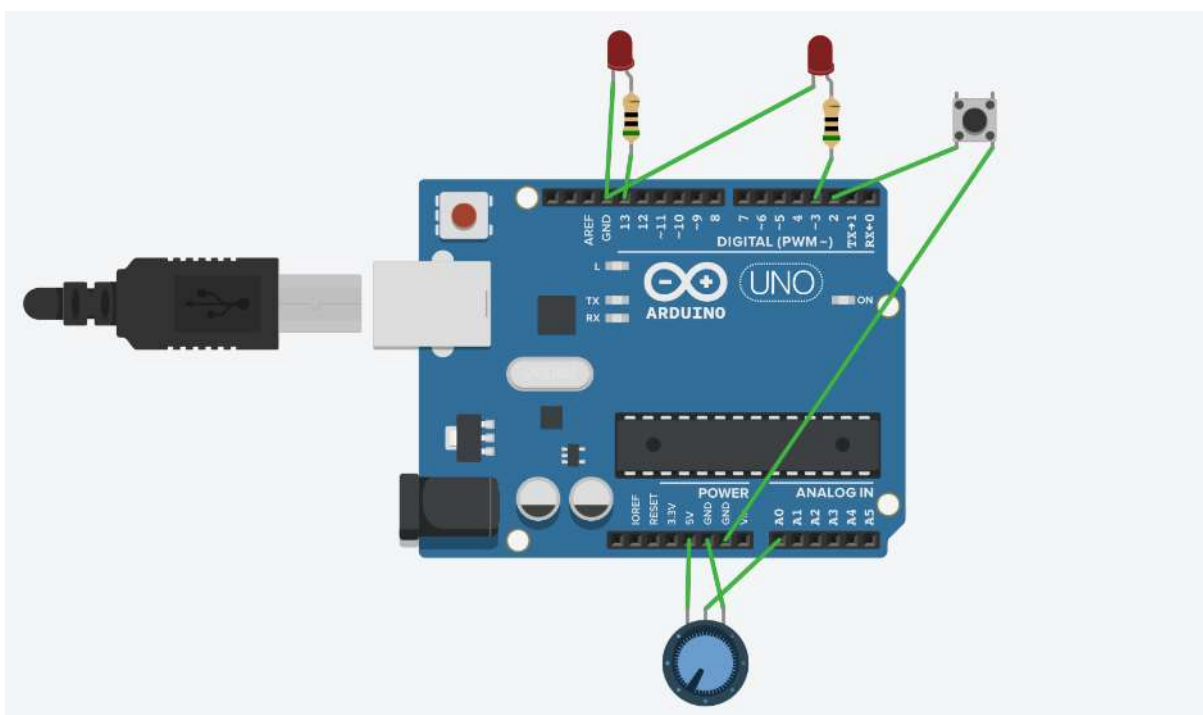
```
int pot=A0; //declara a variável potenciometro;
int leitura=0; // declara a variável de armazenamento leitura;
void setup() {
  Serial.begin(9600); // inicia a conexão;
  pinMode(2, INPUT_PULLUP); // define pino 2 como entrada digital pullup.
  pinMode(13, OUTPUT); //define pino 13 como saída.
  pinMode(3, OUTPUT); // define pino 3 como saída.
}
void loop() {
  int sensorVal = digitalRead(2); // lê o valor do pino 2.
```

```

leitura=analogRead(pot); // lê o valor do pino A0.
leitura=leitura/4; // divide o valor lido no pino A0 por 4.
analogWrite(3,leitura); //liga a saída analógica conforme o valor de leitura.
Serial.print(sensorVal);// imprime na porta serial o valor da entrada digital.
Serial.print(",");
Serial.println(leitura);// imprime na porta serial o valor da entrada analógica.
if (sensorVal == HIGH) { //condição para ligar o LED do pino 13.
  digitalWrite(13, LOW);
} else {
  digitalWrite(13, HIGH);
}
}

```

Figura 2 – Circuito para simulação composto por: 1 Arduino Uno, 2 LEDs, 2 resistores, 1 push-botton e 1 potenciômetro



Fonte: Tinkercad (2020?).

SEGUNDO TÓPICO

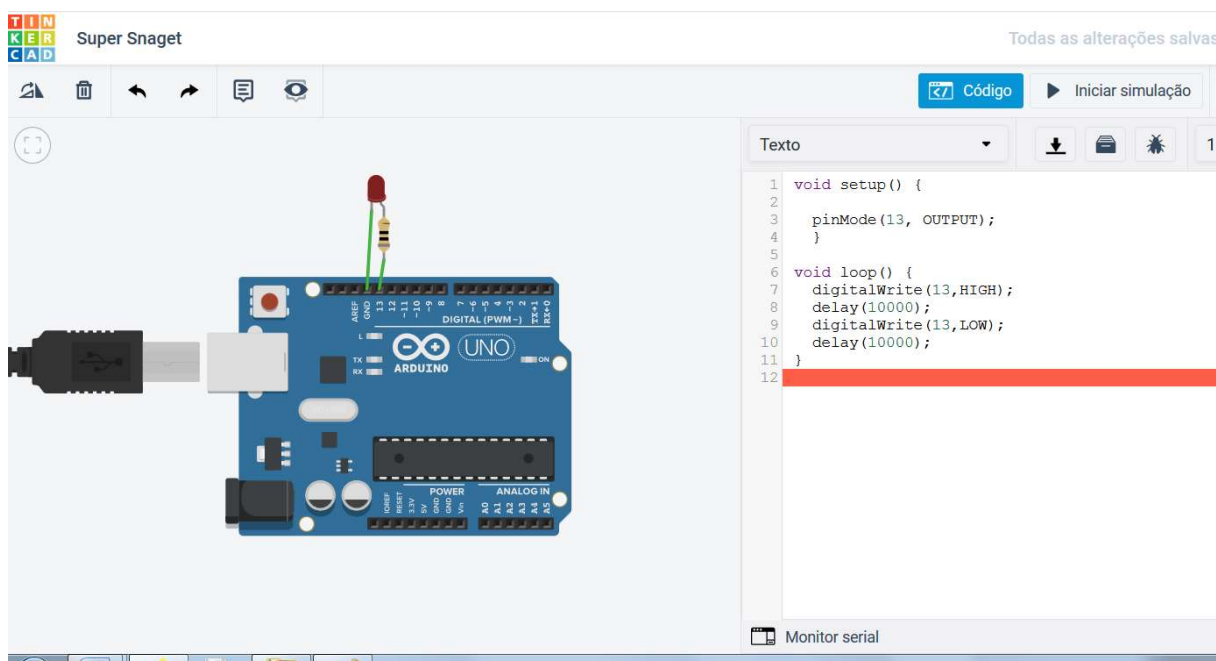
A partir da pesquisa realizada pelos alunos, o professor discutirá a linguagem de programação do Arduino; o que é sketch e as principais funções e variáveis. Para abranger eventuais lacunas da pesquisa realizada pelos alunos, o professor utilizará o conteúdo apresentado a seguir, como material de apoio, durante o encontro virtual.

A linguagem de programação da plataforma Arduino é baseada na linguagem de programação C/C++, que é uma das mais utilizadas no mundo. Sua sintaxe e gramática são muito semelhantes. Quando se cria um código na IDE (ambiente de desenvolvimento integrado) Arduino, chama-se comumente esse código de *sketch*; portanto o programa criado em linguagem de Arduino é o *sketch*. Ele consiste em um texto com instruções que determinam quais ações, em determinada ordem, devem ser executadas pela máquina. Por exemplo, se um LED ligado ao pino 13 (figura 3) deve ligar, e após 10 segundos, deve desligar escreve-se:

```
digitalWrite(13, HIGH); //Liga o LED
delay(10000); // Espera 10 segundos
digitalWrite(13, LOW); //Desliga o LED
delay(10000);
```

As barras no *sketch* servem para adicionar comentários ao código, para que o programador não se perca nas funções, como por exemplo, o “// Liga o LED”, descrito nas linhas acima.

Figura 3 – Exemplo de circuito utilizando o Arduino Uno, um resistor e um LED



Fonte: Tinkercad (2020?).

De modo simples, uma linguagem de programação é uma linguagem que pode ser interpretada pela máquina e convertida para linguagem computacional, e assim enviar o código para os componentes. O Arduino possui uma IDE(ambiente de desenvolvimento integrado) própria que é atualizada de tempos em tempos para incluir novas funcionalidades e as placas que são criadas.(ALMEIDA; MORAES; SERAPHIM, 2016).

A linguagem de programação do Arduino é formada por funções e variáveis. As funções são responsáveis por executar as ações, cujas principais são a função *loop*, e a função *main*. Uma para determinação de padrões preestabelecidos, a *main*, e a outra para execução do funcionamento da máquina, a *loop*. As variáveis funcionam como unidades de armazenamento de dados, quando se quer armazenar informações advindas de algum sensor.

Exemplo:

```

float sensoranalogico=A1;
val = analogRead(sensoranalogico);
Serial.println(val);

```

Neste exemplo, o Arduino entende que a entrada A1 está vinculada à variável “sensoranalogico”, na função `analogRead` o Arduino lê o valor da entrada, armazena na variável “val” e posteriormente ele imprime na porta serial o valor da variável “val”.

Outras funções importantes:

- As de leitura das portas digitais e analógicas: `digitalRead()` para porta digital; `analogRead()` para porta analógica, com resolução de 0 a 1023;
- As de escrita das portas digitais e analógicas: `digitalWrite()` para porta digital; `analogWrite()` para portas analógicas, esta possui resolução de 0 a 255;
- `Serial.print()` esta função envia mensagens pela porta serial, portanto é importante para ver informações do processo.

TERCEIRO TÓPICO

O professor analisará, junto aos alunos, os materiais obtidos através da pesquisa realizada por eles sobre bibliotecas do Arduino, suas utilidades e exemplos de aplicação. Em seguida, desenvolverá a montagem de 2 circuitos utilizando o Tinkercad(TINKERCAD,2020?) junto aos alunos.

- Primeiro: usando as funções `Serial.available()` e `Serial.read()`, faça um programa onde se possa acionar pela porta serial 3 LEDs, um amarelo com a letra y, um verde com a letra v, e outro vermelho com a letra r.
- Segundo: usando as funções `analogRead()` e `analogWrite`, desenvolva uma aplicação, onde o valor da leitura de um potenciômetro varie o brilho de um LED.

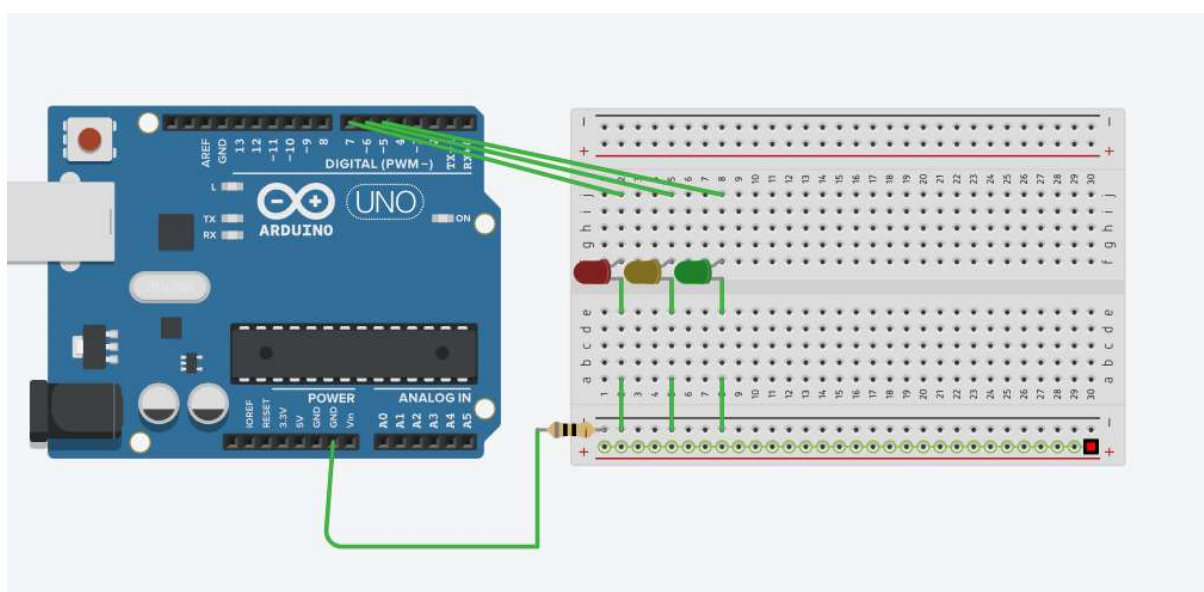
No primeiro exercício proposto, o objetivo é criar o acionamento de três LED's independentes, com comando por letras, a partir do monitor serial(ferramenta da IDE Arduino) (figura 4). Para isto foi desenvolvido um código, como exemplo, pois cada um pode desenvolvê-lo à sua maneira. Este código-exemplo é de tamanho reduzido, o que ajuda a melhorar o funcionamento da aplicação.

Código

```
char leitura; //variavel para armazenar o comando.
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(7, OUTPUT); //led vermelho
  pinMode(6, OUTPUT); //led amarelo
  pinMode(5, OUTPUT); // led verde
  digitalWrite(7, LOW); //matém os leds desligados ao iniciar o programa
```

```
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
Serial.println("para ligar ou desligar os led's aperte:");
Serial.println("r, para o led vermelho");
Serial.println("y, para o led amarelo");
Serial.println("v, para o led verde");
}
void loop()
{
  while(Serial.available()>0){ // avalia se existe mensagem na porta serial.
    leitura=Serial.read(); //armazena o valor lido na porta serial
    if(leitura == 'r'){ //condição para ligar ou desligar o led vermelho.
      digitalWrite(7,!digitalRead(7)); //inverte o valor da saída, de acordo com valor
que estava.
      //assim se esta ligado, ele desliga, e se esta desligado ele liga.
    }
    else if(leitura=='y'){ //condição para ligar ou desligar o led amarelo.
      digitalWrite(6,!digitalRead(6));
    }
    else if(leitura=='v'){ //condição para ligar ou desligar o led verde.
      digitalWrite(5,!digitalRead(5));
    }
    Serial.println(leitura); //imprime o comando que foi dado.
  }
}
```

Figura 4 – Circuito composto por: Arduino Uno; um LED verde; um LED vermelho; um LED amarelo; um resistor.



Fonte: Tinkercad (2020?).

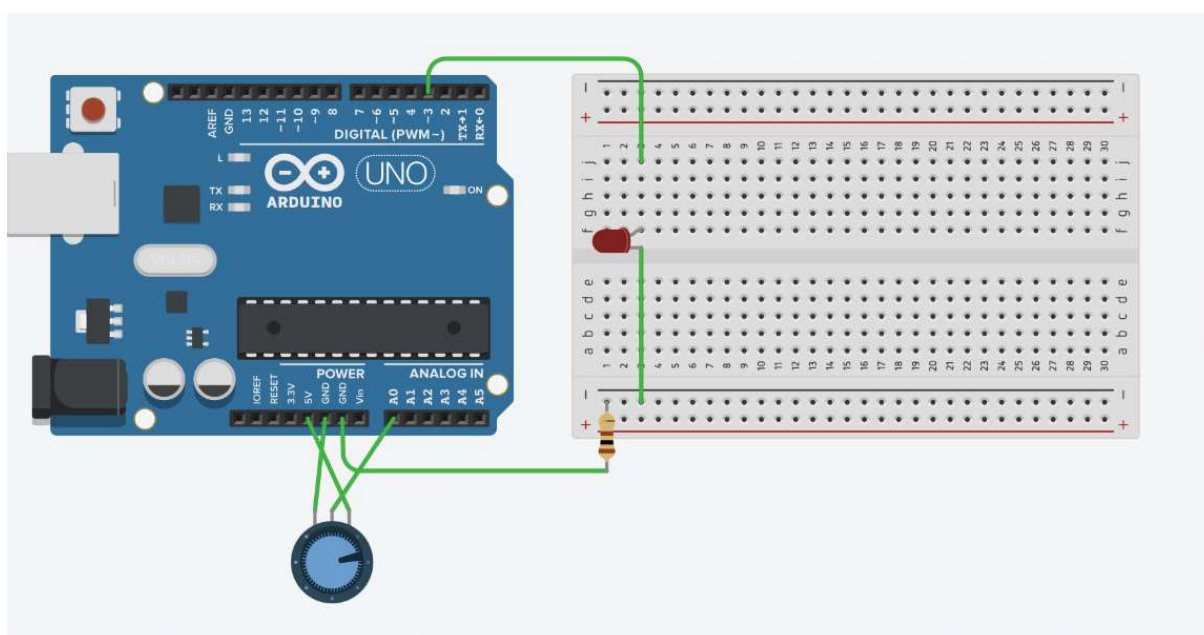
O segundo exercício consiste em obter a variação do brilho de um LED, a partir da leitura de um potenciômetro feita pela porta analógica (figura 5). O código comentado abaixo, define que o valor da entrada, com resolução de 0 a 1023, é dividido por 4 para se encaixar na resolução da porta de saída que é de 0 a 255.

Código:

```
int potenciometro=A0; //declara a A0 como potenciômetro.
int leitura=0; //declara a variável leitura, e atribui valor 0.
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(3, OUTPUT); //define o pino 3 como saída.
  pinMode(A0, INPUT); //define o pino A0 como entrada.
}

void loop()
{
  leitura=analogRead(potenciometro); //faz a leitura do potenciômetro e
  armazena em leitura.
  leitura=leitura/4; //divide por quatro o valor lido.
  Serial.println(leitura); // imprime o valor da saída no monitor serial.
  analogWrite(3, leitura); //imprime no pino 3 o valor de leitura.
}
```

Figura 5 – Circuito composto por: um potenciômetro; um resistor; um LED vermelho; uma placa Arduino Uno.



Fonte: Tinkercad (2020?).

AVALIAÇÃO:

O desempenho dos alunos será acompanhado pelo professor orientador, mediante registro no documento de acompanhamento, que avaliará o empenho apresentado no desenvolvimento da pesquisa sobre história, hardware e linguagem de programação do Arduino e a participação nos encontros virtuais realizando as atividades propostas.

BIBLIOGRAFIAS

ALMEIDA, R. M. de; MORAES, C. H. V. de; SERAPHIM, T. F. P.. **Programação de sistemas embarcados**: desenvolvendo software para microcontroladores em linguagem C. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

ARDUINO.CC. *In*: ARDUINO. [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 20 maio 2020.

AUTODESK. *In*: Tinkercad. [S.L.], c2020. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 14 jun. 2020.

OLIVEIRA, C. L. V.; ZANETTI, H. A. P.. **Arduino descomplicado**: como elaborar projetos de eletrônica. São Paulo: Érica, 2015.

TECH SUL ELETRONICOS. **Arduino Uno**. *In*: TECH sul eletrônicos. [S.L.], c2020. Disponível em: <https://techsuleletronicos.com.br/product/arduino-uno-com-atmega328-r3/>. Acesso em: 14 jun. 2020.

APÊNDICE B – SKETCH DESENVOLVIDO PARA O PROJETO

Este *sketch*(código) foi desenvolvido para o uso no experimento, a descrição em azul são os comentários, utilizados como lembretes do significado de cada função, sendo uma prática comum para diminuir erros e facilitar a localização. O *sketch* está apresentado da forma como foi escrito, com a declaração das variáveis e biblioteca, em seguida, dentro da função *setup*, estão declarados os pinos de entrada e saída, e ao final. na função *void loop* está a programação que o Arduino executa para realizar a leitura das portas e imprimir os valores.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //inclusão da biblioteca LCD.
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //declarando o endereço do LCD, e o
tamanho.
float objeto = 0; //declaração das variáveis.
float duration = 0;
float velocidade = 0;
float leitura = 0;
float radiano = 0;
float angulo = A0;
float velocidadey = 0;
float delta = 0;
float tempopositivo = 0;
float y0 = 0;

void setup() {
  pinMode(7, INPUT_PULLUP); //definindo os pinos como entrada ou saída.
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(9, INPUT_PULLUP);
  lcd.init(); // inicialização do LCD.
  lcd.backlight(); //Liga a luz de fundo do LCD.
}

void loop() {
  do {
    while (digitalRead(7) == 0) {
      duration = millis();
    }
    while (digitalRead(9) == LOW) {
      objeto = millis();
    }
  } while (objeto <= duration); // função de leitura das portas.

  lcd.clear(); //limpa o lcd
  leitura = analogRead(angulo); // faz a leitura da porta analógica.
  leitura = leitura * 100 / 1023;
  lcd.setCursor(10, 1);
  lcd.print(leitura); //imprime no LCD o valor do ângulo
```

```
digitalWrite(13, HIGH);
velocidade = (objeto - duration) / 1000; //converte o tempo de leitura dos
sensores de milissegundo para segundo.
```

```
if (digitalRead(9) == HIGH) { //Função IF(se), se o objeto já passou pelos
sensores, pode realizar os cálculos.
```

```
    velocidade = 0.105 / velocidade;
```

```
    objeto = 0;
```

```
    duration = 0;
```

```
    digitalWrite(13, LOW);
```

```
    radiano = leitura * (3.1416 / 180);
```

```
    y0 = 0.23 + (0.69 * (sin(radiano)));
```

```
    velocidadey = velocidade * sin(radiano);
```

```
    delta = sqrt((sq(velocidadey)) + (4 * 4.905 * y0));
```

```
    tempopositivo = (velocidadey + delta) / 9.81; //realiza o cálculo do tempo
de voo.
```

```
    leitura = leitura * 0;
```

```
    leitura = (velocidade * cos(radiano)) * tempopositivo; //realiza o cálculo do
alcance máximo.
```

```
    lcd.setCursor(0, 1);
```

```
    //Imprime as informações no visor LCD.
```

```
    lcd.print(velocidade);
```

```
    lcd.setCursor(6, 1);
```

```
    lcd.print("Vi");
```

```
    lcd.setCursor(9, 0);
```

```
    lcd.print(tempopositivo);
```

```
    lcd.setCursor(14, 0);
```

```
    lcd.print("t");
```

```
    lcd.setCursor(0, 0);
```

```
    lcd.print(leitura);
```

```
    lcd.setCursor(6, 0);
```

```
    lcd.print("D");
```

```
    delay(1000);
```

```
    }
}
```

APÊNDICE C – ROTEIRO EXPERIMENTAL

Escola Estadual de Ensino Médio São Francisco de Assis

Disciplina de Física

Título: Lançamento de projéteis

Objetivo:

Estudar o movimento de um corpo em um lançamento oblíquo, estimar a velocidade inicial de um projétil com base nos dados coletados e realizar o comparativo com os dados fornecidos pelo aparato tecnológico Arduino.

Materiais:

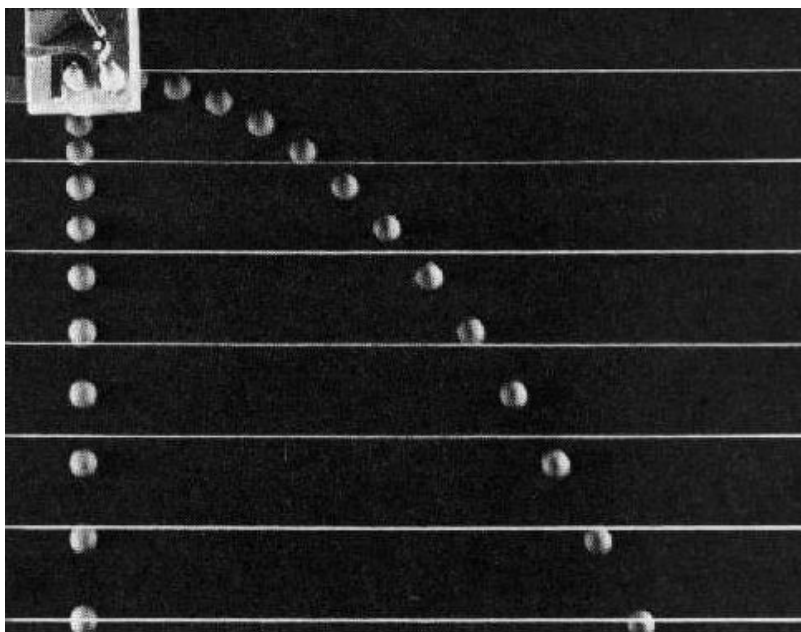
- Lançador de projéteis (figura 3).
- Arduino.
- Bomba manual de encher pneu (figura 3).
- Trena.
- Projétil de madeira.
- Celular com câmera.
- Prumo.
- Giz (para fazer as marcações no chão).
- Cronômetro ou celular com cronômetro.

Fundamentação teórica:

O lançamento oblíquo ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal. Nesse tipo de lançamento, o objeto executa dois movimentos simultâneos, enquanto executa um movimento na vertical (movimento uniformemente variado), subindo e descendo, também se desloca horizontalmente e de forma constante (movimento retilíneo uniforme).

Por conta da atuação da gravidade no eixo y , o movimento será uniformemente variado, como se pode observar na figura 1, onde várias fotos foram tiradas em intervalos iguais de tempo e sobrepostas, exemplificando a aceleração pelo aumento do distanciamento com relação as posições anteriores.

Figura 1– Foto estroboscópica de uma queda livre e um lançamento horizontal



Fonte: Researchgate, 2020?

Observando a mesma figura 1, podemos dizer que o movimento na horizontal é uniforme, a distância não aumenta quando se observa o sempre em intervalos de tempo idênticos. A fotografia estroboscópica (figura 2), tirada com uma visão de cima do trajeto, mostra claramente que é um movimento retilíneo uniforme.

Figura 2 – Fotografia estroboscópica visão aérea



Fonte: Docplayer, 2020?

Agora analisando quantitativamente este movimento, podemos escrever as equações que o regem:

Na direção horizontal:

$$x = x_0 + V_x t$$

$$V_x = V_{0x} = \text{constante}$$

Na direção vertical:

$$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$V_y = V_{0y} + a_y t$$

$$a_y = -g \text{ (No caso do referencial y orientado verticalmente para cima).}$$

Para descobrir o alcance horizontal, precisa-se primeiro determinar o tempo no qual o objeto fica em voo. Portanto utiliza-se a equação para o movimento vertical, aplicando a altura de lançamento em y_0 , a altura onde o objeto toca o alvo como y , e a velocidade $V_{0y} = V_0 \times \sin \theta$ (onde θ é o ângulo de lançamento e V_0 a velocidade inicial do movimento) e descobre-se o intervalo de tempo. Este resultado se aplica na equação para o movimento na horizontal, que fica da seguinte maneira, $x = V_0 \times \cos(\theta) \times t$, considerando $x_0 = 0$.

Procedimento experimental:

Observações:

- a. Selecione uma área livre de obstáculos e nivelada para realizar os lançamentos;
- b. Evite olhar dentro do lançador e cuide ao disparar o projétil para que este não acerte seu colega/professor;
- c. Cuidado para não modificar o ângulo e desregular o lançador durante o experimento;
- d. Execute o disparo sempre aplicando a menor força possível para abrir o registro do disparador.

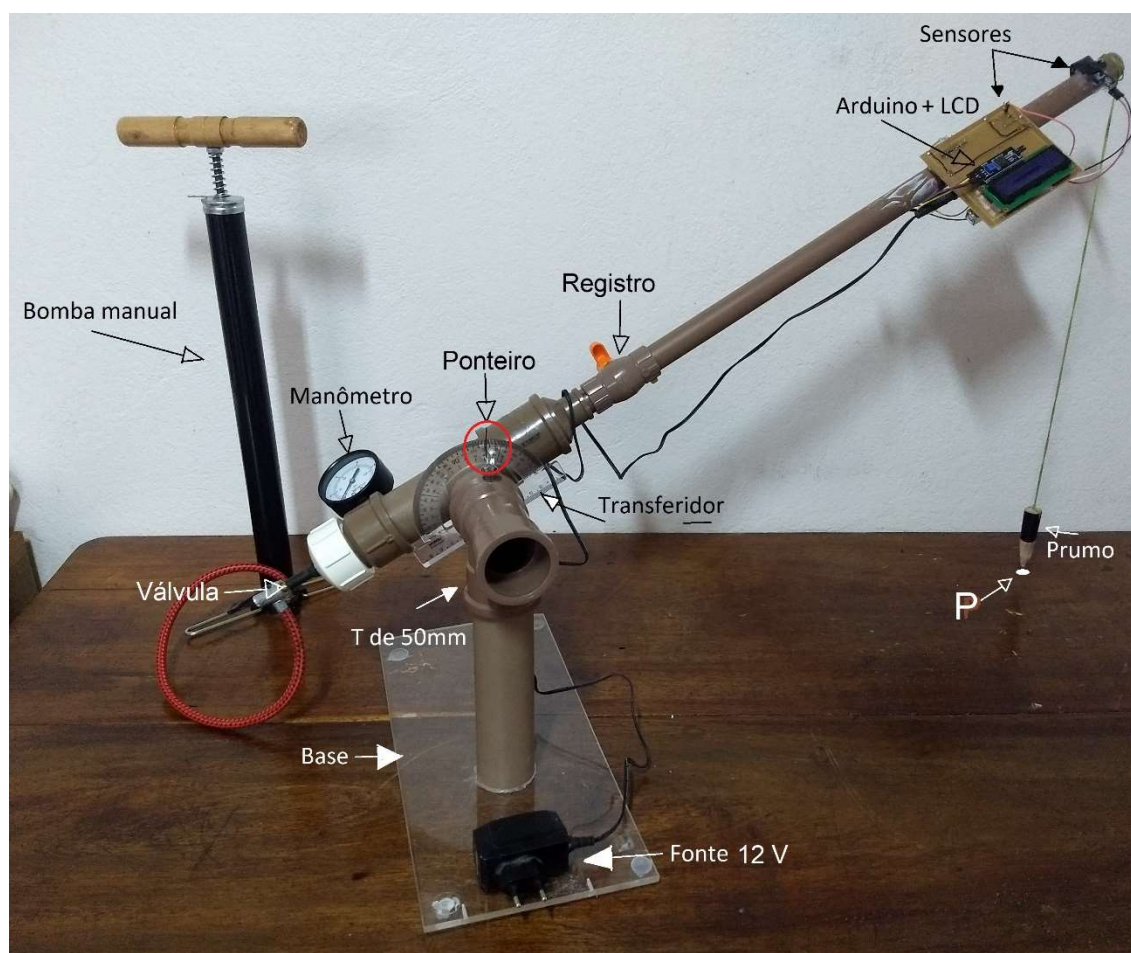
Procedimento de lançamento:

1. Posicione o lançador como na figura 3 e garanta que a base deste esteja em uma superfície nivelada. A distância horizontal (alcance) percorrida pelo objeto será

considerada a partir do ponto P (figura 3), logo abaixo da extremidade do lançador, indicada pelo prumo.

2. Conecte a bomba de ar à válvula do pressurizador.
3. Ligue o equipamento à tomada, por meio da fonte.

Figura 3 – Lançador de projéteis



Fonte: Registrada pelo autor.

4. Leia os procedimentos 5 a 13 antes de executá-los.
5. Coloque o lançador no ângulo de lançamento $\theta = 30^\circ$, apontado o ponteiro na posição $90^\circ - \theta$ (Figura 4). Aperte o parafuso para fixar o lançador nesta posição.

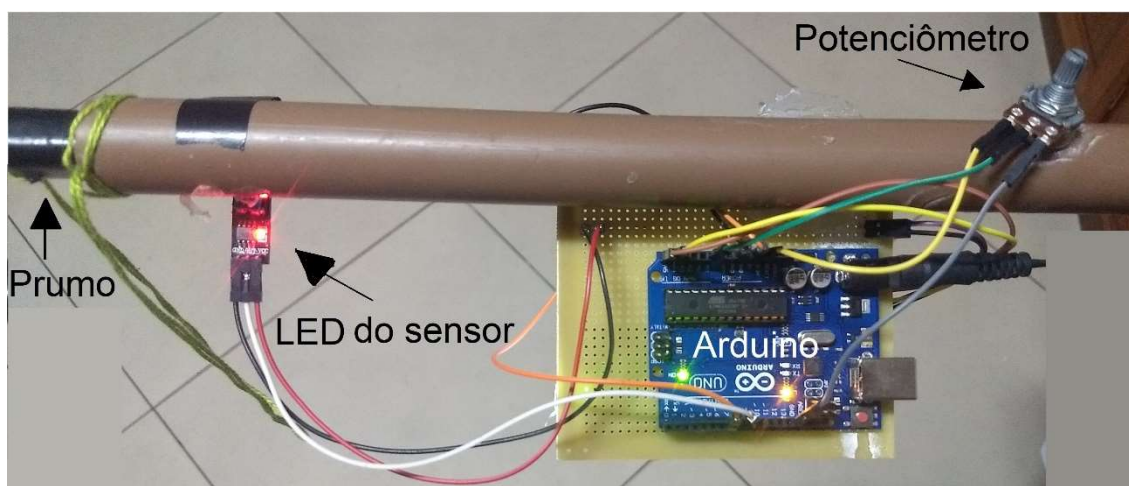
Figura 4 – Posicionamento do ponteiro em relação ao transferidor para o correspondente ângulo de lançamento de 30°



Fonte: Registrada pelo autor.

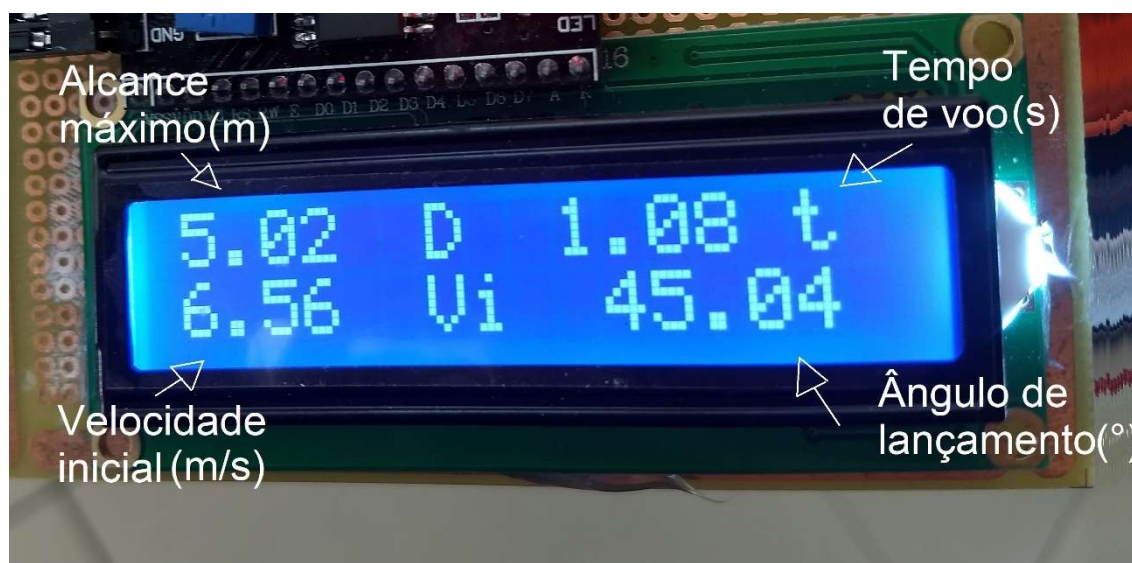
6. “Informe” o ângulo de lançamento ao Arduino, para fazer seu ajuste. Para isto, insira a extremidade do prumo, colocando-a em frente ao sensor instalado na saída do tubo, até o correspondente LED vermelho acender (figura 5). Varie lentamente a posição do potenciômetro (figura 5) conectado ao Arduino até visualizar, no *display* LCD (figura 6), o ângulo θ em que está o lançador.

Figura 5 – Vista da placa Arduino, do LED do sensor posicionado na extremidade do lançador e do potenciômetro



Fonte: Registrada pelo autor.

Figura 6 – Vista frontal do LCD com as respectivas posições das informações



Fonte: Registrada pelo autor.

7. Para pressurizar o lançador, movimente o êmbolo da bomba manual de pressurização de uma a duas vezes, até que a pressão indicada no manômetro atinja aproximadamente $0,6 \text{ kgf/cm}^2$.
8. Insira o projétil no tubo.
9. Deixe o cronômetro pronto. Libere a contagem quando o objeto for lançado e pare quando este atingir o solo. Ao final do lançamento registre o tempo do cronômetro (medido*) e do *display* (estimado**) na tabela 1.
10. Abra o registro (figura 3) e lance o projétil, gravando com o auxílio de uma câmera para facilitar a determinação da posição em que atingiu o solo. Realize uma marcação no local indicando o número do lançamento (1 a 5) e, a partir desta, meça a distância até o ponto P (figura 3) com o auxílio de uma trena.
11. Anote na tabela 2 os valores dos alcances máximos medidos com a trena* a partir do ponto P do lançador e, ao lado, o valor estimado** com base na velocidade inicial, fornecido pelo aparato.
12. Registre na tabela 3 o valor da velocidade inicial fornecido pelo aparato^A, em cada lançamento.
13. Realize 5 lançamentos para o mesmo ângulo.
14. Repita o procedimento dos itens 5 a 13 para os ângulos de 45° e 60° .

15. Calcule as médias dos tempos de voo (tabela 1) e alcances máximos (tabela 2) medidos e estimados, para cada lançamento e registre nas respectivas tabelas.

TABELA 1:

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Tempo de voo (s)	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**
Número do lançamento						
1						
2						
3						
4						
5						
Média						

TABELA 2:

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Alcance máximo (m)	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**
Número do lançamento						
1						
2						
3						
4						
5						
Média						

Análise dos resultados:

I. Os valores medidos condizem as estimativas do aparato? Explique os resultados justificando eventuais diferenças.

II. A partir dos dados do alcance máximo medido e do tempo cronometrado, calcule a velocidade inicial de lançamento em cada um dos disparos e complete a tabela 3.

Utilize a seguinte equação:

$$V_0 = \frac{x}{t \times \cos \theta}$$

III. Calcule as médias das velocidades iniciais calculadas e fornecidas pelo aparato, para cada ângulo de lançamento e registre na tabela 3.

TABELA 3:

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Velocidade inicial (m/s)	Calculada	Aparato ^A	Calculada	Aparato ^A	Calculada	Aparato ^A
Número do lançamento						
1						
2						
3						
4						
5						
Média						

IV. Os valores calculados condizem com os fornecidos pelo aparato? Explique o resultado justificando eventuais diferenças.

V. Para qual ângulo obtém-se o maior alcance máximo? Justifique:

VI. Compare o alcance máximo e o tempo de voo obtido para os ângulos de 30° e 60°? Justifique:

REFERÊNCIAS

DOCPLAYER. Fotografia estroboscópica visão aérea. In Doc player, [S.l.], [2020?] Disponível em: <https://docplayer.com.br/docs-images/91/105410959/images/3-0.jpg>. Acesso em: 02 out. 2020a.

HELERBROCK, Rafael. Queda livre e lançamento vertical. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/movimento-queda-livre-lancamento-vertical.htm>. Acesso em: 02 out. 2020.

PEDUZZI. Foto estroboscópica de uma queda-livre simultânea com um lançamento horizontal. In. Researchgate, [S.l.], [1998]. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Foto-estroboscopica-de-uma-queda-livre-simultanea-com-um-lancamento-horizontal-PEDUZZI_fig2_285588834. Acesso em: 02 out. 2020c.

UFES. ExperimentoA2: Lançamento de Projéteis. In Ufes, Vitória-ES, [2020?]. Disponível em: http://fisica.ufes.br/sites/fisica.ufes.br/files/field/anexo/experiencia_a2_-_lançamento_de_projéteis.pdf. Acesso em: 02 out. 2020?.

ANEXO A – TRABALHO DOS ALUNOS

ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO SÃO FRANCISCO DE ASSIS

**ENSINO MÉDIO
SEGUNDA SÉRIE**

**GABRIEL KREIN DA MOTTA
MURILO DA ROSA DE ANDRADE**

**PROJETO DE FÍSICA
Experimento sobre lançamento oblíquo utilizando Arduino**

**Pareci Novo
2020**

GABRIEL KREIN DA MOTTA
MURILO DA ROSA DE ANDRADE

PROJETO DE FÍSICA
Experimento sobre lançamento oblíquo utilizando Arduino

Projeto de iniciação científica apresentado como requisito parcial para conclusão da segunda série do ensino médio, na Escola Estadual São Francisco de Assis.

Orientador: Prof. Murilo Machado da Silva

Pareci Novo
2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa mental do lançamento oblíquo ou de projéteis.....	7
Figura 2 – Gráfico posição x tempo no MRU.....	8
Figura 3 – Gráfico posição x tempo no lançamento vertical.....	9
Figura 4 – Figura sobre o movimento dos elétrons	10
Figura 5 - Tipos de sensores mais comuns.....	14
Figura 6 - Simbologia do diodo PN.....	15
Figura 7 - Curva de resistência de um material real.....	16
Figura 8 - Tabela com código de cores de resistores comerciais.....	17
Figura 9 - Placa Arduino UNO.....	20
Figura 10 - Portas Digitais de 0 a 13	20
Figura 11 - Portas PWM possuem indicação pelo acento til	20
Figura 12 - Portas de comunicação serial RX/TX.....	21
Figura 13 - Botão de reset.....	21
Figura 14 - Processador atmel 328, acima (1) versão normal, e abaixo (2) versão SMD	22
Figura 15 - Portas analógicas de A0 a A5.....	22
Figura 16 - Pinos para alimentar circuitos, uma saída 3.3 V, uma 5 V, uma Vin que replica a tensão do pino de alimentação, e 2 GND(ground) de aterramento	23
Figura 17 - Porta USB e pino para alimentação por fonte.....	23
Figura 18 – Materiais para montagem do lançador	26
Figura 19 - Esboço do protótipo	26
Figura 20 - Arduino e potenciômetro instalados	29
Figura 21 - Montagem do LCD na placa de fenolite	30
Figura 22 – Primeiro sensor montado na placa de fenolite	30
Figura 23 – Segundo sensor infravermelho instalado na extremidade do tubo de lançamento.....	31
Figura 24 - Conexões na placa Arduino	31
Figura 25 – Ligações: do potenciômetro ao GND; dos sensores aos pinos digitais;	32
Figura 26 - Base do lançador, montada e calibrada.....	33

LISTA DE QUADROS

Tabela 1 – Tempo de percurso do projétil.....	37
Tabela 2 – Alcance máximo do projétil.....	38
Tabela 3 – Velocidade inicial do projétil	39

SUMÁRIO

<u>1 INTRODUÇÃO</u>	5
<u>1.1 OBJETIVOS</u>	6
<u>1.1.1 Objetivo Geral</u>	6
<u>1.1.2 Objetivos Específicos</u>	6
<u>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</u>	7
<u>2.1 LANÇAMENTO DE PROJÉTIL</u>	7
<u>2.2 REVISÃO DE CIRCUITOS ELETRICOS</u>	10
<u>2.2.1 Carga e corrente elétrica</u>	10
<u>2.2.2 Tensão elétrica</u>	11
<u>2.2.3 Resistência elétrica</u>	11
<u>2.2.4 Potência e energia</u>	12
<u>2.2.5 Alimentação correta de circuitos</u>	13
<u>2.2.6 Principais componentes eletrônicos utilizados com o Arduino</u>	13
<u>2.2.6.1 Sensores ou transdutores</u>	14
<u>2.2.6.2 Diodos</u>	15
<u>2.2.6.3 Resistores</u>	15
<u>2.2.6.4 Capacitores</u>	17
<u>2.3 A PLATAFORMA ARDUINO</u>	18
<u>2.3.1 Um pouco da história do Arduino</u>	18
<u>2.3.2 A estrutura física e os componentes do Arduino</u>	19
<u>2.3.3 A linguagem de programação do Arduino</u>	23
<u>3 METODOLOGIA</u>	25
<u>3.1 PLANEJAMENTO</u>	25
<u>3.2 MONTAGEM</u>	25
<u>3.3 TESTES</u>	34
<u>3.4 UTILIZAÇÃO DO EXPERIMENTO</u>	36
<u>4 RESULTADOS E CONCLUSÕES</u>	37
<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	41
<u>REFERÊNCIAS</u>	42
<u>APÊNDICE A – ROTEIRO EXPERIMENTAL</u>	45

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como tema o desenvolvimento e montagem de um experimento para o estudo do lançamento oblíquo, com utilização da plataforma Arduino.

Afim de desenvolver um experimento que servisse para as aulas de física da Escola Estadual São Francisco de Assis. Bem como um projeto de pesquisa científica para a mostra de ciências da escola. Decidiu-se realizar a montagem de um aparato utilizando Arduino e materiais de fácil acesso para estudo do lançamento de projeteis.

Desde a antiguidade, a partir da escola Aristotélica, vem se tentando compreender o movimento dos projeteis. Nesse período, os filósofos gregos estudavam os fenômenos apenas pela observação da natureza. O primeiro a tentar formular uma teoria para este movimento foi Jean Buridan, discípulo das ideias de Aristóteles (TAVARES, 2020?). Essa teoria, porém, não explicava a trajetória parabólica do projétil, e nem trazia em si uma formulação matemática que descrevesse o movimento. Foi a partir da mecânica Newtoniana que se pode descrever o movimento do projétil, como um movimento em duas dimensões. A partir desta fase da história da física, em que leis foram descobertas para situações limite, é que se pode testar e comprovar diversas teorias experimentalmente. A experimentação serviu para comprovar ou descartar teorias, além de aprofundar os conhecimentos sobre os fenômenos físicos, e foi a grande responsável pelo grande avanço da área durante os séculos.(LIMA, 2020?)

O problema apresentado neste trabalho é realizar um experimento que teste as teorias do movimento de projétil, utilizando auxílio de uma tecnologia para coleta de dados. Assim pode-se comprovar na prática, o que se aprende em sala de aula, auxiliando a compreensão do assunto pelos alunos que ainda irão utilizar.

O capítulo 2 a seguir é uma revisão dos assuntos necessários para o desenvolvimento do projeto, desde a física do lançamento projéteis, até as referências necessárias para uso da plataforma Arduino. O capítulo 3 detalha o processo de execução do trabalho, com os passos necessários, e a ordem estabelecida. O capítulo 4, apresentará os resultados e discussões sobre os dados recolhidos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Realizar o desenvolvimento e montagem de um experimento de física, para o estudo de lançamento oblíquo, com o uso da plataforma Arduino. Que possa ser utilizado em aula pela Escola Estadual São Francisco de Assis.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os assuntos necessários para realização do projeto: Física, eletricidade, componentes eletrônicos, Arduino;
- b) Projetar e montar um experimento para o estudo do lançamento projéteis, utilizando Arduino;
- c) Desenvolver um roteiro experimental para utilização do experimento.
- d) Realizar a gravação de um vídeo explicando o projeto, o aparato e o modo de utilização;

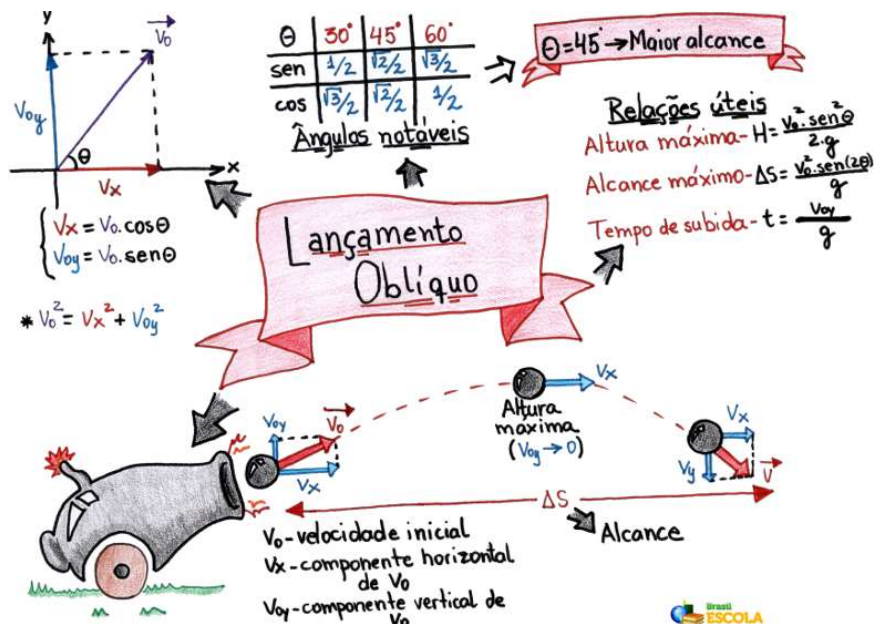
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LANÇAMENTO DE PROJÉTIL

O lançamento de projétil ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal. Nesse tipo de lançamento, o objeto executa dois movimentos simultâneos, um movimento na vertical, subindo e descendo, e outro na horizontal, se deslocando de forma constante. Observe na figura 1, que a velocidade é separada em duas componentes, sendo que V_y (velocidade no eixo y) aponta para cima no início do movimento e aponta para baixo no final do movimento.

Como a análise do lançamento de projéteis leva em conta o movimento executado na vertical (eixo y) e o movimento na horizontal (eixo x). Deve-se buscar determinar o tempo de voo para realizar uma previsão do alcance máximo. Assim precisa-se primeiro analisar o movimento na vertical, visto que a altura que o objeto atingir irá determinar o tempo que este ficará no ar.

Figura 1 – Mapa mental do lançamento oblíquo ou de projéteis



Fonte: Júnior (2020)

O alcance horizontal é a distância entre os pontos de partida e chegada do objeto lançado obliquamente. A sua determinação será feita a partir da função

horária da posição para o movimento retilíneo uniforme (MRU), sendo assim podemos escrever: (JÚNIOR, 2020).

$$S = S_0 + V_x \cdot t$$

Onde:

S : Posição.

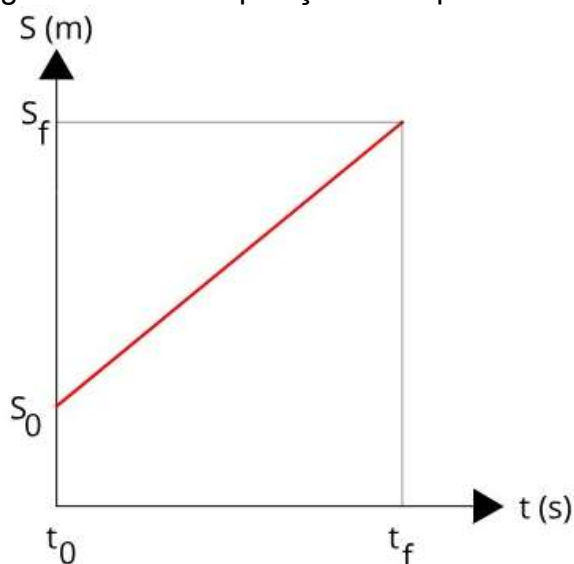
S_0 : Posição inicial.

V_x : Velocidade no eixo X.

t : Tempo.

A figura 2, possui o gráfico que representa o movimento retilíneo uniforme, quando o objeto se afasta da sua origem no sentido positivo, observe que forma uma reta, isto significa que a velocidade é constante.

Figura 2 – Gráfico posição x tempo no MRU



Fonte: Helerbrock (2020)

Como a velocidade na horizontal é uma componente da velocidade do objeto temos:

$$V_x = V_0 \cdot \cos\theta$$

Assim a função horária do movimento para o determinar o alcance será:

$$A = V_0 \cdot \cos\theta \cdot t$$

Onde:

$S_0 = 0$. Posição inicial é igual a zero, portanto não aparece na equação.

A : Alcance do objeto na horizontal.

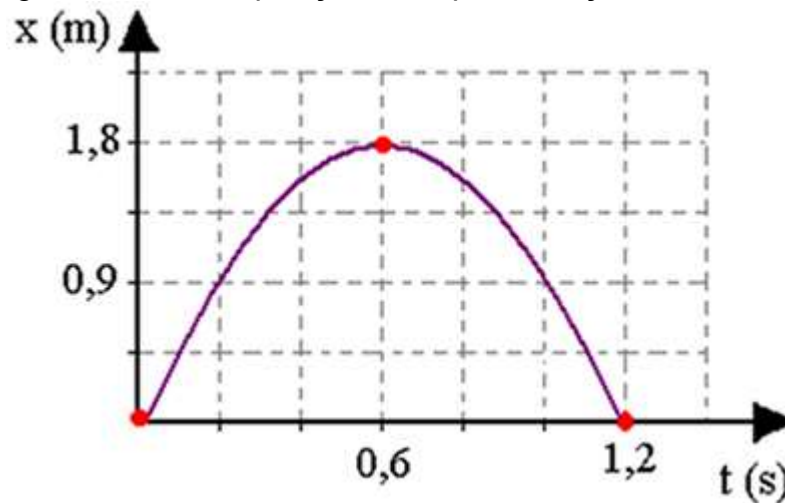
V_0 : Velocidade inicial do objeto.

$\cos \theta$: Ângulo realizado pelo objeto.

t : Tempo.

O objeto executa no eixo y um movimento do tipo uniformemente variável, visto que está sob ação da aceleração da gravidade que é constante, e é representada pela letra g. O gráfico da figura 3 representa a ascensão do objeto e queda.

Figura 3 – Gráfico posição x tempo no lançamento vertical



Fonte: Silva

Analisando a trajetória como MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado) utilizamos a seguinte equação. (GUIA DO ESTUDANTE, 2020?).

$$S = S_0 + V_y \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Como $S_0 = 0$ e $V_y = V_0 \cdot \text{sen} \theta$ e $a = -g$. Temos:

$$S = V_0 \cdot \text{sen} \theta \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Onde:

S : é a posição.

$V_0 \cdot \text{sen} \theta$: é a velocidade inicial em y.

t : é o tempo.

g : é a aceleração da gravidade.

2.2 REVISÃO DE CIRCUITOS ELETRICOS

2.2.1 Carga e corrente elétrica

A carga elétrica é característica das partículas que compõem um átomo, sendo que um átomo é formado por prótons, elétrons e nêutrons. A sua unidade é representada por Coulomb(C).

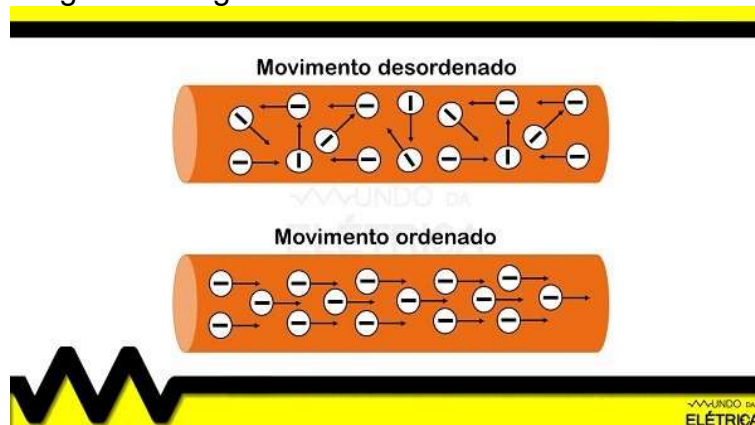
Todos os corpos são formados por cargas elétricas, porem estas são imperceptíveis quando o corpo está neutro. Eles podem ser carregados de duas maneiras:

Positivamente: existem mais prótons do que elétrons;

Negativamente: existem mais elétrons que prótons;

Nos materiais condutores existem “elétrons livres”, como na figura 2, que se movem com movimentos bruscos e desordenados. Para criar a chamada corrente elétrica aplica-se um campo elétrico no condutor, que devido a sua força ($F=E.q$, campo elétrico x a carga) faz com que os elétrons se movam para o lado oposto de forma ordenada, ou seja “corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas no interior de um condutor” (figura 2).

Figura 4 – Figura sobre o movimento dos elétrons



Fonte: Mundo da elétrica, 2020?

2.2.2 Tensão elétrica

Tensão elétrica é a grandeza física que determina a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, também chamada de ddp.

O instrumento utilizado para medir a tensão elétrica é o voltímetro e no Sistema Internacional (SI) a unidade de medida é o volt, cujo símbolo é V.

O potencial elétrico (V) é dado pela razão entre a energia potencial em um ponto (E_p) e o valor da carga (q).

$$V = \frac{E_p}{q}$$

A unidade do potencial no SI é o volt, que representa a energia de 1 joule fornecida a uma carga de 1 coulomb inserida em determinado ponto.

$$1 \text{ volt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ Coulomb}}$$

Quando a carga é deslocada do ponto A ao ponto B, a força elétrica realiza um trabalho para mudá-la de posição e, por isso, ocorre uma diferença de potencial elétrico (U). (TODA MATÉRIA, 2020)

O cálculo da tensão elétrica pode ser feito utilizando o trabalho realizado (T) e a carga que o recebe (q).

$$U = V_A - V_B = \frac{T_{AB}}{q}$$

2.2.3 Resistência elétrica

Resistência elétrica é a capacidade de um corpo de se opor à passagem da corrente elétrica. No Sistema internacional (SI) a unidade de medida de resistência é o Ohm (Ω), em homenagem ao físico alemão George Simon Ohm. A razão entre a tensão e a corrente é o que caracteriza o valor da resistência.

Ao ser submetido a uma diferença de potencial, os elétrons livres do condutor passam a trafegar em um sentido. Porém ao se movimentar os elétrons acabam se chocando uns nos outros e em outros átomos do condutor, o que acaba criando uma dificuldade na passagem da corrente que chamamos de resistência.

A resistência elétrica em um condutor varia conforme algumas características como, as dimensões, a natureza do material do condutor e a temperatura.(TEIXEIRA, 2020)

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

Sendo que:

- R – é a resistência elétrica do material;
- ρ – é a resistividade e possui valores diferentes para cada tipo de material;
- l – é o comprimento do condutor;
- A – é área de seção transversal do condutor.

2.2.4 Potência e energia

Chama-se potência elétrica a quantidade de energia, que um corpo pode estar recebendo ou perdendo. Se em um intervalo de tempo Δt , o corpo recebe uma certa quantidade de energia E, pode-se definir que essa razão é a potência média, representada pela seguinte equação:

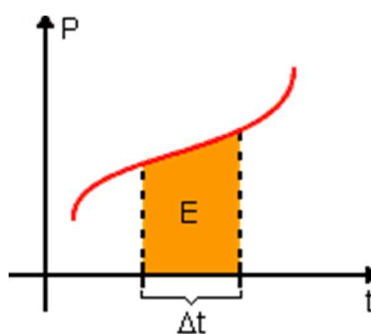
$$P_m = E / \Delta t$$

A unidade de energia é o Joule da mesma forma que a unidade de trabalho, portanto a unidade de potência, que é o trabalho realizado em certo intervalo de tempo, resulta em Joule/s que no Sistema internacional recebe o nome de Watt.

Na figura 2 na qual está representado um gráfico de potência em função do tempo, a área abaixo da curva no intervalo Δt é numericamente igual à energia recebida (ou fornecida) pelo corpo.

$$P_m = E / \Delta t$$

Figura 5 – Gráfico Potência x Tempo



(Fig. 01)

Fonte: EducaBras (2020?)

2.2.5 Alimentação correta de circuitos

Uma baixa tensão normalmente é inofensiva ao ser humano, porém para componentes eletrônicos, mesmo uma baixa corrente ou tensão pode ser fatal. Por exemplo existem circuitos integrados que podem queimar apenas com a eletricidade estática produzida pelo corpo humano, até por isso existem as pulseiras antiestática. Qualquer utilização de componente eletrônico deve ser precedida de uma análise de suas características, para a maioria dos componentes existe o chamado datasheet, que contém todas informações fornecidas pelo fabricante, e isso traz segurança no manuseio.

Existem algumas orientações para manuseio de componentes, como: verificar se o circuito está sem alimentação, para evitar choque elétrico; não utilizar força demasiada para acionar os botões, para evitar danificar; evitar tocar com as mãos componentes como displays, memórias e portas digitais, porque são muito sensíveis; não utilizar componentes na sua potência máxima por tempo prolongado.(UEL, 2020?)

2.2.6 Principais componentes eletrônicos utilizados com o Arduino

Os principais componentes eletrônicos utilizados com Arduino são: resistores, capacitores, sensores, diodos. Nas seções abaixo estão descritas suas características e funções.

2.2.6.1 Sensores ou transdutores

O termo sensor é utilizado para o dispositivo que é capaz de transformar, uma variável física de um fenômeno natural, em uma variável capaz de ser medida.

O termo transdutor é utilizado para o elemento que converte a informação sentida pelo sensor em um sinal detectável – que pode ser elétrico, mecânico, óptico.(Braga, 2020?)

Os sensores podem ser divididos pelas grandezas que medem:

- Intensidade de luz: Fotodiodo, fototransistor, fotoresistor, etc.
- Força e pressão: piezoelétricos, interruptores, células de carga, extensômetro.
- Posição: potenciômetro, interruptor óptico, interruptor mecânico, ultrassônico.
- Velocidade: tacogerador, acoplador óptico, sensor de efeito Doppler, sensor hall.
- Temperatura: Par termoelétrico, Termistor, termostato.

Exemplos de sensores comuns podem ser vistos na figura 3:

Figura 6 - Tipos de sensores mais comuns

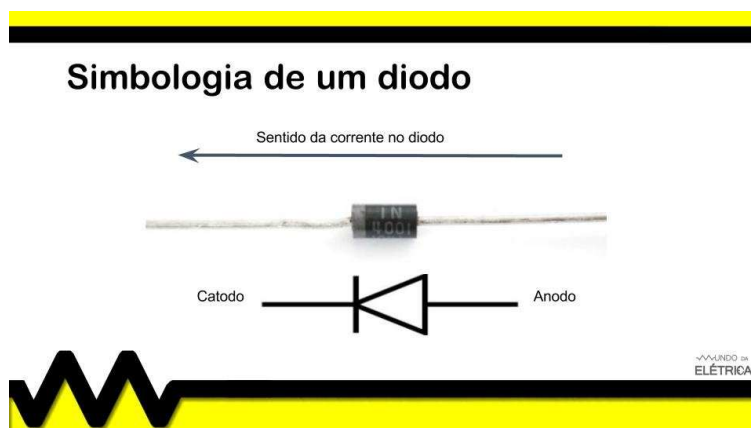


Fonte: Tecno Clip (2020?)

2.2.6.2 Diodos

São componentes eletrônicos que permitem que uma corrente elétrica circule em apenas uma direção. No próprio símbolo esquemático do diodo podemos observar qual é a sua polaridade, que no caso sempre flui do anodo para o catodo.

Figura 7 - Simbologia do diodo PN



Fonte: Mundo da elétrica (2020)

O diodo não é uma válvula elétrica perfeita, pois quanto mais energia recebe mais ele perde, ou seja, uma parte da energia é dissipada em forma de calor. Por exemplo, se ele recebe uma tensão de 5V ele perde 0.7V passando apenas 4.3V. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2020?)

2.2.6.3 Resistores

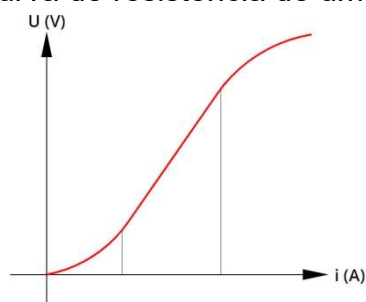
Os resistores são componentes que transformam energia elétrica em energia térmica e diminuem a intensidade da corrente elétrica que circula no circuito. Existem os resistores Ôhmicos e não ôhmicos(fios elétricos), os resistores ôhmicos mantem sua resistência elétrica mesmo com a variação de temperatura e tensão, já os não Ôhmicos variam de acordo com a posição, temperatura e tensão aplicada.

Pela 1º lei de ohm, é a razão entre o potencial elétrico e a corrente elétrica que caracteriza um resistor ôhmico. A corrente elétrica do resistor ôhmico é proporcional a tensão elétrica e inversamente proporcional a resistência elétrica. A equação que representa essa proporção é:

$$R = \frac{U}{i}$$

Resistores reais não são ôhmicos para qualquer medida de tensão ou corrente elétrica, mas apresenta uma resistência elétrica constante para um grande intervalo dessas medidas de acordo com o gráfico da figura:

Figura 8 - Curva de resistência de um material real



Fonte: Hellerbrock (2020?)

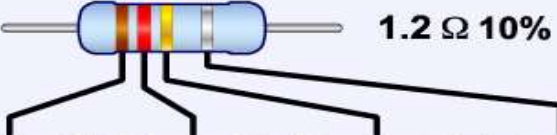
O módulo da resistência em um resistor ôhmico varia em função do potencial elétrico aplicado, mas sim devido a variações no seu formato e material de confecção, ao contrário do que ocorre em resistores não ôhmicos como fios de cobre.

A equação que determina a resistência elétrica em função dos parâmetros dimensionais, como área transversal e comprimento, é conhecida como 2ª lei de Ohm, e está representada a seguir:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Os resistores Ôhmicos comerciais seguem uma tabela de cores, que indicam suas principais características. O que facilita na hora de adquiri-los para algum projeto, por que já se pode consultar de antemão os valores disponíveis.

Figura 9 - Tabela com código de cores de resistores comerciais



Preto	0	0	1	
Marrom	1	1	10	1%
Vermelho	2	2	100	2%
Laranja	3	3	1 K	
Amarelo	4	4	10 K	
Verde	5	5	100 K	0.5%
Azul	6	6	1 M	0.25%
Violeta	7	7	10 M	0.1%
Cinza	8	8		0.05%
Branco	9	9		
Dourado			0.1	5%
Prata			0.01	10%

Fonte: Hellerbrock (2020?)

As duas primeiras faixas do código de cores indicam os dois primeiros algarismos do valor da resistência, a terceira faixa indica o multiplicador, ou seja, o exponencial de base 10 que irá multiplicar os dois primeiros algarismos. Por exemplo, um resistor com a seguinte sequência de cores, marrom, vermelho, laranja, é um resistor de 10 KΩ. A última faixa indica o grau de tolerância, em porcentagem, que o valor real da resistência pode divergir do valor teórico.(HELLEBROCK, 2020?)

2.2.6.4 Capacitores

Capacitores são dispositivos acumuladores de carga, porém diferentemente de pilhas e baterias eles não produzem carga por reação química, apenas acumulam carga em suas placas. Devido à sua característica de rápida descarga possuem grande gama de utilização podendo servir como estabilizador de circuitos, retificador de corrente elétrica, temporizador pelo tempo de carga e descarga, entre outras funções.(HELLEBROCK, 2020?)

Os 5 principais tipos de capacitores comerciais são:

- Capacitor eletrolítico – é constituído por finas camadas de alumínio separadas por um material dielétrico, embebido em eletrólito, sendo que uma das camadas de alumínio está revestida de óxido de alumínio o que produz polaridade nesses capacitores.
- Capacitores de poliéster – conhecidos também como capacitores de filme plástico. São geralmente muito compactos e passíveis de adaptação de design para cada necessidade. (WIKIPÉDIA, 2020?)
- Capacitores de tântalo – têm uma vida útil mais longa, usam como dielétrico o óxido de Tântalo.
- Capacitores variáveis – são capacitores que possuem um eixo capaz de controlar a distância entre as placas ou a sua área de contato, largamente utilizados em aparelhos antigos para mudança de estação, como rádios e televisores antigos.
- Capacitores cerâmicos – feitos em formato de disco, são formados de placas condutoras que envolvem um material cerâmico, normalmente o capacitor leva o nome do dielétrico usado. Podem ser utilizados em formatos compactos como na tecnologia SMD(Surface Mounted Device).

2.3 A PLATAFORMA ARDUINO

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, e software open-source. É chamado de plataforma, por que possui além do hardware, uma interface de programação, onde é só plugar o equipamento ao computador e já se pode sair programando. Assim possui uma infinidade de possibilidades de utilização.(GOMES, 2015)

2.3.1 Um pouco da história do Arduino

Originalmente o Arduino começou como um projeto de pesquisa por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis no Interaction Design Institute de Ivrea no início de 2000. Ele se baseia na linguagem Processing,

uma linguagem baseada no contexto das artes visuais desenvolvido por Casey Reas e Ben Fry.

A primeira placa Arduino foi montada em 2005 para ajudar alunos de design, que não tinham experiência anterior em eletrônica ou programação de microcontroladores, a criar protótipos funcionais para conectar o mundo físico ao mundo digital. Desde então, se tornou uma ferramenta de prototipagem muito popular entre engenheiros, técnicos, hobbystas e até grandes corporações.

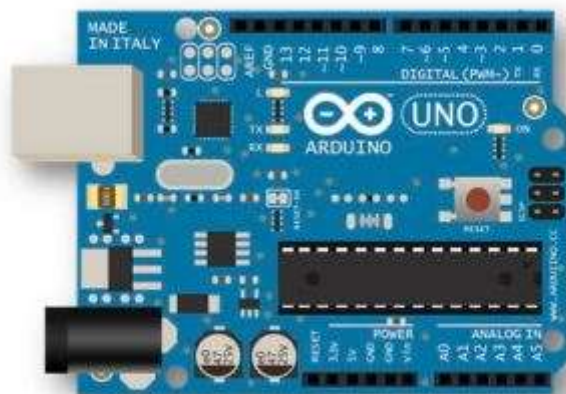
Arduino é o primeiro projeto de hardware e código aberto amplamente difundido. Criou-se uma comunidade em que usuários ajudam a espalhar o uso da ferramenta e se beneficiam das contribuições de centenas de pessoas que ajudaram a depurar o código, escrever exemplos, criar tutoriais, dar suporte a outros usuários em fóruns e criar milhares de grupos em todo o mundo. Desde a fundação do projeto Arduino, novas placas de desenvolvimento e bibliotecas de software foram introduzidas, expandindo a gama de possibilidades disponíveis para a comunidade. Hoje, mais de uma década depois, o Arduino continua a fornecer hardware e software de código aberto para dar vida a novas ideias.

A abertura e facilidade de uso do projeto levou a criação do Movimento Maker. O Arduino se tornou a escolha número um para fabricantes de eletrônicos, especialmente para o desenvolvimento de soluções para o mercado de IoT.

2.3.2 A estrutura física e os componentes do Arduino

A placa Arduino UNO, figura 9, é baseada em um microcontrolador Atmel328, hoje já existem mais modelos de placas que possuem microcontrolador de maior capacidade. (ARDUINO, 2020)

Figura 10 - Placa Arduino UNO



Fonte: Junior (2015)

O Arduino Uno possui 14 portas digitais, figura 10, sendo que 6 delas, figura 11, podem funcionar como PWM, simulando saídas analógicas, e duas delas podem realizar comunicação serial, figura 12. (JUNIOR, 2015)

Figura 11 - Portas Digitais de 0 a 13



Fonte: Junior (2015)

Figura 12 - Portas PWM possuem indicação pelo acento til



Fonte: Junior (2015)

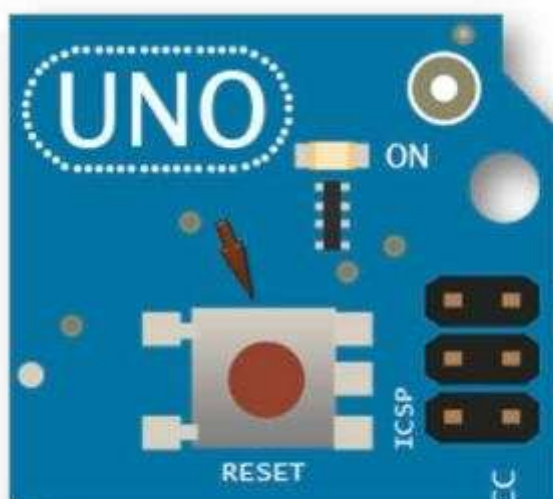
Figura 13 - Portas de comunicação serial RX/TX



Fonte: Junior (2015)

O Botão de reset, figura 13, serve para reiniciar o código, quando necessário faz-lo mecanicamente.(JUNIOR, 2015)

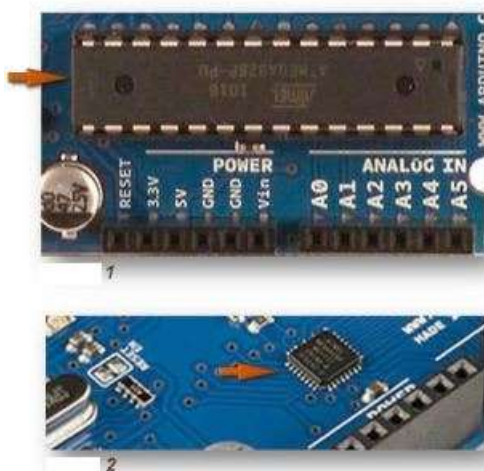
Figura 14 - Botão de reset



Fonte: Junior (2015)

O processador utilizado no Arduino é um Atmel328, na versão original, utiliza o encapsulamento normal, figura 14¹, e na versão clone utiliza muitas vezes um SMD, figura 14².(JUNIOR, 2015)

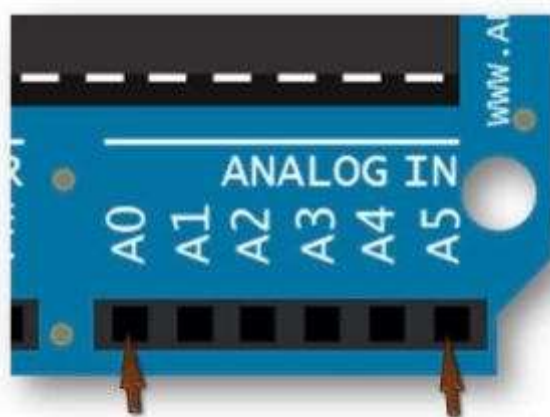
Figura 15 - Processador atmel 328, acima (1) versão normal, e abaixo (2) versão SMD



Fonte: Junior (2015)

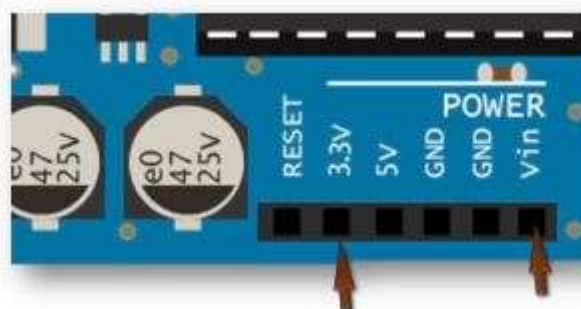
O Arduino possui ainda portas de entrada analógica, para realizar medidas de sinais entre 0 V e 5 V. Com uma resolução de 10 Bits ele consegue dividir os 5 V em 1024 unidades, tendo uma resolução de .0049 volts por unidade. Estas portas são muito utilizadas para realizar a medida de sensores como de umidade e temperatura.(ARDUINO, 2020)

Figura 16 - Portas analógicas de A0 a A5



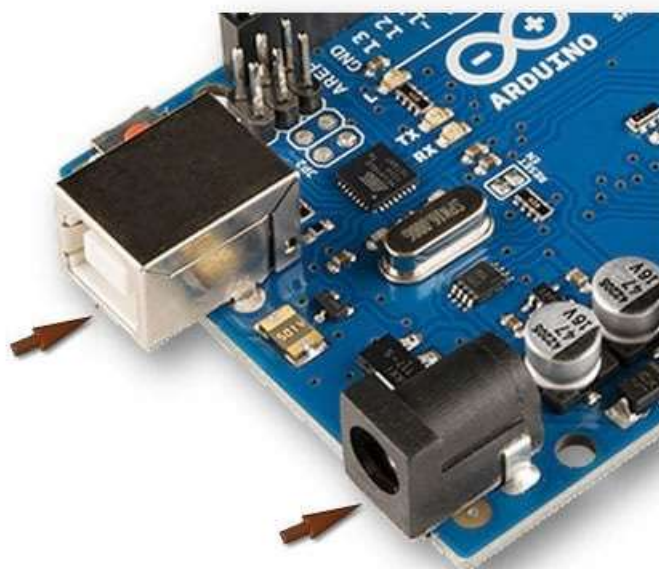
Fonte: Junior (2015)

Figura 17 - Pinos para alimentar circuitos, uma saída 3.3 V, uma 5 V, uma Vin que replica a tensão do pino de alimentação, e 2 GND(ground) de aterramento



Fonte: Junior (2015)

Figura 18 - Porta USB e pino para alimentação por fonte



Fonte: Junior (2015)

2.3.3 A linguagem de programação do Arduino

Para começar a utilizar o Arduino precisa-se instalar a IDE, que é o ambiente de programação, fornecido pelo próprio fundador da plataforma, ou utiliza-lo online, fazendo login no site Arduino.cc (ARDUINO, 2020). Na IDE do Arduino encontra-se exemplos, bibliotecas para itens específicos, a função monitor serial para comunicar com a placa, e ainda pode-se realizar mudanças na interface. (ARDUINO, 2020)

A linguagem é parecida com a linguagem C/C++, mas existem outras formas de programar como em blocos. Um programa feito para o Arduino chama-se sketch,

e dentro da IDE existem inúmeros exemplos de sketch's para demonstrar o funcionamento em cada biblioteca.

A estrutura da linguagem é composta por: variáveis, que podem ser declaradas para armazenar dados; por estruturas de controle, que fazem parte da programação macro do funcionamento, como “void loop”, em que tudo que está ali dentro é realizado a cada ciclo de clock do processador; e por funções, como de leitura de portas, ou acionamento destas, como “digitalWrite()”. (WIKIPEDIA, 2020?)

Exemplo, sketch para piscar um LED:

```
int LED_PIN = 13; // define LED_PIN 13

void setup () {
  pinMode (LED_PIN, OUTPUT); // habilita o pino 13 para saída digital (OUTPUT).
}

void loop () {
  digitalWrite (LED_PIN, HIGH); // liga o LED.
  delay (1000); // espera 1 segundo (1000 milissegundos).
  digitalWrite (LED_PIN, LOW); // desliga o LED.
  delay (1000); // espera 1 segundo.
}
```

3 METODOLOGIA

3.1 PLANEJAMENTO

A pesquisa bibliográfica faz parte do planejamento do projeto. É muito importante, por que a partir dela, se adquire os conhecimentos necessários com base nos conhecimentos de outras pessoas, que já estão comprovados. Assim realizou-se uma pesquisa com as características e equações referentes aos tópicos de física: lançamento oblíquo(de projéteis); eletricidade(carga e corrente; tensão elétrica; resistência elétrica; potência e energia;). E realizou-se uma pesquisa sobre os tópicos de eletrônica, os principais componentes(Sensores, capacitores, resistores, diodos), alimentação correta de circuitos e sobre a plataforma Arduino, sua origem e suas características de hardware e software.

O planejamento para montagem do experimento foi realizado observando vídeos de dispositivos semelhantes, como no canal do Youtube Manual do mundo, o qual possui um site no Uol com este tema, que contém um vídeo sobre um canhão de batatas. (THENÓRIO, 2020)

3.2 MONTAGEM

Com base nas pesquisas realizadas(THENÓRIO, 2020), listou-se primeiro os materiais, figura 18, para parte do vaso de pressão e tubo de lançamento:

- 1 m de tubo de 50 mm.
- 1 m de tubo de 25 mm.
- 1 adaptador roscado para 50 mm.
- 1 tampão de rosca de 50 mm.
- 1 luva de 50 mm.
- 1 redutor de 50 mm para 25 mm.
- 1 registro de um quarto de volta para cano de 25 mm.
- 1 válvula de pneu de automóvel.
- 1 cola de tubos.

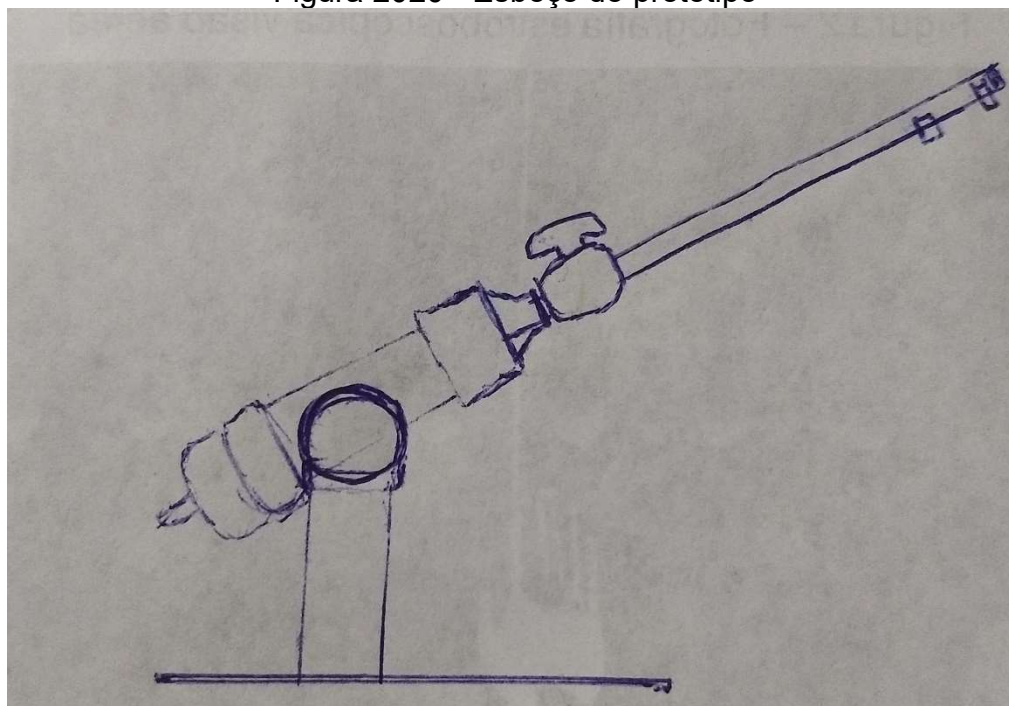
Figura 19 – Materiais para montagem do lançador



Fonte: Leroy Merlin (2020)

O tamanho mínimo vendido de tubos é 1 m, por isso na lista de materiais consta este tamanho. A seguir um esboço do protótipo, figura 19, para se ter uma base para realizar a montagem.

Figura 200 - Esboço do protótipo



Fonte: registrado pelo autor

Para a parte eletrônica do projeto:

- 1 Arduino UNO: para aquisição dos dados e simulação dos resultados.
- 2 sensores infravermelho: para detectar a passagem do projétil no tubo.
- 1 potenciômetro 100 K Ω : para informar ao Arduino o ângulo de lançamento.
- 1 display LCD 16x2: para mostrar as informações do lançamento calculadas pelo Arduino.
- 15 fios com conexão macho/fêmea: para realizar as conexões entre as partes.
- 1 fonte 12 V: para alimentar o Arduino deixando livre da conexão a um computador.
- 1 placa de fenolite perfurada: para fixar o Arduino, display LCD e 1 dos sensores.

Para parte de periféricos e base:

- 1 placa acrílica de 18 cm x 40 cm: serve de base.
- 1 bomba de encher pneu manual: para pressurizar o lançador.
- 1 manômetro com escala em kgf/cm²: para realizar os lançamentos com a mesma pressão.
- 1 prumo: para identificar o ponto inicial do movimento horizontal.
- 1 transferidor: para identificar o ângulo de lançamento.

Montagem das peças do lançador:

1. Corta-se o tubo de 50 mm, com uso de uma serrinha de corte de metal, para obter um pedaço de aproximadamente 25 cm.
2. Antes de colar qualquer uma das peças se certifica que estejam limpas e sem rebarbas, usa-se uma lixa.
3. Passa-se cola na parte interna da luva e do adaptador, e encaixa-se nas extremidades no tubo de 50 mm.
4. Passa-se cola na extremidade que ficou livre, da luva de 50 mm, e coloca-se a redução de 50 mm para 25 mm.

5. Corta-se um pedaço de aproximadamente 4 cm do tubo de 25 mm para fazer a conexão entre a redução e o registro.
6. Passa-se cola na conexão do registro e na redução e conecta-se com o pedaço de 4 cm do tubo de 25 mm.
7. Corta-se um pedaço de 55 cm do tubo de 25 mm.
8. Limpa-se as rebarbas e cola-se ao registro.
9. Com o uso de uma furadeira, faz-se um furo de 12 mm no adaptador de rosca 50 mm, e coloca-se o manômetro, roscando.

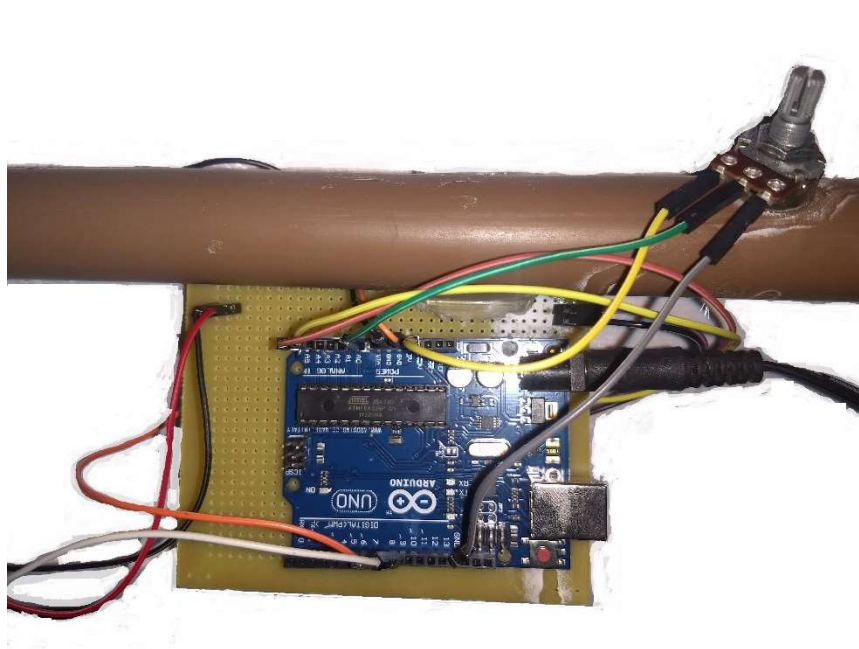
Montagem da eletrônica:

1. Cola-se o Arduino a placa de fenolite, no lado que possui a superfície lisa, sem cobre, conforme figura 20.
2. Cola-se o LCD na placa de fenolite na superfície que possui as trilhas, conforme figura 21.
3. Com uso de solda fria fixa-se o sensor Infravermelho, na placa de fenolite, de modo a ficar no canto superior esquerdo na mesma face do Arduino, conforme figura 22.
4. Com o uso de uma faca se faz dois furos de 5 mm x 10 mm, com distância de 105 mm entre si na extremidade do tubo de lançamento, de modo a ficar afastado 15 mm da ponta. Cuidado ao usar a faca para não se cortar.
5. Com uso de cola fixa-se a placa de fenolite na lateral do tubo de lançamento de modo que o sensor fique posicionado no furo, conforme figura 22, mais próximo do vaso de pressão. O sensor não deve aparecer dentro do tubo de lançamento, para que assim se evite o choque com o projétil no lançamento.
6. Fixa-se com cola o segundo sensor no furo mais próximo da saída do lançador. O mesmo cuidado deve ser tomado com este, para evitar o choque com o projétil.
7. Os fios laranja (5 V) e preto (GND), da figura 24, são ligados as trilhas da placa de fenolite, conforme figura 22 (vista superior) e figura 21 canto direito superior (vista inferior).
8. Os fios, marrom (VCC) e preto (GND), figura 21, são ligados as trilhas que estão conectadas a alimentação vinda do Arduino. Os fios ligados

ao SCL e SDA, são ligados respectivamente ao pino A5 e A4 do Arduino, conforme figura 24.

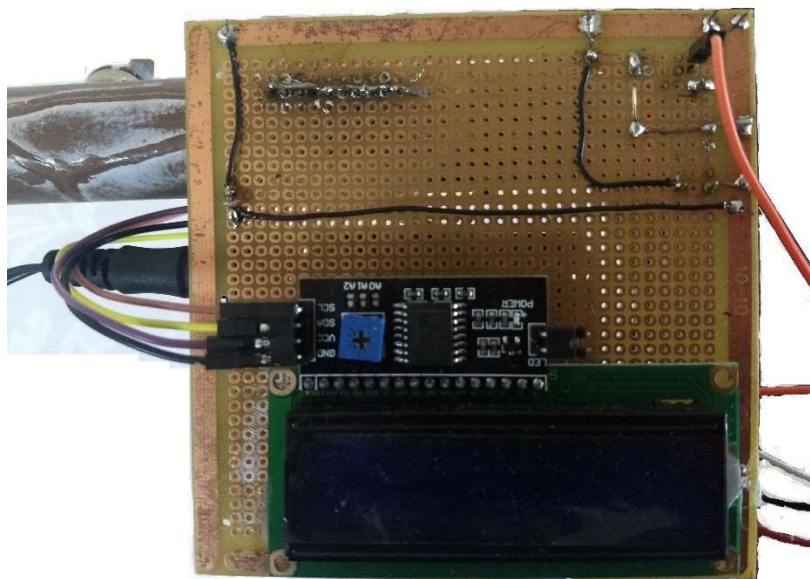
9. O fio cinza que sai do potenciômetro é ligado ao GND da placa Arduino, o fio amarelo do potenciômetro é ligado ao 3.3 V do Arduino e o fio verde do potenciômetro é ligado ao pino A0 do Arduino, conforme figura 20 e figura 24.
10. O primeiro sensor infravermelho possui um LED emissor, e um fotorreceptor, sendo o emissor ligado ao 5 V e ao GND da placa de fenolite, pela parte inferior (figura 21), e o receptor ligado ao GND na placa de fenolite, também na face inferior (figura 21), e ao Arduino com o fio laranja no pino 7, conforme figura 25.
11. O segundo sensor está ligado ao 5 V e GND, através dos fios vermelho e preto conforme figura 20 e figura 23, e está ligado ao Arduino através do fio branco, ao pino 9, conforme figura 25 e figura 23.

Figura 21 - Arduino e potenciômetro instalados



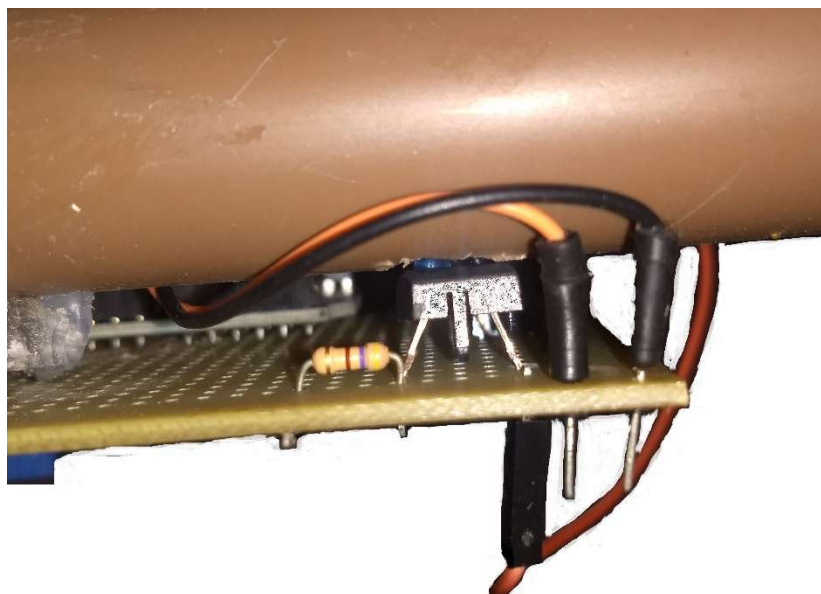
Fonte: Registrado pelo Autor

Figura 22 - Montagem do LCD na placa de fenolite



Fonte: Registrado pelo Autor

Figura 23 – Primeiro sensor montado na placa de fenolite



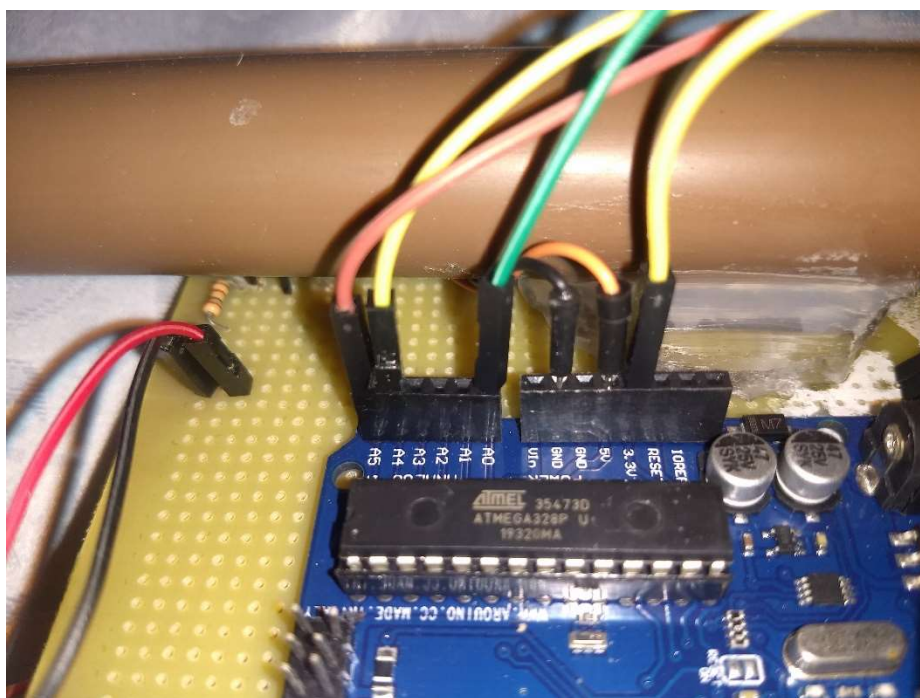
Fonte: Registrado pelo Autor

Figura 24 – Segundo sensor infravermelho instalado na extremidade do tubo de lançamento



Fonte: Registrado pelo Autor

Figura 25 - Conexões na placa Arduino



Fonte: Registrado pelo Autor

Figura 26 – Ligações: do potenciômetro ao GND; dos sensores aos pinos digitais;



Fonte: Registrado pelo Autor

Montagem da base:

1. Com o uso de uma furadeira, realiza-se um furo com diâmetro de 50 mm na chapa acrílica.
2. Corta-se um pedaço de 20,5 cm do tubo de 50 mm, e com uso de cola fixa-se no furo da chapa acrílica.
3. Na parte superior deste tubo de 50 mm fixa-se com uso de cola o T.
4. Ao vaso de pressão se cola um pedaço de 20 cm do tubo de 50 mm.
5. Ao T se adiciona um parafuso de fixação com uso de uma furadeira, e cola-se um ponteiro centralizado na vertical em um ângulo de 90° com relação a horizontal.

6. Antes de fixar o transferidor ao tubo ligado ao vaso de pressão, coloca-se com o auxílio de um nível de bolha, a base e o lançador no mesmo nível. Com o transferidor de grau cortado, alinhando-o com o ponteiro no T, cola-se ao tubo. Assim se garante que o ângulo medido corresponde ao ângulo de lançamento, quando a base está em uma superfície nivelada.
7. A montagem da base fica conforme figura 26.

Figura 27 - Base do lançador, montada e calibrada



Fonte: Registrado pelo Autor

3.3 TESTES

Teste do lançador pré-montado: Com a parte do vaso de pressão e tubo de lançamento prontas, realiza-se testes usando pedriscos para verificar como se comportam projéteis e o lançador, além disso verifica-se vazamentos de pressão. Com vazamento detectado na rosca da tampa onde está instalada a válvula, foi necessário aplicar uma vedação. Mais uma vez realiza-se testes para avaliar o funcionamento do registro e conjunto. Estes testes são necessários para verificar se o equipamento realmente faz o esperado.

Teste dos sensores: Com os sensores montados em uma protoboard são realizados testes de sensibilidade, para calibrar os mesmos, assim estes conseguem captar a passagem do projétil dentro do tubo. Os sensores são calibrados ajustando a resistor do emissor. Assim foram ajustados para acionarem com objetos a distância de 12 mm.

Testes na programação: a partir de um sketch fornecido como exemplo na IDE Arduino, realizou-se o teste para as funções que iriam funcionar para realizar as medidas de tempo entre os sensores. Testou-se a função pulseIn, porém o tempo armazenado não ficava correto, testou-se a função IF para realizar os cálculos, esta sim, funcionou. O sketch ficou como o abaixo, sendo que nele foi introduzido o cálculo da velocidade inicial, obtido a partir da diferença do tempo entre a passagem do projétil pelo primeiro sensor e pelo segundo, além do cálculo do tempo de voo e alcance máximo, considerando a altura do lançamento a partir da saída do tubo.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //inclusão da biblioteca LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //declarando o endereço do LCD, e o
tamanho.
float objeto = 0; //declaração das variáveis
float duration = 0;
float velocidade = 0;
float leitura = 0;
float radiano = 0;
float angulo = A0;
float velocidadey = 0;
float delta = 0;
float tempopositivo = 0;
float y0 = 0;

void setup() {
  pinMode(7, INPUT_PULLUP); //definindo os pinos como entrada ou saída
```

```

pinMode(13, OUTPUT);
pinMode(9, INPUT_PULLUP);
lcd.init(); // inicialização do LCD
lcd.backlight(); //Liga a luz de fundo do LCD
}

void loop() {
do {
while (digitalRead(7) == 0) {
duration = millis();
}
while (digitalRead(9) == LOW) {
objeto = millis();
}
} while (objeto <= duration); // função de leitura das portas

lcd.clear(); //limpa o lcd
leitura = analogRead(angulo); // faz a leitura da porta analógica
leitura = leitura * 100 / 1023;
lcd.setCursor(10, 1);
lcd.print(leitura); //imprime no LCD o valor do ângulo
digitalWrite(13, HIGH);
velocidade = (objeto - duration) / 1000; //converte o tempo de leitura dos
sensores de milissegundo para segundo.

if (digitalRead(9) == HIGH) { //Função IF(se), se o objeto já passou pelos
sensores, pode realizar os cálculos.
velocidade = 0.105 / velocidade;
objeto = 0;
duration = 0;
digitalWrite(13, LOW);
radiano = leitura * (3.1416 / 180);
y0 = 0.23 + (0.69 * (sin(radiano)));
velocidadey = velocidade * sin(radiano);
delta = sqrt((sq(velocidadey)) + (4 * 4.905 * y0));
tempopositivo = (velocidadey + delta) / 9.81; //realiza o cálculo do tempo
de voo.

leitura = leitura * 0;
leitura = (velocidade * cos(radiano)) * tempopositivo; //realiza o cálculo do
alcance máximo.

lcd.setCursor(0, 1); //Imprime as informações no visor LCD
lcd.print(velocidade);
lcd.setCursor(6, 1);
lcd.print("Vi");
lcd.setCursor(9, 0);
lcd.print(tempopositivo);
lcd.setCursor(14, 0);
lcd.print("t");
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(leitura);

```

```
    lcd.setCursor(6, 0);  
    lcd.print("D");  
    delay(1000);  
  
  }  
}
```

Teste final: com o aparato pronto foram realizados testes para verificar se os dados do Arduino, coincidiam com os dados medidos.

Para um ângulo de 30 graus o alcance máximo foi de 4,10 m, enquanto Arduino, calculou 5,15 m. O tempo medido 0,68 segundos enquanto o estimado pelo Arduino 0,85 segundos. A velocidade inicial calculada 6,96 m/s, e a estimada pelo Arduino 6,99 m/s. Apesar do alcance e tempo diferentes a velocidade inicial condiz, resultado positivo.

Para um ângulo de 45° o alcance máximo medido foi de 5,6 m e o estimado pelo Arduino, 6,04 m. O tempo medido foi de 0,98 segundos, e o tempo estimado 1,12. A velocidade inicial calculada foi de 8,08 m/s enquanto a estimada pelo Arduino foi de 7,62 m/s. A diferença é esperada, mas os valores estão próximos do esperado.

3.4 UTILIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para que o experimento possa ser utilizado em aula, é necessária uma orientação, por que os alunos têm que saber o que se busca com esse experimento, e como se utiliza. Assim precisa ser criado um roteiro experimental (Apêndice A). O roteiro experimental precisa conter: título, objetivo (com a descrição dos objetivos específicos), para saber o que se busca; os materiais necessários para realização; uma fundamentação teórica sobre lançamento de projéteis, para fazer uma revisão sobre o tema; o procedimento experimental para saber utilizar o aparato; as referências utilizadas.

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os testes realizados indicaram um funcionamento correto, considerando as variáveis que podem afetar a trajetória e alcance máximos do projétil, como resistência do ar, formato do projétil e pequenas diferenças na pressão de lançamento, que fazem com que o projétil percorra uma distância menor do que a prevista pelo Arduino, em qualquer um dos ângulos. O aparato Arduino forneceu dados confiáveis, de forma constante, em todos os lançamentos, sem apresentar medidas incoerentes, que fugissem muito das medidas realizadas experimentalmente.

O processo de desenvolvimento e montagem seguiu uma ordem que facilitou o desenvolvimento, começando pela pesquisa bibliográfica, depois planejamento, montagem, testes, e escrita do roteiro experimental. A pesquisa bibliográfica realizada foi muito útil para o desenvolvimento do protótipo, facilitando tanto a montagem eletrônica, quanto os cálculos utilizados do alcance máximo.

O projeto atendeu as expectativas, sendo um útil instrumento para aula de física sobre lançamento de projéteis, e permitindo comparar dados experimentais com os calculados através das equações deste tipo de movimento. Os resultados do experimento abaixo, confirmam a funcionalidade.

Tabela 4 – Tempo de percurso do projétil

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Tempo de voo (s)	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**
Número do lançamento						
1	0,70	0,85	0,96	1,08	1,23	1,35
2	0,70	0,78	0,93	1,05	1,20	1,33
3	0,73	0,95	0,97	1,10	1,09	1,15
4	0,66	0,85	0,96	1,12	1,10	1,18
5	0,75	0,86	0,92	1,05	1,12	1,20
Média	0,71	0,86	0,95	1,08	1,15	1,24

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 5 – Alcance máximo do projétil

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Alcance máximo (m)	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**
Número do lançamento						
1	3,97	5,17	4,65	5,02	4,40	4,74
2	3,57	4,17	4,55	4,92	4,20	4,53
3	4,50	6,64	5,30	5,74	3,01	3,27
4	4,08	5,17	5,66	6,08	3,25	3,46
5	4,15	5,28	4,57	4,92	3,33	3,60
Média	4,05	5,29	4,95	5,34	3,64	3,92

Fonte: Elaborada pelo autor.

I. Os valores medidos condizem as estimativas do aparato? Explique os resultados justificando eventuais diferenças.

Não condizem. Os valores de distância e tempo ficaram menores, isso pode ser devido ao formato do objeto e à resistência do ar, que cria sustentação e diminui a velocidade.

II. A partir dos dados do alcance máximo medido e do tempo cronometrado, calcule a velocidade inicial de lançamento em cada um dos disparos e complete a tabela 3.

III. Calcule as médias das velocidades iniciais calculadas e fornecidas pelo aparato, para cada ângulo de lançamento e registre na tabela 3.

Tabela 6 – Velocidade inicial do projétil

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Velocidade inicial (m/s)	Calculada	Aparato ^A	Calculada	Aparato ^A	Calculada	Aparato ^A
Número do lançamento						
1	6,55	7,00	6,85	6,57	7,15	7,02
2	5,89	6,18	6,91	6,62	7,00	6,81
3	7,12	8,07	7,73	7,37	5,52	5,69
4	7,14	7,00	8,34	7,67	5,91	5,86
5	6,39	7,09	7,02	6,62	5,94	6,00
Média	6,62	7,07	7,37	7,00	6,33	6,32

Fonte: Elaborada pelo autor.

IV. *Os valores calculados condizem com os fornecidos pelo aparato? Explique o resultado justificando eventuais diferenças.*

Ficam aproximados. No ângulo de 30° a velocidade calculada ficou menor que a do aparato, isso por que o projétil percorreu uma distância menor do que a prevista mas em um tempo muito parecido com o estimado. Nos ângulos de 45° e 60° o projétil percorreu uma distância mais próxima do valor estimado, porém com tempo menor, isso faz com que a velocidade inicial calculada seja maior que a fornecida pelo aparato. Devido ao formato do projétil, a resistência do ar causa influências diferentes para ângulos de lançamento distintos. Além disso, era esperada a mesma velocidade fornecida pelo aparato para todos os lançamentos indicando que, apesar do uso do manômetro, ocorrem variações de pressão entre um lançamento e outro, o que interfere na velocidade inicial de lançamento do projétil.

V. *Para qual ângulo obtém-se o maior alcance máximo? Justifique:*

O maior alcance máximo foi com ângulo de 45°, apesar do tempo de voo ser menor que no ângulo de 60° a proporção entre o deslocamento na horizontal e na vertical é o que fez o objeto ir mais longe.

VI. *Compare o alcance máximo e o tempo de voo obtido para os ângulos de 30° e 60°? Justifique:*

O tempo de voo para o ângulo de 60° quase dobrou em relação ao ângulo de 30°. No ângulo de 30° a velocidade na horizontal é muito maior do que no ângulo de 60°, isso faz com que a distância percorrida seja muito próxima à de 60°, apesar da altura máxima atingida e o tempo de voo serem muito menores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal de realizar a montagem de um experimento utilizando a plataforma Arduino para aquisição de dados foi alcançado, já que os resultados experimentais obtidos são condizentes com o esperado, e se aproximam com os resultados calculados pelo aparato, e este pode ser utilizado em sala de aula como recurso didático nas aulas de física.

O uso do Arduino é um aspecto positivo do projeto, por ficar fácil de realizar o experimento, pois este mostra os dados em um display, sem necessidade de realizar nenhuma tarefa adicional, a não ser lançar o projétil, e assim fica fácil comparar os dados experimentais com os teóricos. O uso de um projétil grande e lançado a uma distância relativamente grande faz com que a resistência do ar, formato do projétil e diferenças de pressão influenciem os resultados, causando uma diferença nos dados se comparados ao do aparato, o que se previsto, não influencia a validade do experimento.

O objetivo de realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os assuntos necessários foi atingido, abrangendo todos os aspectos necessários para o projeto. E servindo de base para realizar o planejamento e montagem.

Após a montagem do aparato, a produção de um roteiro experimental foi fundamental para comprovar e validar o projeto, e tornar utilizável. O roteiro cumpriu as os objetivos, contendo todos os aspectos necessários.

Após a finalização do projeto foi realizada a gravação de um vídeo explicativo, falando do projeto em si, da montagem e utilização do experimento, para que possa ser utilizado como material de consulta. Vídeo disponível em https://www.youtube.com/watch?v=_y5klUPsMCl.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO. *About us*. In *Arduino*, [S.l.], [2020c]. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- ARDUINO. *References*. In *Arduino*, [S.l.], [2020]. Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/en/>. Acesso em: 27 ago. 2020.
- BRAGA, Newton C. Todos os tipos de sensores. In. Newton C. Braga, [S.l.] [2020?]. Disponível em: <https://www.newtonbraga.com.br/index.php/electronica/52-artigos-diversos/9875-todos-os-tipos-de-sensores-art1158>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- EDUCABRAS. Potência e energia. In. EDUCABRAS, [S.l.], [2020c]. Disponível em: https://www.educabras.com/enem/materia/fisica/mecanica_cinematica/aulas/potencia_e_energia. Acesso em: 29 jul. 2020.
- GOMES, Pedro César Tebaldi. Entenda o que é Arduino e como funciona a sua aplicação. In *OP services*, Porto Alegre-RS, [2015a]. Disponível em: <https://www.opservices.com.br/o-que-e-o-arduino/>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- GUIA DO ESTUDANTE. MRUV. In. Guia do estudante, [S.l.], [2020]. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/curso-enem-play/movimento-retilineo-uniformemente-variado/#:~:text=FUN%C3%87%C3%83O%20HOR%C3%81RIA%20DA%20VELOCIDADE,%20%3D%20v0%20%2B%20a%20>. Acesso em: 12 jul. 2020.
- HELERBROCK, Rafael. "Capacitores". In. *Brasil Escola*, [S.l.], [2020c]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/capacitores.htm>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- HELERBROCK, Rafael. "Resistores". In. *Brasil Escola*, [S.l.], [2020c]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/resistores.htm>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- HELERBROCK, Rafael. Movimento uniforme. In *Brasil Escola*, [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/movimento-uniforme.htm>. Acesso em: 25 jul. 2020.
- JUNIOR, Aroldo Barsotti. Conhecendo o Arduino Uno. In. *Oficina da Net*, [S.l.], [2015]. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/14674-conhecendo-o-arduino-uno>. Acesso em: 29 ago. 2020.
- JÚNIOR, Joab Silas da Silva. "Lançamento oblíquo". In. *Brasil Escola*, [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lancamento-obliquo.htm>. Acesso em: 12 jul. 2020.
- LIMA, Luiz Carlos de. História da física. In. *Inpe*, São José dos Campos, [2020?]. Disponível em: http://www.das.inpe.br/~alex/Ensino/cursos/historia_da_ciencia/artigos/Historia_da_Fisica_30.pdf. Acesso em: 15 jul. 2020.

MUNDO DA ELÉTRICA. Movimento dos elétrons. *In* Mundo da elétrica, [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/wpcontent/uploads/2019/05/movimento-eletrons-livres.jpg>. Acesso em: 30 jul. 2020.

MUNDO DA ELÉTRICA. Principais características da corrente elétrica. *In* Mundo da elétrica, [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/principais-caracteristicas-da-corrente-eletrica/>. Acesso em: 30 jul. 2020.

MUNDO ELÉTRICA. O que é um diodo?. *In*. Mundo Elétrica, [S.l.], [2020c]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-diodo/>. Acesso em: 12 ago. 2020.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. Lançamento vertical de objetos. [S.l.], [2020?]. Disponível: <https://www.preparaenem.com/fisica/lancamento-vertical-objetos.htm>. Acesso em: 24 jul. 2020.

TAVARES, Romero. O Lançamento de projéteis na Física Aristotélica e na Física Newtoniana. Disponível em: http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/02aProjeteisMovimento/site/texto_abordagem.htm. Acesso em: 25 jul. 2020.

TECNOCLIP. Que es un sensor y que tipos existen?. *In* Tecno clip, Córdoba-Veracruz, [2020?]. Disponível em: <https://tecnoclip.com.mx/2020/04/28/que-es-un-sensor-y-que-tipos-existen/>. Acesso em: 12 ago. 2020a.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. "O que é carga elétrica?". *In*. Brasil Escola, [S.l.], [2020c]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-carga-eletrica.htm>. Acesso em: 29 jul. 2020.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. "O que é resistência elétrica?". *In*. Brasil Escola, [S.l.], [2020c]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-resistencia-eletrica.htm>. Acesso em: 30 jul. 2020.

THENÓRIO, Iberê. Canhão de batatas. *In*. Manual do Mundo, [S.l.], [2011]. Disponível em: <https://manualdomundo.uol.com.br/experiencias-e-experimentos/canhao-de-batatas>. Acesso em: 4 set. 2020.

TODA MATÉRIA. Tensão elétrica. *In*. Toda Matéria, [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/tensao-eletrica/#:~:text=Tens%C3%A3o%20el%C3%A9trica%20%C3%A9%20a%20grandeza,volt%2C%20cujo%20s%C3%ADmbolo%20%C3%A9%20V>. Acesso em: 24 jul. 2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. Cuidados em Eletricidade e Choque Elétrico. *In* Departamento de Física, Londrina – PR, [2020c]. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/renatoikeoka/pages/arquivos/Modelos%20e%20textos/Cuidados_em_eletricidade.pdf. Acesso em: 12 ago. 2020a.

WIKIPEDIA. Arduino. *In. Arduino, [S.l], [2020]*. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>. Acesso em: 28 ago. 2020.

APÊNDICE A – ROTEIRO EXPERIMENTAL**Escola Estadual de Ensino Médio São Francisco de Assis**

Disciplina de Física

Título: Lançamento de projéteis**Objetivo:**

Estudar o movimento de um corpo em um lançamento oblíquo, estimar a velocidade inicial de um projétil com base nos dados coletados e realizar o comparativo com os dados fornecidos pelo aparato tecnológico Arduino.

Materiais:

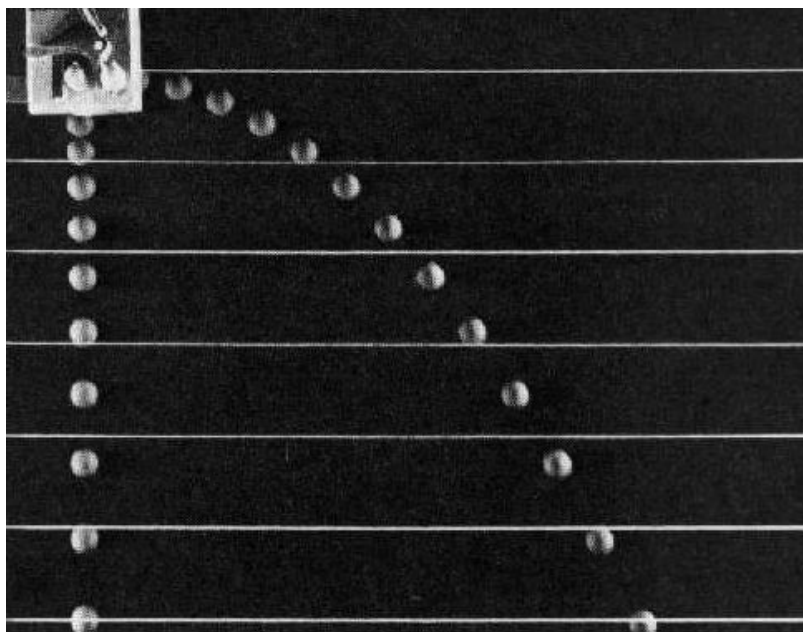
- Lançador de projéteis (figura 3).
- Arduino.
- Bomba manual de encher pneu (figura 3).
- Trena.
- Projétil de madeira.
- Celular com câmera.
- Prumo.
- Giz (para fazer as marcações no chão).
- Cronômetro ou celular com cronômetro.

Fundamentação teórica:

O lançamento oblíquo ocorre quando um objeto inicia seu movimento formando um determinado ângulo com a horizontal. Nesse tipo de lançamento, o objeto executa dois movimentos simultâneos, enquanto executa um movimento na vertical (movimento uniformemente variado), subindo e descendo, também se desloca horizontalmente e de forma constante (movimento retilíneo uniforme).

Por conta da atuação da gravidade no eixo y, o movimento será uniformemente variado, como se pode observar na figura 1, onde várias fotos foram tiradas em intervalos iguais de tempo e sobrepostas, exemplificando a aceleração pelo aumento do distanciamento com relação as posições anteriores.

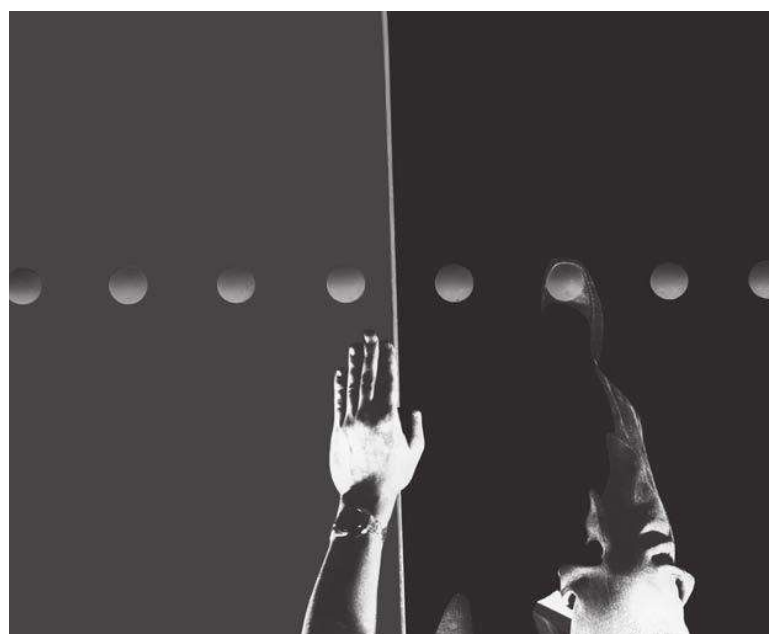
Figura 1 – Foto estroboscópica de uma queda livre e um lançamento horizontal



Fonte: Researchgate, 2020?

Observando a mesma figura 1, podemos dizer que o movimento na horizontal é uniforme, a distância não aumenta quando se observa o sempre em intervalos de tempo idênticos. A fotografia estroboscópica (figura 2), tirada com uma visão de cima do trajeto, mostra claramente que é um movimento retilíneo uniforme.

Figura 2 – Fotografia estroboscópica visão aérea



Fonte: Docplayer, 2020?

Agora analisando quantitativamente este movimento, podemos escrever as equações que o regem:

Na direção horizontal:

$$x = x_0 + V_x t$$

$$V_x = V_{0x} = \text{constante}$$

Na direção vertical:

$$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$V_y = V_{0y} + a_y t$$

$$a_y = -g \text{ (No caso do referencial y orientado verticalmente para cima).}$$

Para descobrir o alcance horizontal, precisa-se primeiro determinar o tempo no qual o objeto fica em voo. Portanto utiliza-se a equação para o movimento vertical, aplicando a altura de lançamento em y_0 , a altura onde o objeto toca o alvo como y , e a velocidade $V_{0y} = V_0 \times \sin \theta$ (onde θ é o ângulo de lançamento e V_0 a velocidade inicial do movimento) e descobre-se o intervalo de tempo. Este resultado se aplica na equação para o movimento na horizontal, que fica da seguinte maneira, $x = V_0 \times \cos(\theta) \times t$, considerando $x_0 = 0$.

Procedimento experimental:

Observações:

- a. Selecione uma área livre de obstáculos e nivelada para realizar os lançamentos;
- b. Evite olhar dentro do lançador e cuide ao disparar o projétil para que este não acerte seu colega/professor;
- c. Cuidado para não modificar o ângulo e desregular o lançador durante o experimento;
- d. Execute o disparo sempre aplicando a menor força possível para abrir o registro do disparador.

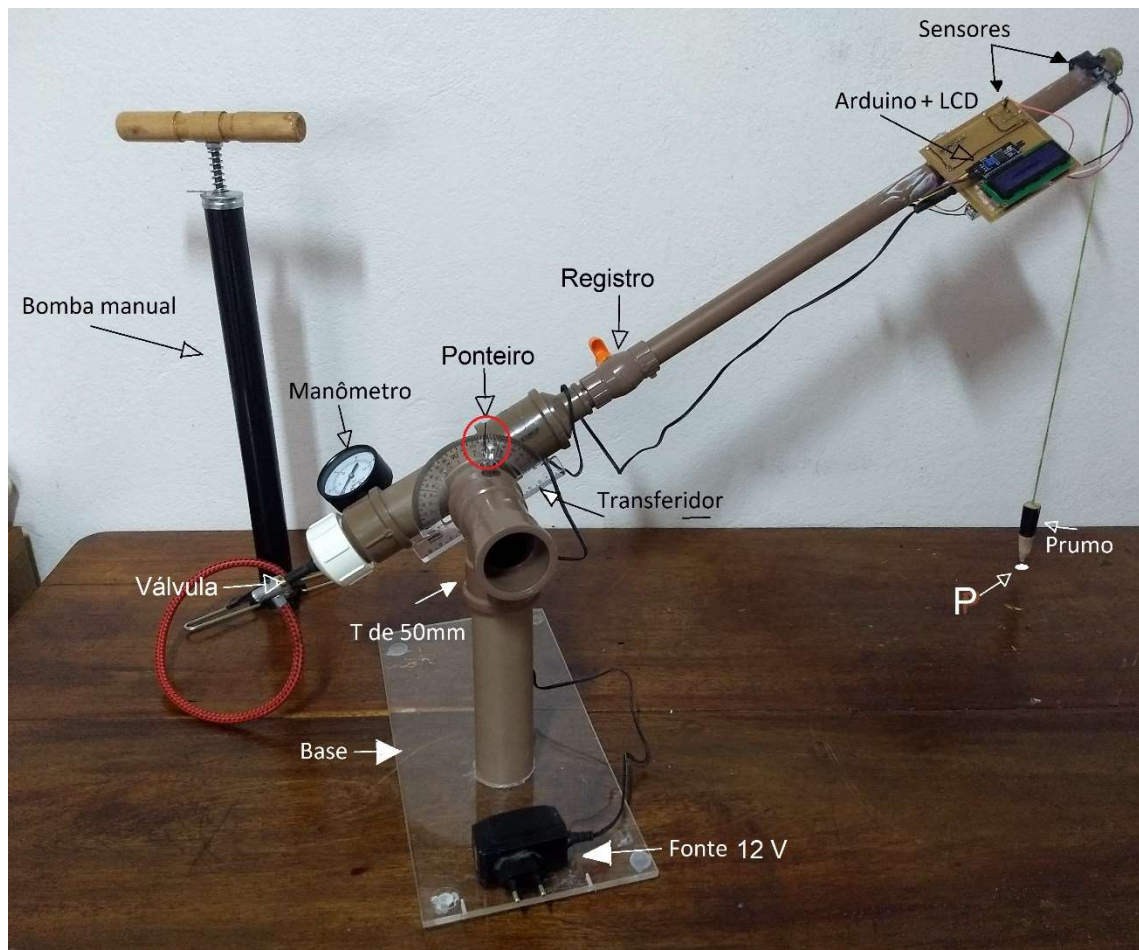
Procedimento de lançamento:

1. Posicione o lançador como na figura 3 e garanta que a base deste esteja em uma superfície nivelada. A distância horizontal (alcance) percorrida pelo objeto será

considerada a partir do ponto P (figura 3), logo abaixo da extremidade do lançador, indicada pelo prumo.

2. Conecte a bomba de ar à válvula do pressurizador.
3. Ligue o equipamento à tomada, por meio da fonte.

Figura 3 – Lançador de projéteis



Fonte: Registrada pelo autor.

4. Leia os procedimentos 5 a 13 antes de executá-los.
5. Coloque o lançador no ângulo de lançamento $\theta = 30^\circ$, apontado o ponteiro na posição $90^\circ - \theta$ (Figura 4). Aperte o parafuso para fixar o lançador nesta posição.

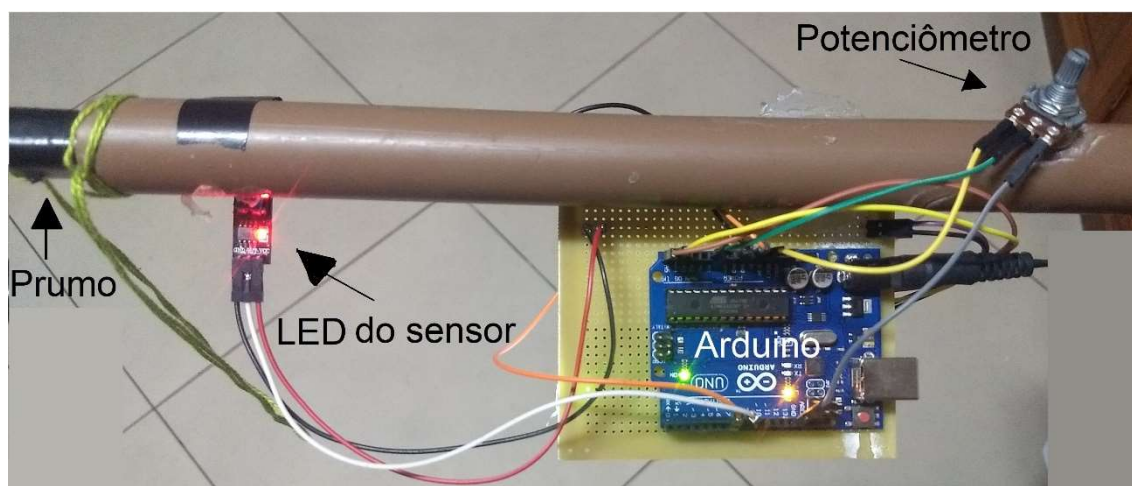
Figura 4 – Posicionamento do ponteiro em relação ao transferidor para o correspondente ângulo de lançamento de 30°



Fonte: Registrada pelo autor.

6. “Informe” o ângulo de lançamento ao Arduino, para fazer seu ajuste. Para isto, insira a extremidade do prumo, colocando-a em frente ao sensor instalado na saída do tubo, até o correspondente LED vermelho acender (figura 5). Varie lentamente a posição do potenciômetro (figura 5) conectado ao Arduino até visualizar, no *display* LCD (figura 6), o ângulo θ em que está o lançador.

Figura 5 – Vista da placa Arduino, do LED do sensor posicionado na extremidade do lançador e do potenciômetro



Fonte: Registrada pelo autor.

Figura 6 – Vista frontal do LCD com as respectivas posições das informações



Fonte: Registrada pelo autor.

7. Para pressurizar o lançador, movimente o êmbolo da bomba manual de pressurização de uma a duas vezes, até que a pressão indicada no manômetro atinja aproximadamente $0,6 \text{ kgf/cm}^2$.
8. Insira o projétil no tubo.
9. Deixe o cronômetro pronto. Libere a contagem quando o objeto for lançado e pare quando este atingir o solo. Ao final do lançamento registre o tempo do cronômetro (medido*) e do *display* (estimado**) na tabela 1.
10. Abra o registro (figura 3) e lance o projétil, gravando com o auxílio de uma câmera para facilitar a determinação da posição em que atingiu o solo. Realize uma marcação no local indicando o número do lançamento (1 a 5) e, a partir desta, meça a distância até o ponto P (figura 3) com o auxílio de uma trena.
11. Anote na tabela 2 os valores dos alcances máximos medidos com a trena* a partir do ponto P do lançador e, ao lado, o valor estimado** com base na velocidade inicial, fornecido pelo aparato.
12. Registre na tabela 3 o valor da velocidade inicial fornecido pelo aparato^A, em cada lançamento.
13. Realize 5 lançamentos para o mesmo ângulo.
14. Repita o procedimento dos itens 5 a 13 para os ângulos de 45° e 60° .

15. Calcule as médias dos tempos de voo (tabela 1) e alcances máximos (tabela 2) medidos e estimados, para cada lançamento e registre nas respectivas tabelas.

TABELA 1:

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Tempo de voo (s)	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**
Número do lançamento						
1						
2						
3						
4						
5						
Média						

TABELA 2

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Alcance máximo (m)	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**	Medido*	Estimado**
Número do lançamento						
1						
2						
3						
4						
5						
Média						

Análise dos resultados:

I. Os valores medidos condizem as estimativas do aparato? Explique os resultados justificando eventuais diferenças.

II. A partir dos dados do alcance máximo medido e do tempo cronometrado, calcule a velocidade inicial de lançamento em cada um dos disparos e complete a tabela 3.

Utilize a seguinte equação:

$$V_0 = \frac{x}{t \times \cos \theta}$$

III. Calcule as médias das velocidades iniciais calculadas e fornecidas pelo aparato, para cada ângulo de lançamento e registre na tabela 3.

TABELA 3:

Ângulo de lançamento	30°	30°	45°	45°	60°	60°
Velocidade inicial (m/s)	Calculada	Aparato ^A	Calculada	Aparato ^A	Calculada	Aparato ^A
Número do lançamento						
1						
2						
3						
4						
5						
Média						

IV. Os valores calculados condizem com os fornecidos pelo aparato? Explique o resultado justificando eventuais diferenças.

V. Para qual ângulo obtém-se o maior alcance máximo? Justifique:

VI. Compare o alcance máximo e o tempo de voo obtido para os ângulos de 30° e 60°? Justifique:

REFERÊNCIAS

DOCPLAYER. Fotografia estroboscópica visão aérea. In Doc player, [S.l.], [2020?] Disponível em: <https://docplayer.com.br/docs-images/91/105410959/images/3-0.jpg>. Acesso em: 02 out. 2020a.

HELERBROCK, Rafael. Queda livre e lançamento vertical. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/movimento-queda-livre-lancamento-vertical.htm>. Acesso em: 02 out. 2020.

PEDUZZI. Foto estroboscópica de uma queda-livre simultânea com um lançamento horizontal. In. Researchgate, [S.l.], [1998]. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Foto-estroboscopica-de-uma-queda-livre-simultanea-com-um-lancamento-horizontal-PEDUZZI_fig2_285588834. Acesso em: 02 out. 2020c.

UFES. ExperimentoA2: Lançamento de Projéteis. In Ufes, Vitória-ES, [2020?]. Disponível em: http://fisica.ufes.br/sites/fisica.ufes.br/files/field/anexo/experiencia_a2_-_lançamento_de_projeteis.pdf. Acesso em: 02 out. 2020?.

ANEXO B – AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM DOS ALUNOS



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
Reconhecida pela Portaria Ministerial nº 453 de 21/11/1983 – D.O.U de 22/11/1983

**AUTORIZAÇÃO PARA USO E DIVULGAÇÃO DE IMAGEM FOTOGRÁFICA
DE PESSOA MENOR DE IDADE**

Eu, LUCIANE KREIN LEME, residente no endereço, AV. BARÃO HÖLLE, 900, PARQUE NOVO-RS, sob o RG nº 7062025411 e o CPF nº 681.564.480-49, autorizo, por meio desta, o Sr. Murilo Machado da Silva, do curso licenciatura em Física e a Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, a utilizarem, **GRATUITAMENTE**, a imagem fotográfica de meu filho GABRIEL KREIN DA MOTA, para inserção no Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: EXPERIMENTOS DE FÍSICA USANDO O ARDUINO: um projeto de pesquisa científica de alunos de Ensino Médio.

Estou ciente de que o referido Trabalho poderá ser disponibilizado em qualquer meio eletrônico de divulgação institucional, utilizado **para os específicos fins educativos, técnico-científicos, culturais e não-comerciais**, abrindo mão, desde já, de quaisquer outras reivindicações a respeito do uso dessa imagem, seja a que título for.

São Leopoldo, 25 de outubro de 2020.

[Assinatura]
Assinatura do Responsável Legal

Gabriel Krein da Mota
Assinatura do Aluno

Av: Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-000|São Leopoldo|Rio Grande do Sul|Brasil|Telefone 51 3591 1122|<http://www.unisinos.br>

Av: Luiz Manoel Gonzaga, 744 CEP 90470-280|Porto Alegre|Rio Grande do Sul |Telefone 51 3591 1122

Rua Treze de Maio, 675 (2º andar) CEP 95700-000|Bento Gonçalves|Rio Grande do Sul|Brasil|Telefone 54 3452 5100

Rua Feijó Junior, 1132 (1º e 2º andar) CEP 95034-160|Caxias do Sul|Rio Grande do Sul|Brasil| Telefone 54 3214 2100

Rua Carlos Gomes, 658 (centro) CEP 96200-460|Rio Grande|Rio Grande do Sul|Brasil|Telefone 53 3235 1339

**AUTORIZAÇÃO PARA USO E DIVULGAÇÃO DE IMAGEM FOTOGRÁFICA
 DE PESSOA MENOR DE IDADE**

Eu, Marcos Lorenci de Almeida, residente no endereço, Despique Brejo Novo RS, sob o RG nº 2015032554 e o CPF nº 926.632.900-29, autorizo, por meio desta, o Sr Murilo Machado da Silva, do curso licenciatura em Física e a Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, a utilizarem, **GRATUITAMENTE**, a imagem fotográfica de meu filho Murilo de Base de Almeida, para inserção no Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: EXPERIMENTOS DE FÍSICA USANDO O ARDUINO: um projeto de pesquisa científica de alunos de Ensino Médio.

Estou ciente de que o referido Trabalho poderá ser disponibilizado em qualquer meio eletrônico de divulgação institucional, utilizado para os específicos fins educativos, técnico-científicos, culturais e não-comerciais, abrindo mão, desde já, de quaisquer outras reivindicações a respeito do uso dessa imagem, seja a que título for.

São Leopoldo, 25 de outubro de 2020.


 Assinatura do Responsável Legal

Murilo da Rosa de Almeida
 Assinatura do Aluno