



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CAMPUS MANAUS-DISTRITO INDUSTRIAL
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO



LARISSA ALENCAR DE MELO

**ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTÁTIL COM CULTURA MAKER
INTERDISCIPLINAR PARA ENSINO DE FÍSICA E PROGRAMAÇÃO DE
COMPUTADORES**

Manaus - AM

2021

LARISSA ALENCAR DE MELO

**ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTÁTIL COM CULTURA MAKER
INTERDISCIPLINAR PARA ENSINO DE FÍSICA E PROGRAMAÇÃO DE
COMPUTADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à banca avaliadora do Curso Superior de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia em Controle e Automação.

Orientador: Professor Dr, Vitor Bremgartner da Frota.

Manaus

2021

M775u

Melo, Larissa Alencar

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTÁTIL COM
CULTURA MAKER INTERDISCIPLINAR PARA ENSINO DE
FÍSICA E PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES / Larissa
Alencar de Melo. Manaus, 2021.

44 f. : il.

Orientador: MSc. Vitor Bremgartner da Frota. TCC
(Graduação - Curso Superior de Engenharia de Controle e Automação-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
(IFAM) - Campus Manaus Distrito Industrial (CMDI), 2021.

1. Arduino. 2. Robótica Educacional . 3. Pensamento
Educativo. 4. Ensino de Programação. I. da Frota, MSc. Vitor
Bremgartner. II. Título

CDD 629.892

LARISSA ALENCAR DE MELO

**ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTÁTIL COM CULTURA MAKER
INTERDISCIPLINAR PARA ENSINO DE FÍSICA E PROGRAMAÇÃO DE
COMPUTADORES**

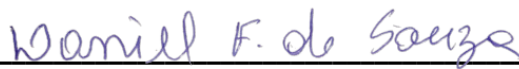
Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à banca avaliadora do Curso Superior de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia em Controle e Automação.

Manaus, 2 de Março de 2021

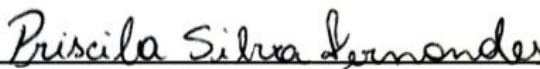
BANCA EXAMINADORA



Orientador: Vitor Bremgartner da Frota, Dr



Avaliador: Daniel Souza, Dr.



Avaliador: Priscila Silva Fernandes, MSc.

Manaus
2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, que me guiou até aqui e me deu forças para não desistir.

Também dedico aos meus pais que me ensinaram o caminho que devo seguir, a minha irmã que aguentou muitas horas de estudos com a luz do quarto ligada e aos meus amigos que tornaram essa caminhada menos difícil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus porque” posso todas as coisas naquele que me fortalece”. Em segundo lugar agradeço aos meus pais que sempre me apoiaram e me incentivaram a estudar, oferecendo total apoio e a minha irmã que se esforçou para não atrapalhar minhas noites de estudo. Também agradeço aos meus amigos que conheci durante o curso, que tornaram esses cinco anos menos dolorosos, dos quais sentirei saudades quando tudo acabar. Ademais não posso esquecer de agradecer aqueles que me proporcionaram conhecimento, os professores, especialmente o meu orientador, Vítor Bremgartner e meu professor de Trabalho de Conclusão de Curso, Ailton Reis.

“Aquilo que escuto eu esqueço, aquilo
que vejo eu lembro, aquilo que faço eu entendo.”

(Provérbio

Chinês)

RESUMO

Sabe-se que o ensino de Física pode ser considerado difícil devido a tantos cálculos, gráficos e números. Muitas vezes, a capacidade de associação das fórmulas e do conteúdo teórico com o cotidiano não acontece de forma clara para os alunos. Além disso, o ensino de Programação de Computadores também se torna difícil para os alunos, pois muitas vezes lhes faltam habilidades para entenderem os passos lógicos para a resolução de problemas por meio de um computador. Logo, o objetivo do projeto apresentado neste artigo é facilitar o ensino de Física por meio da cultura *maker*, no processo faça-você-mesmo (DIY). Como estudo de caso para aplicar a cultura *maker* no ensino de Física e Programação de Computadores, criamos uma estação meteorológica portátil com Arduino, um hardware livre de baixo custo, de forma que os alunos pudessem relacionar assuntos de Termodinâmica com Programação de Computadores, dessa forma buscando melhorar a forma de raciocínio e visibilidade com o auxílio da Física teórica, a cultura *maker* e o cotidiano. Na construção dessa estação meteorológica, foi possível estudar e visualizar as variáveis de estado da Termodinâmica utilizando o Arduino como plataforma de monitoramento. No nosso trabalho, inicialmente iríamos realizar experimentos presencialmente, porém tivemos que aplicar experimentos remotos devido à pandemia de covid-19. Nesse experimento, participaram 20 alunos do segundo ano de um curso técnico de Ensino Médio em Eletrônica de uma Instituição de Ciência e Tecnologia no Brasil. Todos os alunos foram submetidos a um teste inicial a respeito de conceitos de Termodinâmica e Programação de Computadores, a fim de obtermos o diagnóstico inicial destes estudantes. Em seguida, todos os alunos assistiram a uma aula online do professor de Física e por fim, os alunos foram divididos, por meio de um sorteio, em 2 grupos: o grupo que participou dos experimentos *maker* remotos (10 alunos) e o grupo que não participou (10 alunos). Aplicamos um questionário final para toda a turma, a fim de obter os níveis de expertise da turma a respeito dos conceitos de Termodinâmica e Programação. Os resultados obtidos, a comparação entre os grupos que participaram e não participaram das atividades *maker* remotas, o relato dessas experiências remotas e os ajustes feitos para alcançar o maior número possível de alunos mostram a viabilidade da proposta, além de desafios e direcionamentos futuros reportados.

Palavras-Chave: Arduino; Robótica Educacional, Pensamento Computacional, Ensino de Programação.

ABSTRACT

It is known that teaching physics can be considered difficult due to so many calculations, graphs and numbers. Often, the ability to associate formulas and theoretical content with everyday life does not happen clearly for students. In addition, teaching Computer Programming is also difficult for students, as they often lack the skills to understand the logical steps for solving problems using a computer. Therefore, the objective of the project presented in this article is to facilitate the teaching of Physics through the maker culture, in the do-it-yourself (DIY) process. As a case study to apply the maker culture to the teaching of Physics and Computer Programming, we created a portable meteorological station with Arduino, a low cost free hardware, so that students could relate Thermodynamics to Computer Programming, in this way seeking to improve the way of reasoning and visibility with the help of theoretical Physics, maker culture and everyday life. In the construction of this meteorological station, it was possible to study and visualize the state variables of Thermodynamics using Arduino as a monitoring platform. In our work, we were initially going to perform experiments in person, but we had to apply remote experiments due to the covid-19 pandemic. In this experiment, 20 second-year High School students of a technical course in Electronics participated from a science and technology institution in Brazil. All students were subjected to an initial test regarding concepts of Thermodynamics and Computer Programming, in order to obtain the initial diagnosis of these students. Then, all the students attended an online lesson from the Physics teacher and finally, the students were divided, through a draw, into 2 groups: the group that participated in the remote maker experiments (10 students) and the group that did not participate (10 students). We applied a final test to the whole class, in order to obtain the levels of expertise of the class regarding the concepts of Thermodynamics and Computer Programming. The results obtained, the comparison between the groups that participated and did not participate in the remote maker activities, the report of these remote experiences and the adjustments made to reach the largest possible number of students show the feasibility of the proposal, in addition to reported challenges and future directions.

Keywords: Arduino, Educational Robotic, Computational Thinking, Programming Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Arduino uno.	3
Figura 2. IDE Arduino.	3
Figura 3. Arduino Uno R3.	3
Figura 4. Sensor BMP 180.	3
Figura 5. Protoshield.	3
Figura 6. Display LCD 16x2 backlight verde.	3
Figura 7. Conexões LCD 16x2 – HD44780	3
Figura 8. Bateria 9V.	3
Figura 9. Esquema de montagem utilizado para construção do circuito.	3
Figura 10. Fluxograma da metodologia de execução do projeto	3
Figura 11. (a) Barômetro caseiro. (b) Linhas de medições da pressão baseada no horário das variações observadas.	3
Figura 12. (a) Pluviômetro construído. (b) Termoscópio construído.	3
Figura 13. Montagem do circuito: (a) Protoboard – (b) Protoshield	3
Figura 14. Estação Meteorológica portátil.	3
Figura 15. Registro e Temperatura do dia: (a) Registro do dia as 9:00 am. (b)Medição da Temperatura via Google Weather.	3
Figura 16. Aferições da Estação Meteorológica às 9:00 am.	3
Figura 17.Registro e Temperatura do dia: (a) Registro do dia as 14:00 pm. (b)Medição da Temperatura via Google Weather.	3
Figura 18. Aferições da Estação Meteorológica às 14:00 am.	3
Figura 19. Registro e Temperatura do dia: (a) Registro do dia as 18:00 pm. (b)Medição da Temperatura via Google Weather.	3
Figura 20. Aferições da Estação Meteorológica às 18:00 am.	3
Figura 21. Uploads do Vídeo YouTube	3
Figura 22. Playlist YouTube – Estação Meteorológica	3
Figura 23. Playlist Youtube – Experimentos Maker de Física.	3
Figura 24. Materiais para construção do Pluviômetro.	3
Figura 25. Materiais para construção do Barômetro.	3

Figura 26. Materiais para construção do Termoscópio.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Taxas de acertos e erros relacionados às perguntas de Física no questionário inicial.	3
Tabela 2. Taxas de acertos e erros relacionado às perguntas de Programação no questionário inicial.	3
Tabela 3. Taxas de acertos e erros relacionados às perguntas de Física no questionário final.	3
Tabela 4. Taxas de acertos e erros relacionados às perguntas de Programação no questionário final.	3

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Questionário utilizado para registrar o conhecimento dos alunos sobre termodinâmica e programação.	3
Quadro 2. Questionário utilizado para registrar as considerações dos alunos sobre a utilização da cultura maker interdisciplinar com arduino para ensino de física.	3
Quadro 3. Pesquisa de opinião a respeito dos experimentos maker.	3

SUMÁRIO

1.	12	
2.	16	
3.	19	
3.1	MATERIAIS	3
3.1.1	Softwares Utilizados	3
3.1.2	21	
3.1.3	22	
3.1.4	23	
3.1.5	24	
3.1.6	24	
3.1.7	25	
3.2	PLANEJAMENTO	3
3.3	EXECUÇÃO	3
3.4	INSTRUÇÕES DE MONTAGEM PARA OS EXPERIMENTOS	37
3.4.1	37	
3.4.2	38	
3.4.3	39	
4.	41	
5.	47	
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3

1. INTRODUÇÃO

A utilização da Cultura *Maker* Interdisciplinar com Arduino para ensino de Física e Linguagem de Programação é um projeto de grande importância, pois sabe-se que o ensino de Física pode ser considerado difícil por conta de tantos cálculos, gráficos e números. Além disso, a capacidade de associação das fórmulas e do conteúdo teórico com o cotidiano não acontece de forma fácil. Portanto, alcançar a atenção e o interesse dos estudantes para apreender o conhecimento teórico ainda é um grande desafio no processo de ensino, pois na grande maioria das disciplinas o conhecimento só é repassado em forma de textos e cálculos, principalmente nas disciplinas como Física e Matemática, dessa forma tornando o ensino e o aprendizado árduo (SANTOS; FRANÇA; SANTOS, 2007). Uma forma de mudar esse fato é combinando o ensino teórico e a prática laboratorial, aplicando métodos eficazes, como por exemplo, a Cultura (ou Movimento) *Maker* (RESNICK, 2020).

Sendo assim, inferimos que uma forma para mudar esse fato é combinando o ensino teórico e a prática laboratorial, aplicando métodos eficazes, como por exemplo, o movimento *Maker*.

Nesse contexto, a pergunta problema que norteou a pesquisa é: “de que forma o movimento de ensino *maker* pode ser aplicado ao ensino da física, como ferramenta de facilitação da aprendizagem?”

Na disciplina de Física, o objetivo principal é a compreensão do mundo, a valorização do conhecimento e a contextualização da Física como ciência e tecnologia. Apesar desses fatores, a Física tem sido apresentada aos alunos de forma engessada e esse processo de ensino esconde algumas práticas relativas a ciência, não ocorrendo a aprendizagem significativa (VIDAL, 2018). Logo, o ensino da Física é visto como pouco atrativo e até mesmo desmotivador, onde tal fator faz com que os alunos tenham uma deficiência na sua formação científica-cultural, isto porque não se utiliza de elementos instigantes no processo de aprendizagem (MOURÃO, 2018). Principalmente nas escolas públicas de Ensino Fundamental e Médio tem-se o ensino teórico, porém na maioria das vezes sem aulas práticas por conta da insuficiência de recursos. Dessa forma, não é diferente nas aulas de Física, onde o aluno perde o interesse, principalmente aqueles que não têm muita aptidão com números e cálculos.

Ademais existe uma fluente filosófica que é conhecida como pragmatismo, porém era intitulada por Dewey como instrumentalismo, essa fluente pregava que as ideias são importantes, caso elas sejam um meio ou instrumento de solução de problemas reais, dessa

forma a sua teoria na área pedagógica se aplica na educação gradativa. Diante disso, um dos principais ideais é a educação como um todo, não focado apenas no crescimento intelectual, mas também no físico e emocional. Dessa forma, ele defende que os alunos absorvem melhor os assuntos teóricos, realizando as práticas que estão associada a este (FERRARI, 2008).

Sendo assim, ao se trabalhar com a Cultura *Maker* para o desenvolvimento de algum projeto interdisciplinar, os alunos serão introduzidos em um contexto de formação científica que permitirá que ele desenvolva e aplique os conceitos adquiridos nas aulas para a produção tecnológica (MEIRA; RIBEIRO, 2016). Portanto, no caso deste trabalho, a criação e a montagem de uma estação meteorológica portátil poderão auxiliar o aluno na tarefa de relacionar dados e informações atreladas à Termodinâmica, onde assim o aluno lidará com situações do cotidiano. O uso de experimentos práticos nas aulas é importante para que o processo de aprendizagem flua de uma maneira melhor, e no ensino da Física as práticas laboratoriais são imprescindíveis, pois existe a necessidade de comprovar os fenômenos físicos, já que somente com o conteúdo instrucionista dos livros não é possível ter a mesma percepção.

Implementar a Cultura *Maker* nos Ensinos Fundamental e Médio e na educação em geral torna-se importante, pois o atraso na educação formal no Brasil está diretamente ligado a deficiência do ensino no país. Portanto, o resultado do ensino de baixa qualidade, ou de poucos resultados, pode gerar alunos com dificuldades para entrar em uma universidade ou para se manter na mesma. Na escola, o aluno deveria se tornar apto para iniciar uma vida universitária, contudo sabe-se que isso não ocorre por vários fatores, entre eles, um Ensino Médio ineficiente. (LEITE; FONSECA; LIMA, 2016).

Sabe-se que a motivação para aprender física tem vários fatores, como questões intrapessoais que levam o aluno a se empenhar mais na aprendizagem de certos assuntos, ou seja, o ensino teórico adquirido pelo aluno e sua capacidade de absorção atrelada a experiências práticas podem trazer ótimos resultados, especialmente se essas experiências forem feitas pelos próprios alunos, baseando-se na Cultura *Maker*.

Diante disso, a aplicação da “Cultura *Maker*” com a utilização da ferramenta Arduino para o ensino de Física e Linguagem de Programação pode ser atrativa e educativa para alunos dentre os diversos níveis, tornando o aprendizado mais significativo e fazendo-os perceber e compreender que a Ciência está em todo lugar e em constante transformação, além de estimular o pensamento computacional do aluno. Ademais, o estímulo do Pensamento Computacional desempenha uma significativa pertinência no desenvolvimento do indivíduo como aluno, isso porque outorga a produção de habilidades, tais como: raciocínio lógico,

pensamento crítico, tomadas de decisão, capacidade de reconhecimento de padrões e resolução de problemas (WING, 2006).

Logo, este trabalho vai exemplificar experimentos para o ensino de Física, tendo como estudo de caso aplicações do conceito de Termodinâmica, por meio da Cultura *Maker* com Arduino para construção de uma estação meteorológica portátil. Dessa forma, esperamos que as aulas de Física saiam do modelo instrucionista, sendo este consistindo apenas numa transmissão de conhecimento, e seja baseada no construcionismo de Seymour Papert (1980), onde o aluno cria e constrói através da exploração e descoberta, tendo o professor como mediador (RIBEIRO et al. 2011; CAMBRUZZI et al. 2015). Ademais, o uso do computador no ensino e aprendizagem de Física diminui a distância tecnológica entre estudantes e escolas, funcionando como um instrumento de laboratório.

Assim, ao se trabalhar com a Cultura *Maker* para o desenvolvimento de algum projeto, os alunos serão apresentados à um novo contexto de formação científica, permitindo que o aluno desenvolva e aplique os conceitos adquiridos nas aulas para a produção tecnológica. Dessa forma, a criação e a montagem de uma estação meteorológica portátil poderão auxiliar o aluno na tarefa de relacionar dados e informações, dados esses relacionados a termodinâmica, assim o aluno lidará com situações do cotidiano. A ideia principal deste trabalho era a aplicação presencial, porém devido a pandemia o desenvolvimento foi feito de forma remota.

Além disso, a frequência das aulas a distância aumentou significativamente durante a pandemia, pois era um dos ou único meio de comunicação entre aluno e professor, portanto o desempenho curricular destes passou por transformações em relação as práticas presenciais de outrora. Logo, ensinar de forma remota não é apenas colocar as aulas ou atividades a disposição dos alunos por meio de sistemas de interação, contudo são necessárias adaptações nos formatos das aulas, na didática, na dinâmica, na metodologia, de maneira que seja possível entendimento e novas ideias do tema em questão (MORAN, 2020).

Portanto, práticas educativas para o ensino e aprendizagem estão se modificando para se adaptarem ao novo contexto que o mundo está vivendo que é a pandemia. Diante dessa situação atípica muitos alunos ficaram sem acesso as aulas presenciais, e a utilização de laboratórios para preparar seus experimentos. Portanto, é essencial instigar o aluno a ser o protagonista na construção do seu conhecimento.

Esse trabalho de conclusão de curso tem como objetivo geral investigar de que forma a cultura *maker* aliada com o Arduino pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem de Física e Linguagem de Programação C. Desse objetivo geral decorre outro três específicos

que são estudar os conceitos que norteiam a cultura *maker* de forma que auxilie no aprendizado de alunos em Física e Linguagem de Programação C por meio da criação de uma Estação Meteorológica portátil com o Arduino e também relacionar a cultura *maker* com o ensino da física de forma a avaliar as vantagens e desvantagens do uso da Estação Meteorológica portátil para fins de Educação Profissional e Tecnológica, podendo assim avaliar o interesse e a aprendizagem do estudante pelos fundamentos de Física e Linguagem de Programação com a aplicação do experimento.

Além desta Introdução, este artigo está estruturado como segue: O Capítulo 2 apresenta aspectos teóricos sobre Cultura *Maker* com ensino de Física, além de trabalhos relacionados. O Capítulo 3 trata de materiais e métodos utilizados em nossa pesquisa e o Capítulo 4, os resultados e discussões. Por fim, o Capítulo 5 trata da conclusão deste artigo, seguido por suas referências.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste trabalho a fundamentação teórica expõe uma breve apresentação da cultura *maker* e sua aplicação no ensino e física, bem como os trabalhos relacionados a esse trabalho.

2.1 Cultura *Maker* no Ensino de Física

A Cultura *Maker* é conhecida como a cultura do “faça você mesmo”, que veio do inglês, *Do- It- Yourself* (DIY). A ideia principal deste movimento é que pessoas de todas as faixas etárias e sem conhecimento específico consigam planejar, criar, construir, consertar, aperfeiçoar os mais variados tipos de projetos com equipamentos adequados e acessíveis (MEIRA; RIBEIRO, 2016). Esses equipamentos podem ser impressoras 3D, fresadoras, kits de automação como a plataforma Arduino, a qual é uma das mais baratas e mais utilizadas no meio acadêmico (ARDUINO, 2019), entre outros.

A Cultura *Maker* já está dentro de algumas salas de aula, assim como nas grandes empresas, ou até mesmo na garagem de casas, fazendo a lógica do “faça você mesmo” um evento tecnológico e coletivo (HIRABAHASI et al., 2015).

Dessa forma, surgiu uma nova aplicação do uso da tecnologia na metodologia educacional devido a popularidade da cultura *maker* que é um conjunto de práticas sociais (cultura) que relaciona a construção de coisas pelas pessoas (*maker*), que se aplica na teoria do faça você mesmo, portanto o indivíduo pode construir e consertar o objeto em questão. Logo esse movimento foi estimulante para os profissionais da educação, pois os alunos se motivam no aprender fazendo (ARAUJO, 2020).

Contudo, apesar da disseminação da cultura *maker* ainda há escolas de diferentes níveis educacionais e sociais que ainda não conseguiram acompanhar as inovações tecnológicas, dessa maneira a transmissão da teoria da cultura *maker* exige mudanças na metodologia de aprendizado dos cidadãos, e mudanças na metodologia de ensino dos professores que precisarão se atualizar (PACINI et. al. 2019).

Por sua vez, o processo de ensino-aprendizagem de Física tem que ser apreciável para os estudantes, de forma que estes consigam entender e visualizar que a Ciência e a Tecnologia estão presentes no dia a dia em todos os lugares e que mudam constantemente. Ao se ensinar física, é possível despertar o raciocínio investigativo e crítico de cada

estudante, porém isso é possível de acontecer se houver modificações no modo de ensinar (VIDAL, 2018).

Porém, é necessário observar inúmeros fatores que geram dificuldades no aprendizado na disciplina de Física por parte dos alunos, visto que existem várias possibilidades de ensino. “[...] o conhecimento acontece quando algo faz sentido, quando é experimentado, quando pode ser aplicado de alguma forma ou em algum momento” (LOPES; CRUZ; SIEBRA, 2018, p. 99-100).

O ensino criativo no mundo moderno, globalizado e acessível não faz com que as experiências vividas dentro das salas de aulas sejam inexperientes ou rasas, porém demanda que haja experiências reais e conectadas com o ambiente externo. Portanto, essa deficiência de plano pedagógico em atividades práticas relacionadas com as teóricas gera dissipação, frustração pela jornada do ensino e ausência de foco. Também, a interação da prática e teórica sem uma proposta pedagógica definida e sem objetivos claros, gera prováveis resultados frustrantes e distanciados, isso porque não há relação entre a teoria ensinada e a prática exercida, transfigurando-se simplesmente em entretenimento ou distração. (DEWEY, 2010).

Consequentemente, ter práticas educativas elaboradas de forma lúdica e tecnológica precisará fazer parte do cotidiano das escolas brasileiras, dessa forma os educadores pesquisarão por novas habilidades criativas que ordene suas ideias com inovação, de forma que o ensino esteja em interação com conhecimento de variadas áreas. (ANDRADE, et. Al, 2020).

Ao trabalharmos com a Cultura *Maker*, esta permite que o aluno seja o protagonista na construção do seu conhecimento com base na aprendizagem prática. E na nossa abordagem *maker*, utilizamos o Arduino, que é uma plataforma de prototipagem *open-source*, possuindo um software multiplataforma que é flexível e de uso facilitado. Com o Arduino é possível criar os mais variados projetos, ambientes interativos, podendo interagir com luzes, roupas, motores, objetos eletrônicos, entre outros (BITTENCOURT, 2017).

O Arduino é uma plataforma física de prototipagem eletrônica que possui código aberto que se baseia na facilidade de utilização de software e hardware e no baixo custo. A plataforma permite realizar um conjunto de instruções, de acordo com a programação que você envia ao microcontrolador presente na placa, isso é feito usando linguagem de programação para o Arduino (baseado na montagem do circuito) e o Software Arduino (IDE), baseado em processamento. Ademais o software do Arduino se encaixa em diferentes aplicações, podendo ser usado por iniciantes ou usuários avançados. (ARDUINO, 2020).

Além disso, “Em uma imersão no mundo *maker*, no Brasil, por meio de um Fab Lab e do Clube do Arduino, encontramos uma forma de integrar a cultura *maker* com a educação, passando de consumidores para construtores e multiplicadores de tecnologia e da cultura *maker*, dando um primeiro passo: criar nosso próprio material de tecnologia educacional, e propagar a cultura *maker* na educação, por meio da submissão da proposta de oficinas em eventos da área da educação” (SAMARA; SFORZA, 2019, p. 129-144).

É destinado a artistas, designers, *hobbistas* e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. Dessa forma, os projetos que são desenvolvidos com o Arduino podem ser autônomos ou comunicar-se com um computador para a realização de determinada tarefa (TELES, 2016).

Espaços *Maker* são definidos como ambientes oportunos ao desenvolvimento de projetos, onde profissionais de diversas áreas se tornam aprendizes do seu processo de aprendizagem, tendo assim autonomia para desenvolver e aplicar sua criatividade com segurança e assistência, auxiliados por técnicas e/ou tecnologia para desenvolver seu projeto de forma criativa, e o espaço *maker* está dentro do movimento *maker* (ROSSI, SANTOS, OLIVEIRA, 2019).

Portanto, o indivíduo que utiliza a cultura e os espaços *maker* passa de um consumidor a um produtor, pois permite a construção de muitas coisas, como por exemplo uma impressora 3D que permite a construção de outros equipamentos. Logo o consumidor vira um produtor e tem uma visão mais ampla do processo de produção (MEDEIROS et.al, 2010).

2.2 Trabalhos Relacionados

Entre os trabalhos relacionados encontrados ao nosso tema, temos o trabalho de (LEITE, FONSECA, LIMA, 2016), que utiliza a Cultura *Maker* e plataforma Arduino na educação e preparação para cursos de engenharia, tendo por base aplicações do cotidiano. O trabalho de Vidal (2016) apresenta uma estação meteorológica para ensino de Termodinâmica com Arduino como um produto educacional. Por fim, o trabalho de Mourão (2018) apresenta o uso da Plataforma Arduino como uma Ferramenta Motivacional para a Aprendizagem de Física, por meio de roteiro de experimentos.

Outro trabalho que relaciona cultura *maker* e ensino de física é o trabalho de Araújo (2020) que utiliza a cultura *maker* e robótica educacional no ensino de física para desenvolver um semáforo automatizado no ensino médio. O artigo Proposta Portátil para inserção da Cultura *Maker* no Ensino Tradicional de Pacini et.al (2019) que

propõe um pavilhão portátil que inclui a cultura *maker* na educação tradicional utilizando o conceito de indústria 4.0 nos programas da escola também foi utilizado.

O nosso trabalho permite contribuir com os encontrados na literatura avaliando mais de perto as percepções dos alunos acerca dos experimentos *maker*, além de possíveis ganhos de aprendizado não só em Física, mas em Programação de Computadores. Além disso, diante da pandemia de Covid-19, outro diferencial no nosso trabalho foi a realização do projeto de forma remota, obtendo experiências que servem de contribuições para práticas remotas de ensino-aprendizagem.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram feitas a pesquisa bibliográfica, experimental, explicativa e a de campo a fim de manter atualizado o estado-da-arte a respeito do tema deste projeto, que é utilização da Cultura *Maker* interdisciplinar para ensino de Física, Linguagem de Programação com Arduino. Os trabalhos relacionados obtidos foram úteis para avaliar a contribuição do projeto aqui proposto em relação aos que já existem na literatura.

A pesquisa explicativa também pode ser classificada como ex-post-facto, ela distingue os fatores que determinam fenômenos e exige que este esteja descrito e detalhado. Já a pesquisa experimental tem um planejamento rigoroso, sendo inicialmente formulado o problema e as hipóteses, que irão determinar as variáveis precisas e controladas que agem no sujeito estudado. A pesquisa bibliográfica é baseada em levantamento de referências teóricas que foram analisadas e publicadas em meios eletrônicos, escritos. A pesquisa de campo é de cunho investigativo, que utiliza pesquisa bibliográfica e/ou documental, mas também realiza coleta de dados junto a pessoas (LUZ, 2012).

A experimental foi escolhida, pois, foi feito um planejamento rigoroso para execução da pesquisa e inicialmente formulado o problema e as hipóteses para que sejam determinadas as variáveis que estamos estudando. A explicativa se fará necessária porque se deseja comparar situações de aprendizado, o estudo da física de forma rotineira e aplicando o experimento da pesquisa, dessa forma distinguindo os fatores que determinam o fenômeno que é a aprendizagem. E a pesquisa de campo será construída a partir da percepção da autora e respeitando as ideias teóricas estudadas para discussão da temática analisada, para aplicarmos questionários de assuntos de termodinâmica para alunos do ensino médio que participaram e aos que não participaram de forma a comparar os resultados.

Os trabalhos relacionados obtidos foram úteis para avaliar a contribuição do projeto aqui proposto em relação aos que já existem na literatura. Os três artigos principais foram: *Cultura maker: Implementação da plataforma Arduino na educação e preparação para cursos de engenharia* de Leite, Fonseca e Lima (2016), *Ensino de Termodinâmica a partir da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de miniestação meteorológica portátil com Arduino* de Vidal e *Uso da Plataforma Arduino como uma Ferramenta Motivacional para a Aprendizagem de Física* de Mourão. O primeiro artigo foi publicado no XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia- COBENGE 2016, o segundo foi publicado no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física em Natal, 2018 e o terceiro também foi publicado para obtenção de título no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física em Sobral, 2018. Diante da pandemia do COVID 2019, nosso trabalho seguiu a base desses trabalhos, porém o diferencial foi a realização do projeto de forma remota, o que nos mostrou também uma nova forma de contribuir para o ensino.

Por seguinte, ocorreu a montagem da Estação Meteorológica e o desenvolvimento dos códigos na plataforma Arduino em linguagem C para o ensino de programação de computadores. Com a Estação Meteorológica portátil pronta para uso, esta foi testada em turmas de cursos do Ensino Médio que tenham principalmente acesso a disciplina de Física e a disciplinas como Algoritmos e Programação e/ou Linguagem de Programação.

Ademais, foram feitas avaliações a partir de: a) análise do desempenho dos alunos em disciplinas que envolvam Física, Algoritmos e Programação; b) Identificar e relatar comparações entre a nossa abordagem e similares na literatura; c) Realizar entrevistas e obter depoimentos de professores cujos alunos utilizaram a Estação Meteorológica desenvolvida com o Arduino; d) Realizar uma pesquisa de opinião a partir de um questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) (DAVIS, 1989) com os alunos, a fim de obter o nível de satisfação dos mesmos quanto ao uso de nossos métodos empregados e o nível de melhoramento na aprendizagem nas disciplinas usadas para a construção da estação meteorológica). Por fim, publicamos os resultados em congressos ou periódicos.

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Softwares Utilizados

Para elaboração dos questionários que foram aplicados no decorrer do desenvolvimento do projeto foi utilizado o *Google Forms* que é um software que permite gerenciar pesquisas por meio do Google. Sendo possível criar questionário, responder, captar informações que podem gerar resultados. Essas informações são coletadas e geradas de forma automática. Assim possibilitando que as pesquisas possam ser feitas de formas fáceis e dinâmicas (GOOGLE, 2021). O *Google Forms* pode ser acessado pelo link: <https://docs.google.com/forms/>.

Na elaboração do circuito foi utilizado o *Fritzing* para que os alunos conseguissem visualizar de forma mais didática o esquemático. Esse software é uma iniciativa de código aberto que torna o ensino e apresentação da eletrônica de forma mais fácil e criativa. Dessa forma ele permite a montagem de circuitos eletrônicos, layout de placas e prototipagem (FRITZING, 2020). O download do software está disponível em: <https://fritzing.org/download/>

Para analisar e comparar as variações de temperatura com as medições aferidas pelo sensor da estação meteorológica foi utilizado o aplicativo *Google Weather*. Esse software exibe informações do clima com base na localização do usuário, isso é feito por meio do GPS do aparelho em uso (ALVES, 2014).

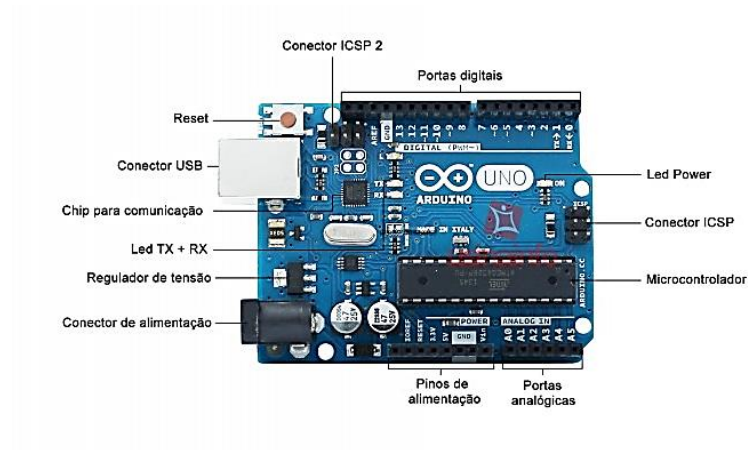
Para disponibilizar o vídeo dos experimentos foi utilizado o Youtube para realizar o Upload. O YouTube permite que o usuário tenha acesso a uma plataforma que compartilha vídeos de diversas vertentes (YOUTUBE, 2021).

Neste tópico iremos apresentar os materiais que foram utilizados no projeto, suas especificações e ajustes que foram necessários fazer.

3.1.2 Plataforma Arduino

O Arduino é uma plataforma física de prototipagem eletrônica que possui código aberto que se baseia na facilidade de utilização de software e hardware e no baixo custo. A plataforma permite realizar um conjunto de instruções, de acordo com a programação que você envia ao microcontrolador presente na placa, isso é feito usando linguagem de programação para o Arduino (baseado na montagem do circuito) e o Software Arduino (IDE), baseado em processamento. Ademais o software do Arduino se encaixa em diferentes aplicações, podendo ser usado por iniciantes ou usuários avançados. (ARDUINO, 2020).

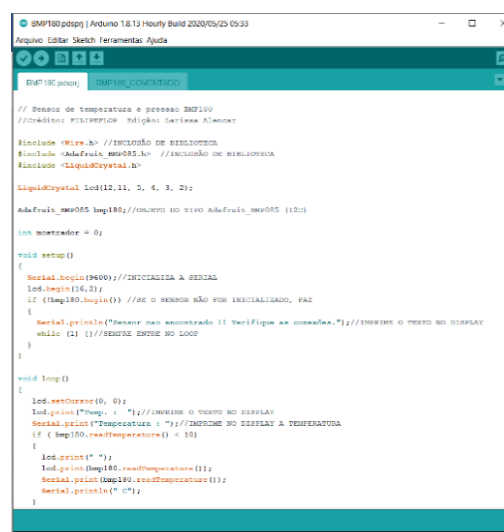
Figura 1. Arduino uno.



Fonte: Equibancada, 2020.

Os programas são feitos em linguagem C (Wiring) e são compilados para linguagem de baixo nível Assembler, podendo ser desenvolvidos em Windows ou Linux. A figura 2 mostra o IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado).

Figura 2. IDE Arduino.



Fonte: A própria autora, 2020.

3.1.3 Arduino UNO R3

O modelo do Arduino utilizado neste trabalho foi o UNO R3, que possui o microcontrolador Atmega328P (32 kB de memória e 8 bits de velocidade). A plataforma na figura 3 possui 14 pinos de entrada/saída digital, sendo que 6 saídas podem ser usadas como PWM, 6 entradas analógicas, conexão USB (ARDUINO, 2020).

Figura 3. Arduino Uno R3.

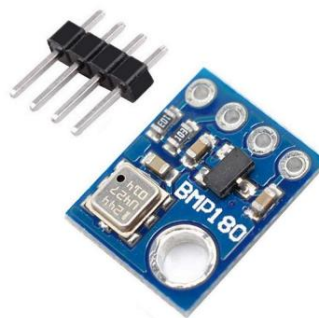


Fonte: Pololu, 2020.

3.1.4 Sensor Pressão Temperatura Barômetro GY-68 (BMP180)

Este sensor é um dos poucos sensores presentes no mercado que faz dupla medição, sendo possível medir pressão e temperatura, além disso como a pressão está relacionada na medição de altitude, significa que se meço a pressão, também é possível determinar a altitude. Sua faixa de operação de tensão é entre 1,8 -3,6 V, tem uma faixa de 300-1100hPa (Altitude +9000m a -500m), chip BMP180 e possui interface I2C (SMARTPROJECT, 2020).

Figura 4. Sensor BMP 180.



Fonte: Arduino e Eletrônica, 2020.

A comunicação do sensor com o Arduino é feita pela interface I2C, essa interface é padronizada para conectar os dispositivos que possuem uma baixa velocidade com uma placa mãe ou sistema embarcado.

3.1.5 Protoshield

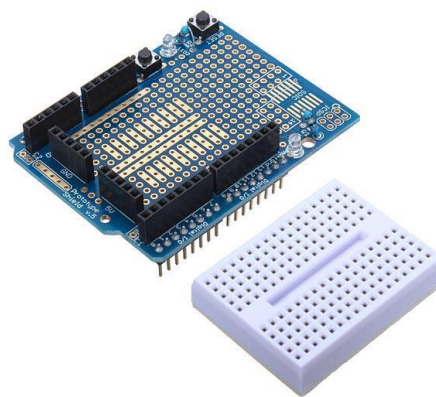
A protoshield surgiu para facilitar a montagem dos protótipos, ela tem um formato de encaixe na plataforma Arduino, dessa forma os pinos referentes ao Arduino serão compartilhados com a protoshield. Além disso, na placa pode ser inserido um mini protoboard, logo oferece uma área a mais de montagem, isso possibilita diminuir o tamanho do circuito. (FILIPEFLOP, 2020).

Figura 5. Protoshield.

Fonte: Robocore, 2020.

3.1.6 Display LCD

Figura 6. Display LCD 16x2



16x2

backlight verde.

Fonte: Usinainfo, 2020.

O display utilizado no projeto possui 16 colunas por duas linhas, possui um controlador HD44780 que é usado na indústria de LCD's como base de interface. A comunicação com o Arduino é feita de forma simples, sendo utilizado 4 pinos de dados e 2 de controle. A conexão com o Arduino foi feita de acordo com a figura abaixo.

Figura 7. Conexões LCD 16x2 – HD44780

Conexões LCD 16x2 - HD44780		
Pino LCD	Função	Ligação
1	Vss	GND
2	Vdd	Vcc 5V
3	V0	Pino central potenciômetro
4	RS	Pino 12 Arduino
5	RW	GND
6	E	Pino 11 Arduino
7	D0	Não conectado
8	D1	Não conectado
9	D2	Não conectado
10	D3	Não conectado
11	D4	Pino 5 Arduino
12	D5	Pino 4 Arduino
13	D6	Pino 3 Arduino
14	D7	Pino 2 Arduino
15	A	Vcc 5V
16	K	GND

Fonte: Arduino e Cia, 2020.

3.1.7 Bateria

Nesse projeto é importante usar como fonte de tensão uma bateria portátil de 9V, pois facilita a locomoção da estação. O Arduino aceita até 20 V de tensão elétrica, por meio do pino Vin.

Figura 8. Bateria 9V.



Fonte: Soldafer, 2020.

3.2 PLANEJAMENTO

Na primeira etapa do projeto foi definido como ocorreu o processo de ensino-aprendizagem a partir da criação da Estação Meteorológica portátil que foi desenvolvida pelos próprios alunos a partir dos conceitos de termodinâmica e linguagem C para a plataforma Arduino. Durante o planejamento, observamos a necessidade da aplicação de um questionário antes de iniciar o experimento, de forma que fosse possível obter um diagnóstico inicial dos níveis de conhecimento dos alunos a respeito de Termodinâmica.

Além disso, para melhorar o entendimento e abordagem do projeto tivemos que entender alguns tópicos de termodinâmica. O sistema termodinâmico tem um equilíbrio que é mantido pela mudança de estado das variáveis da pressão, volume e temperatura. Além disso, os padrões de registros de temperaturas variam de acordo com as variáveis de estado.

A pressão atmosférica tem como objeto de medição o barômetro, onde essa pressão é resultante da colisão inelástica que as moléculas exercem em um sistema termodinâmico. O volume é a variável de estado responsável pela ocupação dos fluidos, como as moléculas de um gás, onde seu objeto de medição é o pluviômetro. Já a temperatura é medida pelo termoscópio e essa temperatura está relacionada diretamente com a agitação das moléculas, ou seja, com a energia cinética de um sistema termodinâmico.

Diante disso, antes de iniciarmos a montagem da estação meteorológica foi necessária a elaboração de experimentos que simulem esses equipamentos: barômetro, pluviômetro e termoscópio.

O Pluviômetro é instrumento utilizado para a medição da precipitação (chuva). Precisa de um local aberto para realização, o aluno pode levar o instrumento para casa e colocar em um local arejado, realizando as medições e determinando o valor de precipitação no bairro em que residem. Os materiais utilizados foram: Garrafa PET de 2 litros; Fita Isolante; Régua; Corante; Tesoura.

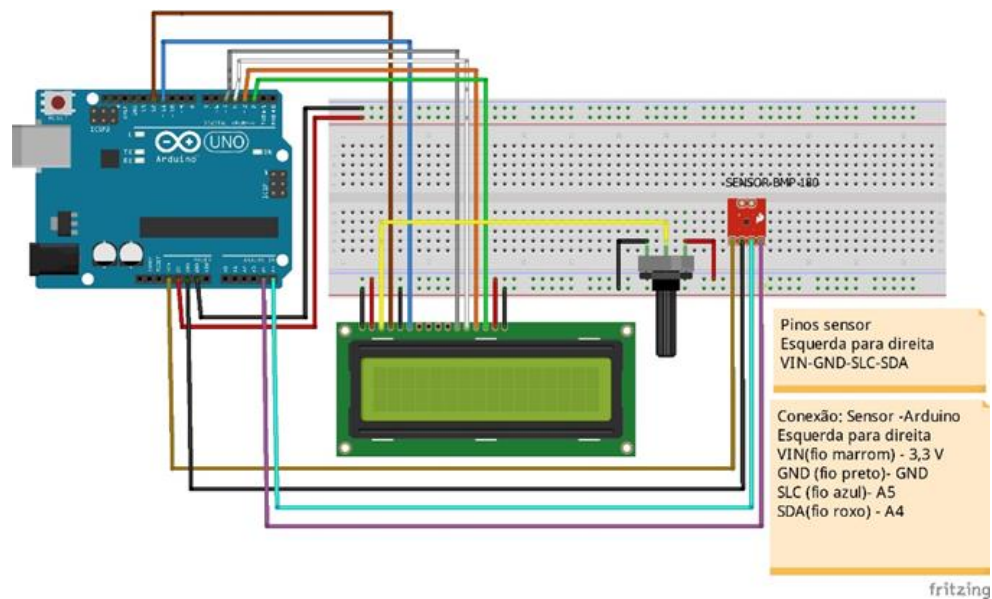
O Barômetro é instrumento que mede a pressão atmosférica em cada ponto do ambiente. Para execução do experimento é necessário um lugar arejado, porém sem exposição direta de luz. Materiais: Tesoura; Fita adesiva; Balão; Copo de vidro; Elástico; Canudo; Régua ou papel milimetrado.

O Termoscópio é um instrumento idealizado por Galileu Galilei que permite verificar o aumento ou a diminuição da temperatura, por meio do deslocamento de um líquido num tubo. Materiais: Garrafa PET; Álcool; Mangueira; Régua; Corante.

Por seguinte, ocorreu a montagem da Estação Meteorológica e o desenvolvimento dos códigos na plataforma Arduino em linguagem C para o ensino de física aliado ao uso de programação de computadores. Para elaborar o circuito inicial que foi utilizado no protótipo

em questão, foi obedecido o esquema de montagem mostrado na Figura 9 e para isso se fez necessário os seguintes componentes: 1 protoboard ou protoshield; Jumpers; 1 potenciômetro 10k; 1 display LCD; 1 sensor BMP 180; 1 bateria 9V; 1 maleta; 1 clip de bateria.

Figura 9. Esquema de montagem utilizado para construção do circuito.



Fonte: A própria autora, 2020.

3.3EXECUÇÃO

Figura 10. Fluxograma da metodologia de execução do projeto



Fonte: A própria autora, 2020.

Após o planejamento, aplicamos um questionário para registrar o ponto de vista dos alunos com relação aos assuntos de termodinâmica e programação. No desenvolvimento deste questionário, buscou-se abordar tópicos que estejam relacionados com o experimento. O questionário, que pode ser visto na Tabela 1, foi disponibilizado como Formulário do Google (pois os experimentos tiveram que ser remotos por causa da pandemia de covid-19) e contém 8 questões. Ademais, foi passado aos alunos um roteiro com vários experimentos *maker*, com foco nos experimentos que simulem a estação meteorológica, em que estes são: barômetro, pluviômetro e termoscópio.

Quadro 1. Questionário utilizado para registrar o conhecimento dos alunos sobre termodinâmica e programação.

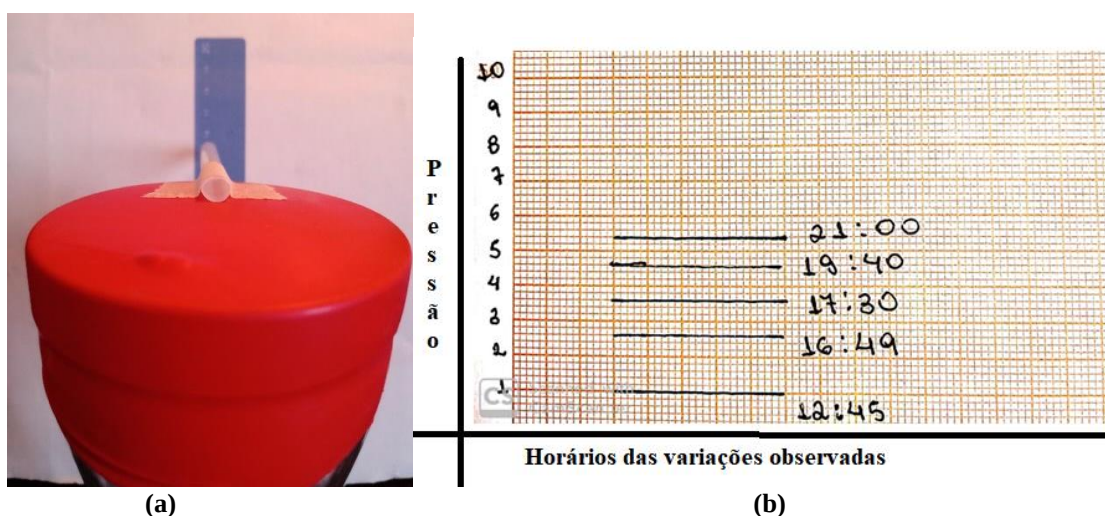
	Questões
1 ^a	O equilíbrio do sistema termodinâmico é mantido pela mudança de quais variáveis?
2 ^a	Qual a diferença entre tempo e clima?
3 ^a	Quais instrumentos podem ser utilizados para medir temperatura, volume e pressão?
4 ^a	Qual a diferença entre termômetro e termoscópio?
5 ^a	Qual a função de uma estação meteorológica?
6 ^a	Por que a pressão atmosférica é maior nos dias mais frios?
7 ^a	Como um pluviômetro mede o volume?
8 ^a	A Estação Meteorológica faz previsão do tempo?
9 ^a	Explique o que significa essas linhas de código <code>lcd.print(bmp180.readAltitude());</code> <code>lcd.print(bmp180.readTemperature(),1);</code> <code>lcd.print(bmp180.readPressure());</code>
10 ^a	O que é <code>delay(3000)</code>?
11 ^a	Qual biblioteca foi importada para o Arduino para fazer a leitura dos dados lidos pelo sensor?
12 ^a	O que é <code>Serialbegin 9600</code>?
13 ^a	Explique essas linhas de código: <code>if(!bmp180.begin()){ Serial.println("Sensor nao encontrado !! Verifique as conexões."); while (1) {} }</code>
14 ^a	Como configurar a pinagem do display na programação do Arduino?

Fonte: A própria autora, 2020.

Após a montagem da parte eletrônica, montamos experimentos que simulem equipamentos de medição meteorológica: barômetro, pluviômetro e termoscópio. O pluviômetro é um instrumento utilizado para a medição da precipitação (chuva). Precisa de um local aberto para realização. Para utilizá-lo, basta colocar em um local arejado, realizando as medições e determinando o valor de precipitação no local. Os materiais utilizados para o pluviômetro foram: Garrafa PET de 2 litros; Fita Isolante; Régua; Corante; Tesoura. O barômetro é o instrumento que mede a pressão atmosférica em cada ponto do ambiente. Para execução do experimento é necessário um lugar arejado, porém sem exposição direta de luz. Os materiais utilizados para o barômetro foram: Tesoura; Fita adesiva; Balão; Copo de vidro; Elástico; Canudo; Régua ou papel milimetrado. Por fim, o termoscópio é um instrumento idealizado por Galileu Galilei que permite verificar o aumento ou a diminuição da temperatura, por meio do deslocamento de um líquido num tubo. Os materiais utilizados para o termoscópio foram: Garrafa pet; Álcool; Mangueira; Régua; Corante.

O barômetro foi construído de forma caseira, utilizando um copo de vidro, metade de um balão para cobrir a parte superior do copo, em que isto é feito desta forma para que o conjunto (copo + balão) funcione como uma membrana que seja sensível a forças externas. Para fazer as medições da variação da pressão foi adicionado um canudo no centro do balão que cobria o copo, mostrado na Figura 11(a).

Figura 11. (a) Barômetro caseiro. (b) Linhas de medições da pressão baseada no horário das variações observadas.



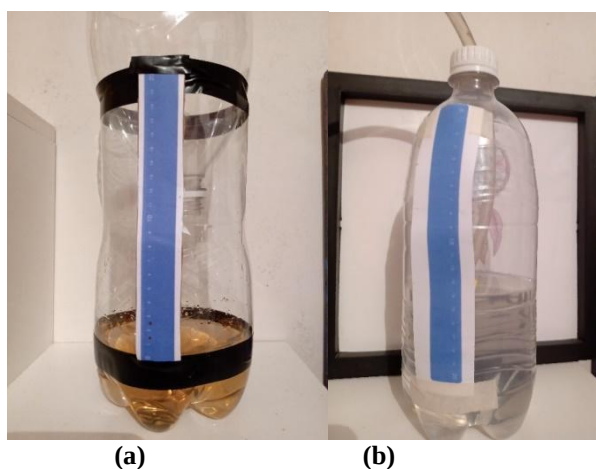
Fonte: A própria autora, 2020.

Quanto maior a temperatura, maior é a pressão e quanto menor é a pressão, menor é a temperatura e isso pode ser constatado na Figura 11(b) que tem uma folha de papel milimetrado, que foi nossa referência de variação da pressão. O copo com o balão foi colocado na frente desse papel e marcamos um ponto de origem na folha de acordo com a altura do canudo e a partir disso medimos as variações da pressão nos horários mais quentes na nossa região que foram entre 12:45 e 16:49. Nesse intervalo de tempo, a pressão variou de 1 a aproximadamente 3, ressaltando que o valor obtido nesse experimento é baseado na variação do canudo ao longo do dia e o instrumento não mostra medidas em Pascal, nem atmosferas. Ele fornece uma forma qualitativa de expressar a pressão do ar. Portanto, é possível observar que o nível mais alto de pressão foi no horário mais quente da nossa região. Quando a pressão externa diminui, as massas de ar presentes no interior do copo impulsionam uma força sobre a membrana criada no copo com o balão, dessa forma gerando uma baixa pressão. (VIDAL, 2017).

Por sua vez, o pluviômetro mostrado na Figura 12(a) foi construído com uma garrafa PET, onde ela foi cortada na parte superior, de forma que se assemelhe a um funil. Em seguida, foi adicionado água com corante de forma que a garrafa tenha uma sustentação e não caia. Ademais, esse funil foi encaixado na parte inferior da garrafa PET. Também fixamos uma régua para medir o volume do líquido dentro do recipiente. Cada aluno que tinha os materiais fez o seu instrumento em casa e colocou em um local arejado. Depois, os alunos realizaram as medições e determinaram o valor de precipitação no local em que residem. O cálculo do volume coletado foi feito utilizando conceitos de geometria espacial e plana. O termoscópio mostrado na Figura 12(b) foi feito a partir de um furo na tampa da garrafa PET, onde depois foi encaixada a mangueira de aquário de forma que seja um encaixe perfeito, para que não haja variação no resultado do experimento. Em seguida adicionamos 100 ml de álcool com corante, e para finalizar a construção do instrumento foi fixada uma régua para aferir a variação do líquido.

O teste do termoscópio é realizado em contato com o calor das mãos. Quando a parte inferior da garrafa for aquecida com a temperatura ambiente, ocorrerá o aumento na coluna do líquido. O aumento do líquido e do gás gera o aumento da pressão, impulsionando o líquido para cima, na região de menor temperatura. Quanto mais alta a temperatura em contato com o instrumento, maior será o deslocamento do líquido dentro dele.

Figura 12. (a) Pluviômetro construído. (b) Termoscópio construído.

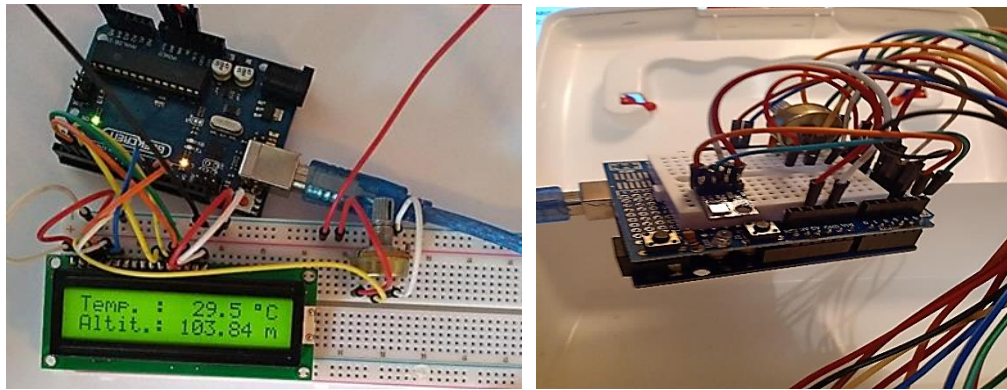


Fonte: A própria autora, 2020

A relação do circuito feito na plataforma Arduino com estes materiais caseiros montados se dá pela medição e aferição dos valores de pressão e temperatura, a fim de que os alunos associem as variações de pressão e temperatura com os valores medidos pelo sensor no Arduino. Para a montagem do circuito utilizamos o sensor BMP 180, o qual fez as medições de pressão atmosférica e temperatura. Além disso, podemos determinar a altitude. Também foi feita a solda dos pinos de contato no display LCD 16x2, em que este serve para mostrar os valores de temperatura, pressão e altitude (esses dois se alternavam com o tempo para serem mostrados). Com todos os componentes soldados e tendo o código em linguagem C para controle da estação meteorológica, se deu continuidade na montagem da estação.

Houve duas montagens da Estação Meteorológica portátil com Arduino. Uma foi construída com a protoboard e outra com a protoshield. A montagem da estação com a protoboard possui um custo menor em relação a protoshield, porém ocupa muito espaço, gerando também um emaranhado de fios e torna o transporte mais difícil. Portanto, foi realizada as alterações no sistema físico da estação meteorológica, trocando o protoboard de 800 pontos (figura 13 (a)), por um mini protoboard de 170 pontos que foi acoplado a uma protoshield (figura 13 (b)). Essas alterações foram feitas para deixar nossa montagem mais simplificada e mais fácil de ser transportada.

Figura 13. Montagem do circuito: (a) Protoboard – (b) Protoshield



Fonte: A própria autora, 2020

Finalizada a montagem do circuito, este foi colocado dentro de uma maleta, de forma que possa ser transportado. A estação meteorológica completa está apresentada na Figura 14.

Figura SEQ Figura * ARABIC 14. Estação

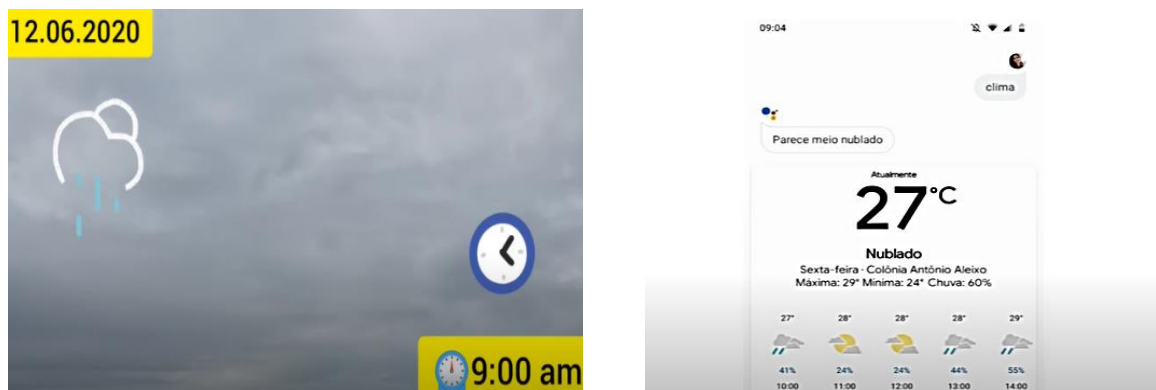


Fonte: A própria autora, 2020

Para realizar o experimento com a estação meteorológica foram feitas diversas medições ao longo do dia, tais medições foram comparadas com informações de temperatura coletados pelo Google Weather. As medições foram feitas no dia 12/06/2021, a primeira medição foi feita logo pela manhã as 9:00 horas, a figura 14 (a) apresenta o registro do dia que apresentava nuvens, a figura 14(b) é a temperatura do ambiente informada pelo Google

Weather e serve de comparativo com as medições feita pela estação meteorológica (figura 15).

Figura 15. Registro e Temperatura do dia: (a) Registro do dia as 9:00 am. (b) Medição da Temperatura via Google Weather.



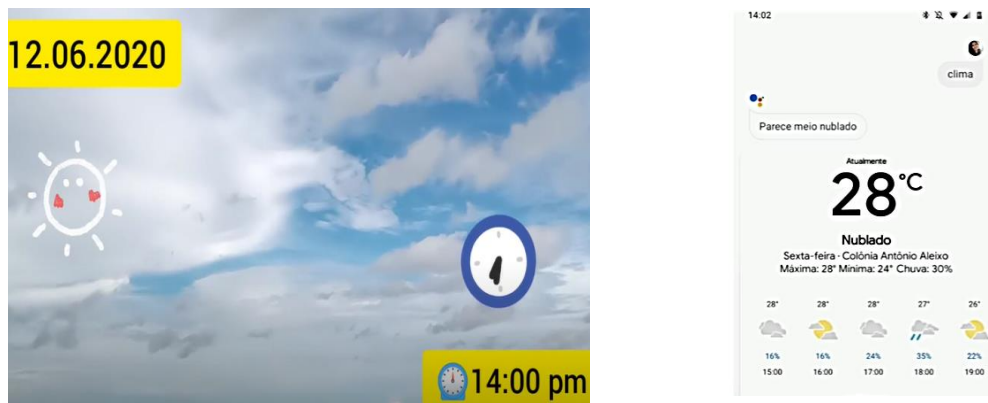
Fonte: A própria autora, 2020

Figura 16. Aferições da Estação Meteorológica às 9:00 am.



Fonte: A própria autora, 2020

Figura 17.Registro e Temperatura do dia: (a) Registro do dia as 14:00 pm. (b)Medição da Temperatura via Google Weather.



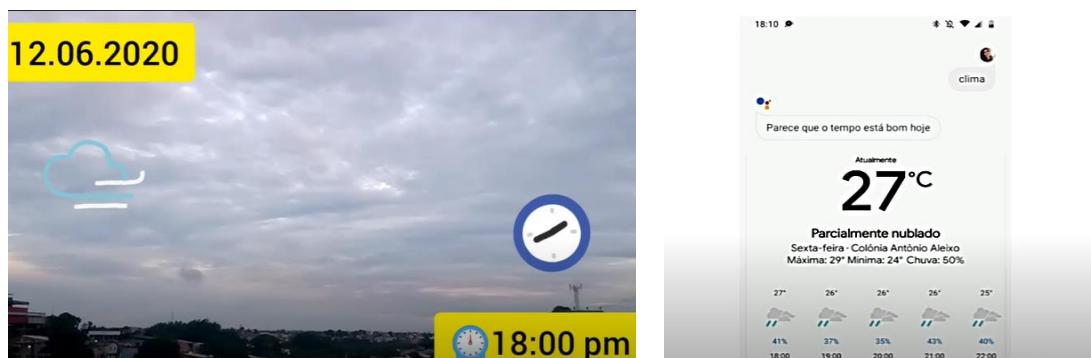
Fonte: A própria autora, 2020

Figura 18. Aferições da Estação Meteorológica às 14:00 am.



Fonte: A própria autora, 2020

Figura 19. Registro e Temperatura do dia: (a) Registro do dia as 18:00 pm. (b)Medição da Temperatura via Google Weather.



Fonte: A própria autora, 2020

Figura 20. Aferições da Estação Meteorológica às 18:00 am.

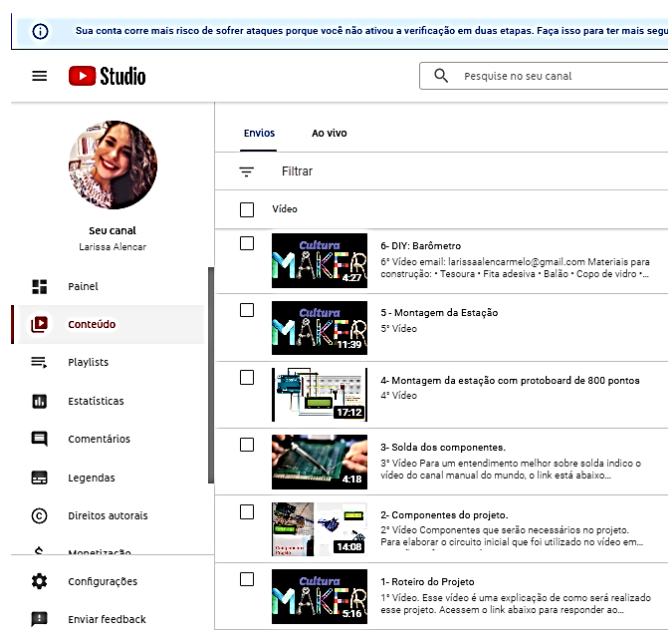


Fonte: A própria autora, 2020

Foram feitas as medições em cinco horários diferentes, e em todos os horários a temperatura da estação meteorológica se confirmou com a temperatura medida pelo Google Weather.

Para disponibilizar a montagem dos experimentos via vídeos utilizamos o Youtube para isso foi necessário fazer o Upload de todos os vídeos, dessa forma criei um canal com meus dados pessoais e criei uma pasta apenas para os experimentos. Foi realizado Upload de 12 vídeos (figura 20).

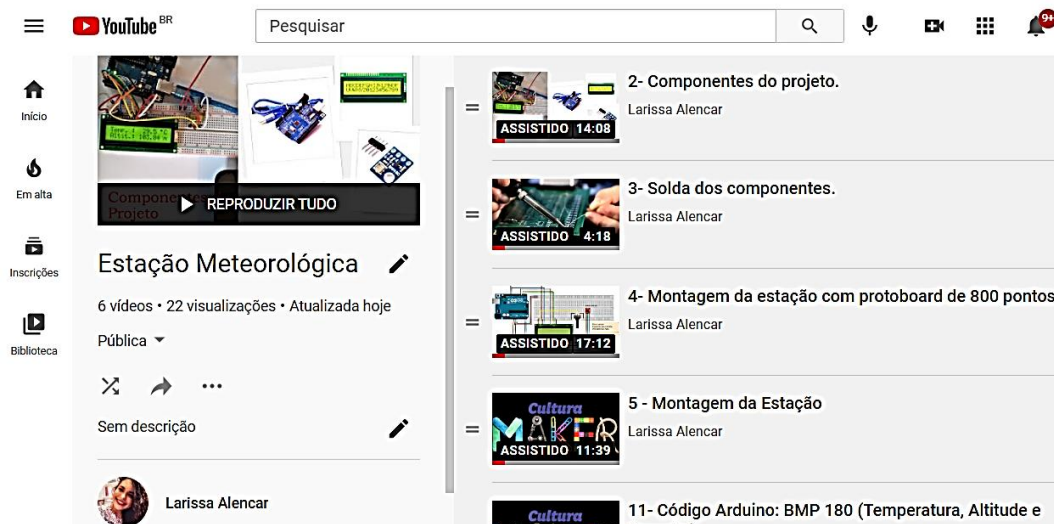
Figura 21. Uploads do Vídeo YouTube



Fonte: A própria autora, 2020

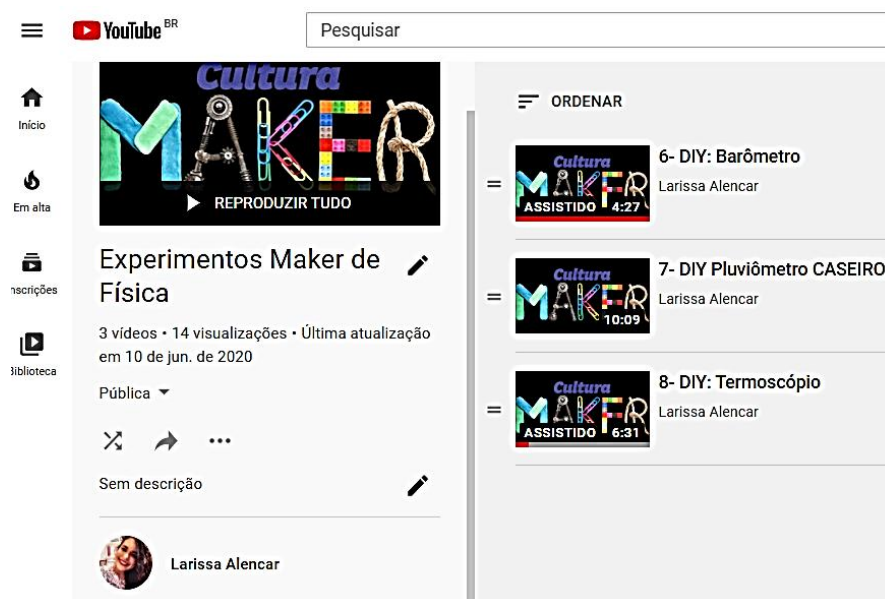
Os vídeos que foram feitos o *Uploads* são: Roteiro do Projeto, Componentes do projeto, Solda dos componentes, Montagem da estação com protoboard de 800 pontos, Montagem da Estação, *DIY*: Barômetro, *DIY* Pluviômetro CASEIRO, *DIY*: Termoscópio, Instrumentos *Maker*, Teste da estação meteorológica, Código Arduino: BMP 180 (Temperatura, Altitude e Pressão), Aula projeto. O último vídeo foi uma aula de física do professor Daniel Souza. Ademais, criei duas playlists para dividir os conteúdos entre experimentos de física (figura 22) e o experimento da montagem da estação meteorológica (figura 21).

Figura 22. Playlist YouTube – Estação Meteorológica



Fonte: A própria autora, 2020

Figura 23. Playlist Youtube – Experimentos *Maker* de Física.



Fonte: A própria autora, 2020

3.4 INSTRUÇÕES DE MONTAGEM PARA OS EXPERIMENTOS *MAKER* DE FÍSICA

3.4.1 Pluviômetro

O Pluviômetro é instrumento utilizado para a medição da precipitação (chuva).

Local: Aberto, o aluno pode levar o instrumento para casa e colocar em um local arejado, realizando as medições e determinando o valor de precipitação no bairro em que residem.

Materiais:

Figura 24. Materiais para construção do Pluviômetro.



Fonte: A própria autora, 2020

- Garrafa PET de 2 litros
- Fita Isolante
- Régua
- Corante.
- Tesoura

Passo a passo:

Ele foi construído com uma garrafa PET, ela foi cortada na parte superior, de forma que se assemelhe a um funil, em seguida foi adicionado água com corante de forma que a garrafa tenha uma sustentação e não caia. Ademais, esse funil foi encaixado na parte inferior da garrafa PET. Também se fixou uma régua que coincidiu com o volume do líquido dentro do recipiente.

Leitura:

Cada aluno poderá levar o instrumento para casa e colocar em um local arejado, realizando as medições e determinando o valor de precipitação no bairro em que residem. O cálculo do volume coletado será feito utilizando conceitos de geometria espacial e plana.

3.4.2 Barômetro

O Barômetro é instrumento que mede a pressão atmosférica em cada ponto do ambiente.

Local: Lugar arejado, porém sem exposição direta de luz.

Materiais:

Figura 25. Materiais para construção do Barômetro.



Fonte: A própria autora, 2020

- Tesoura
- Fita adesiva
- Balão
- Copo de vidro
- Elástico
- Canudo.
- Régua ou papel milimetrado

Passo a passo:

Em um primeiro momento tem-se que trabalhar com o balão, para isto é necessário enchê-lo, e em seguida deixar o ar evaporar, dessa forma o balão ficará com uma estrutura mais elástica, após isso o balão deverá ser cortado ao meio, sendo utilizado na montagem somente a parte maior.

Diante disso, o balão cortado poderá ser colocado no copo de vidro e fixado com o elástico, ressalta-se que o balão precisa estar bem esticado, de forma que a passagem de ar para o interior do copo seja impedida.

Ademais, coloque o canudo com fita adesiva no balão fixo no copo a uma distância de um quarto do diâmetro da borda do copo, a fita adesiva deve ser posta a aproximadamente dois centímetros da ponta do canudo.

Leitura:

Com um papel milimetrado foi feita as medições, quanto maior a temperatura, menor é a pressão e quanto maior é a pressão menor é a temperatura (Pena, 2019), e isso pode ser constatado na figura 2 que tem uma folha de papel que foi a referência de variação da pressão, o copo com o balão foi colocado na frente desse papel (figura 1) e marcou-se um ponto de origem na folha de acordo com a altura do canudo e a partir disso medimos as variações da pressão, nos horários mais quente na nossa região que foram entre 12:45 e 16:49 horas a pressão variou de 1 a aproximadamente 3 na faixa adotada para mensuração.

3.4.3 Termoscópio

O Termoscópio é instrumento idealizado por Galileu Galilei que permite verificar o aumento ou a diminuição da temperatura, por meio do deslocamento de um líquido num tubo.

Materiais:

Figura 26. Materiais para construção do Termoscópio.



Fonte: A própria autora, 2020

- Garrafa PET
- Álcool
- Mangueira
- Régua
- Corante.

Passo a passo:

Foi feito um furo na tampa da garrafa PET, depois foi encaixada a mangueira de aquário de forma que seja um encaixe perfeito, para que não haja variação no resultado do experimento. Em seguida adicionamos 100 ml de álcool com corante, e para finalizar a construção do instrumento foi fixado uma régua para aferir a variação do líquido.

Leitura:

O teste desse instrumento é realizado em contato com o calor das mãos, quando a parte inferior da garrafa for aquecida com a temperatura ambiente ocorrerá o aumento na coluna do líquido. O aumento do líquido e do gás gera o aumento da pressão, impulsionando o líquido para cima, na região de menor temperatura. Quanto mais alta a temperatura em contato com o instrumento, maior será o deslocamento do líquido dentro dele.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Realizamos um experimento com 20 alunos do segundo ano do curso do Ensino Médio Técnico em Eletrônica de uma Instituição de Ensino. No experimento, queríamos investigar de que forma a Cultura *Maker* aliada com o Arduino poderia facilitar o processo de ensino-aprendizagem de Física e Linguagem de Programação C, de forma que auxilie no aprendizado desses assuntos por meio da criação de uma estação meteorológica portátil com o Arduino. Esses experimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFAM. A priori, iríamos realizar experimentos presencialmente, porém tivemos que aplicar experimentos remotos devido à pandemia de Covid-19.

O roteiro dos experimentos foi como segue, onde os detalhes estarão nos próximos parágrafos. Todos os 20 alunos foram submetidos a um teste inicial a respeito de conceitos de Termodinâmica e Programação de Computadores, a fim de obtermos o diagnóstico inicial destes estudantes. Em seguida, todos os alunos assistiram a uma aula online do professor de Física e por fim, os alunos foram divididos, por meio de um sorteio, em 2 grupos: o grupo que participou dos experimentos *maker* remotos (10 alunos) e o grupo que não participou (10 alunos). Aplicamos um questionário final para toda a turma, a fim de saber se houve alguma aquisição de conhecimento da turma a respeito dos conceitos de Termodinâmica e Programação de Computadores nos alunos que participaram dos experimentos *maker* remotos, em comparação aos que não participaram. No total, foram 3 questionários: 1 de diagnóstico inicial (quadro 1), 1 de final (quadro 2) e 1 de pesquisa de opinião a respeito dos experimentos *maker* (quadro 3), sendo este último apenas para os 10 alunos que participaram dos experimentos, aos quadros 2 e 3 podem ser visualizadas abaixo e o quadro 1 no tópico 3.3 .

Quadro 2. Questionário utilizado para registrar as considerações dos alunos sobre a utilização da cultura *maker* interdisciplinar com arduino para ensino de física.

	Questões Questionário 2
1 ^a	Você possui os seguintes Materiais: Arduino , Sensor BMP180, Display 16x, Potenciômetro 10k, Protoboard, Protoshield, Jumper?
2 ^a	Em relação à sua percepção sobre a facilidade de uso da estação meteorológica portátil com Arduino, qual o seu grau de concordância em relação às seguintes afirmações:

3 ^a	Em relação à sua percepção sobre a utilidade da estação meteorológica portátil com Arduino, qual o seu grau de concordância em relação às afirmações abaixo:
4 ^a	Em relação ao uso da estação meteorológica portátil com Arduino e suas perguntas para avaliação de usabilidade do equipamento, qual o seu grau de concordância em relação às afirmações abaixo:
5 ^a	O que você aprendeu com o uso da estação meteorológica portátil com Arduino?
6 ^a	Quais foram suas maiores dificuldades ao criar e usar a estação meteorológica?
7 ^a	Do que você mais gostou ao utilizar a estação meteorológica?
8 ^a	Use o espaço a seguir para comentários gerais que julgar necessários sobre a experiência vivida com a criação e o uso da estação meteorológica.

Fonte: A própria autora, 2020.

O quadro 2 pode ser acessado pelo link https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScZhLo6NDq_3dHiu2P4Mzw_8aK4xHGLI23Em7NswkoE2PHdWA/viewform.

Quadro 3. Pesquisa de opinião a respeito dos experimentos *maker*.

	Questões Questionário 3
1 ^a	O equilíbrio do sistema termodinâmico é mantido pela mudança de quais variáveis?
2 ^a	Qual a diferença entre tempo e clima?
3 ^a	Quais instrumentos podem ser utilizados para medir temperatura, volume e pressão?
4 ^a	Qual a diferença entre termômetro e termoscópio?
5 ^a	Qual a função de uma estação meteorológica?
6 ^a	Por que a pressão atmosférica é maior nos dias mais frios?
7 ^a	Como um pluviômetro mede o volume?
8 ^a	A Estação Meteorológica faz previsão do tempo?
9 ^a	Explique o que significa essas linhas de código <code>lcd.print(bmp180.readAltitude());</code> <code>lcd.print(bmp180.readTemperature(),1);</code> <code>lcd.print(bmp180.readPressure());</code>
10 ^a	O que é <code>delay(3000)</code> ?
11 ^a	Qual biblioteca foi importada para o Arduino para fazer a leitura dos dados lidos pelo sensor?

12 ^a	O que é Serial begin 9600?
13 ^a	Explique essas linhas de código: <code>if (!bmp180.begin()){ Serial.println(" Sensor nao encontrado !! Verifique as conexões."); while (1) {} }</code>
	Como configurar a pinagem do display na programação do Arduino?

Fonte: A própria autora, 2020.

As perguntas referentes ao quadro 3 podem ser acessadas através do link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc3pxxA1Pgg2LmmxLNa8_rfLGDOe_sMW7i2a0hGZU0Vb-B3Iw/viewform

Inicialmente, aplicamos o primeiro questionário. No desenvolvimento deste questionário, buscou-se abordar tópicos que estejam relacionados com o experimento. O questionário, que pode ser visto na Tabela 1, foi disponibilizado no Google Forms e contém 14 questões (8 de Física e 6 de programação). O primeiro questionário tinha como objetivo verificar os conhecimentos prévios que os alunos tinham sobre Termodinâmica e Linguagem de Programação. A seguir, será exposta a porcentagem de taxas de erros e acertos de cada questão do Google Forms. As questões foram feitas para serem respondidas de forma subjetiva, de maneira que o aluno pudesse expor suas ideias. Para verificar as taxas de erros e acertos foram montadas duas tabelas, divididas em perguntas de Física (Tabela 1) e perguntas de Programação (Tabela 2).

Tabela 1. Taxas de acertos e erros relacionados às perguntas de Física no questionário inicial.

Taxas	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Acertos	20,0%	70,0%	25,0%	20,0%	45,0%	40,0%	30,0%	9,5%
Erros	80,0%	30,0%	75,0%	80,0%	55,0%	60,0%	70,0%	90,5%

Fonte: A própria autora, 2020

A primeira pergunta feita aos alunos foi: O equilíbrio do sistema termodinâmico é mantido pela mudança de quais variáveis? E de acordo com a Biomania (2020) a termodinâmica engloba as características gerais dos sistemas físicos em condições de equilíbrio, esse estado pode ser definido por suas variáveis, como pressão, temperatura ou volume, e apenas 20% dos alunos responderam de acordo com o texto. Já a segunda pergunta se refere a diferença entre o clima e o tempo, que apesar de serem usados como sinônimos, possuem significados diferentes. 70% dos alunos participantes responderam corretamente.

Na pergunta seguinte, que era relacionado aos instrumentos utilizados na medição de temperatura, volume e pressão, as respostas obtiveram uma taxa de erro de 75%. Os instrumentos utilizados para medir temperatura, pressão e volume utilizados nesse projeto foram respectivamente o termoscópio, barômetro e pluviômetro. Na quarta pergunta, apenas 20% dos alunos tinham alguma informação sobre os instrumentos. Instrumentos de medição meteorológica são utilizados para adquirir dados como temperatura, pressão, altitude, umidade, entre outros. Quando se une esses instrumentos em um mesmo lugar, tem-se a estação meteorológica (INMET, 2020). Na quinta pergunta, a maioria dos alunos responderam de forma parecida e errada, com uma taxa de erro de 55%. Na sétima questão 70% dos alunos não sabiam dizer como era o funcionamento do pluviômetro. A última pergunta relacionada à Física foi sobre a estação meteorológica e se ela faz previsão do tempo, sendo uma das respostas que teve a maior taxa de erro, sendo 90,5%.

Para obter dados sobre os conhecimentos sobre Programação dos alunos foram feitas 6 perguntas subjetivas. A Tabela 3 apresenta as quantidades de erros e acertos em %.

Tabela 2. Taxas de acertos e erros relacionado às perguntas de Programação no questionário inicial.

Taxas	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Acertos	5,0%	15,0%	0%	5,0%	0%	5,0%
Erros	95,0%	85,0%	100%	95,0%	100%	95,0%

Fonte: A própria autora, 2020

Como pode ser visto na Tabela 2, as taxas de erros tiveram uma porcentagem muito alta, mostrando que o conhecimento de programação dos alunos no momento inicial dos experimentos era praticamente mínimo.

Em seguida, após este diagnóstico inicial, os 10 alunos que participaram da etapa dos experimentos *maker* assistiram aos vídeos gravados (12 no total), sendo estes: o roteiro do projeto, componentes do projeto, solda dos componentes, montagem da estação com protoboard de 800 pontos, montagem da estação, DIY: Barômetro, DIY: Pluviômetro Caseiro, DIY: Termoscópio, Instrumentos *Maker*, Teste da Estação Meteorológica, Código Arduino: BMP 180, Aula de física. Todos eles estão disponibilizados no Youtube pelo link

do canal [omitido para revisão]. Os alunos que tinham os materiais em casa, incluindo os dispositivos eletrônicos e o Arduino, faziam os experimentos. Os que não tinham, apenas acessavam os vídeos da montagem de cada instrumento e da estação meteorológica.

Depois desta etapa, somente os 10 alunos selecionados para participarem dos experimentos *maker* responderam a um questionário de pesquisa de opinião. O questionário foi disponibilizado via Google Forms e possuía 7 perguntas relacionadas a montagem da estação meteorológica e perguntas objetivas de concordância ou discordância em relação a relevância da aplicação do projeto. Realizamos uma pesquisa de opinião a partir de um questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) (DAVIS, 1989), a fim de obter o nível de satisfação dos alunos quanto à facilidade e a utilidade de nossos métodos empregados.

Em relação à percepção dos alunos sobre a facilidade de uso da estação meteorológica portátil com Arduino, 80% dos alunos concordaram parcialmente que foi fácil aprender a criar e a utilizar a estação, 60% dos alunos concordaram que é fácil lembrar como se constrói a estação meteorológica portátil com Arduino para aplicações futuras e 70% dos alunos concordaram que foi fácil aplicar os conceitos de Física e Programação de Computadores vistos em sala de aula com o uso da estação meteorológica. Em relação à percepção dos alunos sobre a utilidade da estação meteorológica portátil com Arduino, 90% dos alunos concordaram que a estação meteorológica permitiu aprender Física e Linguagem de Programação de uma forma melhor que se estudassem apenas nas aulas teóricas, 80% dos alunos concordaram que usar a estação meteorológica melhorou os seus conhecimentos na área de Física e Programação de Computadores, 60% dos alunos concordaram que usar a estação meteorológica foi útil para estimular o interesse na área de automação e também para seguir carreira nesta área.

Por fim, o questionário final era voltado para todos os 20 alunos da turma, tanto os que participaram dos experimentos *maker* quanto os que não participaram, de forma que pudesse haver uma comparação com as perguntas do primeiro questionário e entre os que participaram e não participaram dos experimentos *maker*. Desta forma, o último questionário possui a mesma quantidade de perguntas do questionário inicial. As taxas de acertos e erros dos alunos no questionário final estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Taxas de acertos e erros relacionados às perguntas de Física no questionário final.

Taxas	Participaram dos exps. maker?	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
-------	-------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----

Acertos	Sim	38,5%	50,0%	40,0%	40,0%	55,0%	55,0%	55,0%	25,0%
	Não	0%	20,0%	35,0%	30,0%	25,0%	15,0%	10,0%	0%
Erros	Sim	23,0%	5,0%	15,0%	15,0%	0%	0%	0%	30,0%
	Não	38,5%	25,0%	10,0%	15,0%	20%	30,0%	35,0%	45,0%

Fonte: A própria autora, 2020

Como pode ser analisado, comparando as Tabelas 1 e 3 houve um aumento significativo das taxas de acertos em geral referente às perguntas de Física, principalmente entre os alunos que participaram dos experimentos *maker*, o que confirma os resultados positivos da aplicação da estação meteorológica para o ensino de Física. A Tabela 4 apresenta os resultados para as perguntas relativos à Programação.

Tabela 4. Taxas de acertos e erros relacionados às perguntas de Programação no questionário final.

Taxas	Participaram dos exps. maker?	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Acertos	Sim	20,0%	35,0%	20,0%	22,2%	25,0%	10,0%
	Não	10,0%	15,0%	0%	0%	0%	0%
Erros	Sim	35,0%	20,0%	40,0%	38,9%	35,0%	45,0%
	Não	35,0%	30,0%	40,0%	38,9%	40,0%	45,0%

Fonte: A própria autora, 2020

Os resultados obtidos na Tabela 4, apesar de apresentarem taxas de erros maiores que taxa de acertos, teve resultado melhor que os vistos que na Tabela 2. Portanto a aplicação do projeto com a utilização da cultura *maker* para ensino de Física e Lógica de Programação trouxe bons resultados, mesmo que na parte de Programação não tenham sido obtidas melhorias expressivas, visto que curiosamente houve maiores taxas de erros a respeito da Programação entre os alunos que participaram dos experimentos *maker*. Acreditamos que estes resultados poderiam ser melhores se tivessem ocorrido de forma semipresencial ou presencial ou até mesmo se todos os alunos tivessem o Arduino em suas casas, para aprender praticando a programação, visto que ele é menos acessível que os materiais para fazer os medidores caseiros.

5. CONCLUSÃO

Este projeto desenvolveu a partir da Cultura *Maker* uma estação meteorológica portátil para prover uma interface entre os conceitos de Física (em especial, a Termodinâmica) obtidos nas salas de aula e a realidade do cotidiano, relacionando ainda os conhecimentos de Programação de Computadores para alunos de Ensino Médio. Isso é possível com a disponibilização de ferramentas de programação ainda mais simplificadas, como a plataforma Arduino, para que professores e estudantes de níveis Médio e Superior possam realizar atividades envolvendo Algoritmos e Linguagem de Programação. Levando-se em conta o baixo custo e a facilidade de manuseio da plataforma Arduino, acreditamos que esta plataforma poderá contribuir como mais uma ferramenta de aprendizagem que possibilitará o desenvolvimento de competências de forma interativa, contribuindo para a aprendizagem efetiva dos alunos em áreas do Ensino Profissional e Tecnológico. Os resultados obtidos mostram que houve grande aceitação por parte dos alunos que utilizaram a estação meteorológica. Entre as limitações do trabalho, apenas 21 alunos de toda a turma de 40 alunos tiveram acesso garantido à Internet, podendo participar dos experimentos remotos e sendo considerados para as análises. A Estação Meteorológica desenvolvida foi útil para o aprendizado do aluno que pretende obter conceitos e práticas de Física, Algoritmos e Linguagem de Programação, onde qualquer instituição de ensino pode reproduzir os passos e métodos aqui apresentados, com as adaptações que convierem. Este trabalho gerou 2 publicações, a saber: uma das publicações é Estação Meteorológica Portátil com Cultura *Maker* Interdisciplinar para Ensino de Física e Programação de Computadores que foi publicado no Workshop de Informática na Escola (WIE) em 2020 em um Evento Online. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação. O outro é o Using Interdisciplinary Maker Culture with Arduino to Teach Thermodynamics and Computer Programming que foi publicado no ICERI2020, na 13ª Conferência Internacional anual de Educação, Pesquisa e Inovação em uma conferência online.

Para trabalhos futuros, pretendemos aprimorar nossa estação como um produto educacional, fazendo parte de um conjunto de roteiros de aprendizagem para atividades *maker* interdisciplinares, ficando disponível em um sistema único e de fácil acesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, P. **Com Google News & Weather, veja informações do clima da sua cidade.** Disponível em: Acesso em 15 de janeiro de 2021.

ANDRADE, M.S. **Construção E Adaptação Do Projeto Apolobvm:** Relato De Experiência De Criação De Metodologia de Ensino Através de Ferramentas Tecnológicas e Inovadoras em Tempos de Pandemia de Covid-19. Revista Multidisciplinar Humanidades & Tecnologia (FINOM). Minas Gerais. ISSN: 1809-1628. vol. 25. Jul/set. 2020

ARAUJO, A. **Cultura Maker e Robótica Educacional no Ensino de Física: Desenvolvendo de um semáforo automatizado no Ensino Médio.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2015.

ARDUINO. **Arduino – Home.** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em 24 de maio de 2019.

BITTENCOURT, S. **O que é Arduino:** Tudo que você precisa saber. Disponível em: <<https://www.hostgator.com.br/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 01 de maio de 2019

DAVIS, F. **Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology.** MIS Quarterly, p. 319-340, 1989.

DEWEY, J. **Experiência e educação: textos fundantes de educação.** Petrópolis: Vozes, 2010.

FERRARI, M. **John Dewey, o pensador que pôs a prática em foco.** Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1711/john-dewey-o-pensador-que-pos-a-pratica-em-foco#>. Acesso em: 10 de dezembro de 2020.

FRITZING. **Fritzing Eletrônica Facilitada.** Disponível em: <https://fritzing.org/>. Acesso em: 05 de outubro de 2020.

GOOGLE. **Formulários.** Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/#start>. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

HIRABAHASI, G. et al. **movimento Maker.** Disponível em: <<http://infograficos.estadao.com.br/e/focas/movimento-maker/>> Acesso em: 01 de maio de 2019.

LEITE, S.J.O.; Fonseca, W.S.; Lima, D.S. **Cultura Maker: Implementação da plataforma Arduino na educação e preparação para cursos de engenharia.** XLIV Congresso

Brasileiro de Educação em Engenharia. 27 a 30 de setembro de 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte.

LOPES, Almir Rogério da Silva; CRUZ, Ellen; SIEBRA, Claurton. **Uma Análise com Foco Quantitativo sobre o Uso da Robótica Educacional no Ensino da Física**. Anais do Workshop de Informática na Escola, [S.l.], p. 99, out. 2018. ISSN 2316-6541. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7878>>. Acesso em: 3 abr. 2021.

LUZ, Maria Laura G. S. da et. al. **Metodologia da pesquisa científica e produção de textos para engenharia**. - Pelotas : Editora e Gráfica Universitária, 2012.

MEIRA, S.L.B; Ribeiro, J.L.P. **A Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmicas**. Brasília. 2010

MEDEIROS et al. **Movimento maker e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação Básica**. Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Rio Grande do Sul – IFRS, RIO GRANDE DO SUL, 2010.

MOURÃO, O.S. **Uso da Plataforma Arduino como uma Ferramenta Motivacional para a Aprendizagem de Física**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Ceará – IFCE, CEARÁ, 2018.

MORAN, J. **O que é educação a distância**. Site Eca-USP, 2002. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/dist.pdf>. Acesso em: 25 de dezembro de 2020.

PACINI, G. D., PASSARO, A. M., & HENRIQUES, G. C. (2019). **Pavilhão FAB!t: proposta portátil para inserção da cultura maker no ensino tradicional**. Gestão & Tecnologia De Projetos, 14(1), 76- 89. <https://doi.org/10.11606/gtp.v14i1.148143>

ROSSI, Bruno Fonseca; SANTOS, Érica Marques da Silva; OLIVEIRA, Luciane da Silva. **A Cultura Maker e o Ensino de Matemática e Física**. Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online, [S.l.], v. 8, n. 1, dez. 2019. ISSN 2317-0239. Disponível em: <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/16068>. Acesso em: 03 abr. 2021.

SAMÁRIA Gomes da Silva, C.; SFORZA Gil, M.C. **Criando Material educacional: invoção, arduino e movimento maker**. Cua. Doc. Multimedia 30 2019: 129-144.

SCHNEIDER, E. M. et al. **Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências**. Revista Pesquisa Qualitativa. São Paulo (SP), v.5, n.9, p. 569-584, dez. 2017.

TELES, E. **Arduino: O que é? Para que serve? Quais as possibilidades?** Disponível em: <<https://medium.com/nossa-coletividade/arduino-o-que-%C3%A9-pra-que-serve-quais-as-possibilidades-efbd59d33491>> Acesso em: 01 de maio de 2019.

VIDAL, R.; Vidal, S, F. **Ensino de Termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de miniestação meteorológica portátil com Arduino**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, NATAL, 2018.

WING, J. **Computational Thinking**. Communications of the ACM, 3 ed.: pp. 33-35, 2006

YOUTUBE. **Youtube**. Disponível em:<https://www.youtube.com/>. Acesso em :Acesso em: 05 de outubro de 2020.