

UEA

UNIVERSIDADE
DO ESTADO DO
AMAZONAS

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA
ESCOLA NORMAL SUPERIOR – ENS**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA**

**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DA FÍSICA POR MEIO DA ABORDAGEM
STEAM**

DANIEL GOMES DA SILVA

**MANAUS - AM
2021**

**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DA FÍSICA POR MEIO DA ABORDAGEM
STEAM**

DANIEL GOMES DA SILVA

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de mestre em ensino de ciências na Amazônia, na linha de pesquisa: Currículo, Cognição e Formação de Professores.

Orientadora: Dr^a Maud Rejane de Castro e Souza

**MANAUS - AM
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

D184u Gomes da Silva, Daniel.

A utilização da plataforma Arduino no processo de aprendizagem da Física por meio da abordagem STEAM / Daniel Gomes da Silva. Manaus: [s.n], 2021.

158f.: color; 30 cm.

PGSS – Educação em Ciências na Amazônia (Mestrado) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2021.

Inclui bibliografia

Orientador: Maud Rejane de Castro e Souza.

I. Aprendizagem Física. 2. Arduino 3. Educação STEAM I. Maud Rejane de Castro e Souza (Orient.) II. Universidade do Estado do Amazonas. III. A utilização da plataforma Arduino no processo de aprendizagem da Física por meio da abordagem STEAM

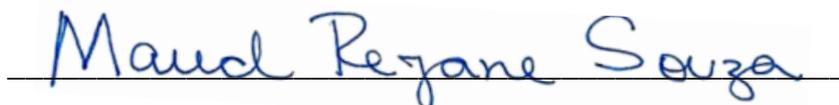
**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DA FÍSICA POR MEIO DA ABORDAGEM
STEAM**

por

DANIEL GOMES DA SILVA

Aprovada em: ___26___ de ___Março___ de 2021 em defesa pública na
Escola Normal Superior da UEA.

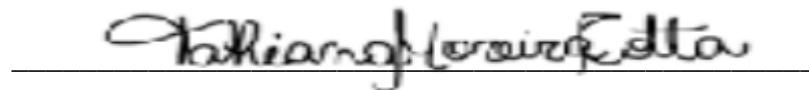
Banca Examinadora



Prof^a.Dra.Maud Rejane de Souza (Orientadora/Presidente)
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)



Profa. Dra. Dinamara Pereira Machado
Centro Universitário Internacional UNINTER
Membro Externo



Prof^a. Dra. Tathiana Moreira Diniz Ribeiro Cotta
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
Membro Interno

MANAUS, 2021

Dedico esta pesquisa à memória de minha querida Mãe Benedita Nogueira e dos meus irmãos Luiz, Carlos Nogueira e Francinildo Nogueira.

AGRADECIMENTOS

As minhas irmãs Ramas e Daniele, por me incentivarem a sempre estudar.

A minha Orientadora Professora Doutora Maud Rejane de Castro e Souza pela paciência, atenção e dedicação a minha pesquisa.

Ao professor José Geraldo de Pontes e Souza pela orientação que possibilitou uma visão mais clara sobre o Arduino e direcionamento desta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA), em especial a Doutora Josefina Kalhil, Doutor Mauro Gomes, Doutor José Vicente, Doutora Lucinete Gadelha.

Aos meus colegas de Mestrado, Francisco Sumbane, Márcia Beltrão, Silvia Pantoja e Sandra Botelho.

Aos colaboradores da Escola Estadual Senador Petrônio Portela, Gestora Sandra Tavares, Supervisora Wilka Cordeiro, Professor Jailson Holanda e em especial ao meu amigo Erivonaldo Nunes de Oliveira.

Aos meus amigos Rildo Moreira, Ricardo Corrêa, Emerson Braga e amiga Luciana Ferreira pelos conselhos, conversas e orientações técnicas.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram de alguma forma.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: Passos da estratégia centrada na tarefa.	31
QUADRO 02: Níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom revisada.	34
QUADRO 03: Dimensão conhecimento na Taxonomia de Bloom Revisada.	35
QUADRO 04: Principais periódicos pesquisados extratos A1, A2, B1 e B2.	40
QUADRO 05: Principais revistas pesquisadas.	40
QUADRO 06: Disposição dos trabalhos em categorias.	42
QUADRO 07: A Oficina e suas subtarefas.	50
QUADRO 08: Habilidades e Competências X Conceitos.	53
QUADRO 09: Objetivos da Etapa1 de acordo com a Taxon. de B. Rev.	54
QUADRO 10: Lista de componentes dos kit's.	56
QUADRO 11: Objetivos da Etapa2 de acordo com a Taxon. de B. Rev.	59
QUADRO 12: Respostas sobre conhecer o Arduino.	67
QUADRO 13: Diálogos referentes as dificuldades dos participantes.	75
QUADRO 14: Exposição das dúvidas dos participantes.	76
QUADRO 15: Citações referentes as dificuldades dos participantes.	77
QUADRO 16: Citação dos participantes sobre a realização da subt.1.1.	82
QUADRO 17: Citação dos participantes sobre a realização da subt. 1.2.	83
QUADRO 18: Citação dos participantes sobre a realização da subt.1.3.	84
QUADRO 19: Citação dos participantes sobre a realização da subt. 2.1.	87
QUADRO 20: Citação dos participantes sobre a realização da subt. 2.2.	88
QUADRO 21: Citação dos participantes sobre a realização da subt. 2.3.	89
QUADRO 22: Citação dos participantes sobre a realização da subt. 2.4.	90
QUADRO 23: Citação dos participantes sobre a realização da subt. 2.7.	92

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01: Dispositivos digitais utilizados pelos participantes.	65
GRÁFICO 02: Sistemas operacional utilizado.	66
GRÁFICO 03: Utilização dos meios digitais.	66
GRÁFICO 04: Quantitativo de dados não estruturados.	68
GRÁFICO 05: Segmento de análise (1).	69
GRÁFICO 06: Segmento de análise (2).	69
GRÁFICO 07: Segmento de análise (3).	70
GRÁFICO 08: Segmento de análise (4).	71
GRÁFICO 09: Mapa das categorias saturadas e consolidadas.	73
GRÁFICO 10: Resultados Teste Etapa 1.	80
GRÁFICO 11: Resultado questões 1-4 do Teste Etapa 2.	85
GRÁFICO 12: Resultados Teste Etapa 2.	91
GRÁFICO 13: Áreas de aplicação.	93

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Educação STEAM.	28
FIGURA 02: Primeiro princípio de instrução.	30
FIGURA 03: Níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom.	33
FIGURA 04: Placa Arduino Uno vista de cima.	36
FIGURA 05: Placa Arduino Nano vista de cima.	37
FIGURA 06: Circuito com protoboard, jumpers e Arduino UNO.	38
FIGURA 07: Kit's com componentes eletrônicos para realização das subtar.	55
FIGURA 08: <i>Sketch</i> das aulas iniciais sobre Arduino.	56
FIGURA 09: Circuito elétrico montado.	57
FIGURA 10: <i>Sketch</i> pronto para ser carregado na IDE.	57
FIGURA 11: Potenciômetro, DS18B20, DHT22, FD10, respectivamente.	59
FIGURA 12: Reed, Push Button, YL69, YL83 respectivamente.	59
FIGURA 13: LED verde, SD Card, LCD 16x2 respectivamente.	60
FIGURA 14: Pasta com os <i>Sketches</i> da segunda etapa da Oficina.	60
FIGURA 15: Placa principal da EMDP.	61
FIGURA 16: EMDP com a placa finalizada.	62
FIGURA 17: Medição da temperatura do café.	62
FIGURA 18: Testes com a EMDP finalizada.	63
FIGURA 19: Fontes de informações.	67
FIGURA 20: Erro de funcionamento no display e erro de código respectiv.	75
FIGURA 21: Orientação para instalação de biblioteca.	78
FIGURA 22: Atividades da subtarefa 1.1.	82
FIGURA 23: Atividades da subtarefa 1.2 realizada com sucesso.	83
FIGURA 24: Atividades da subtarefa 1.3.	84
FIGURA 25: Atividade da subtarefa 2.1.	86
FIGURA 26: Atividade da subtarefa 2.2.	88
FIGURA 27: Atividade da subtarefa 2.3.	89
FIGURA 28: Atividade da subtarefa 2.4.	90
FIGURA 29: Atividade da subtarefa 2.7.	93

LISTA DE SIGLAS

1. TV = Televisão	16
2. UEA = Universidade do Estado do Amazonas	16
3. GPS = Sistema de Posicionamento Global	16
4. STEAM = Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática	17
5. COVID -19 = Doença Corona Virus 2019	17
6. STEM = Ciência, Tecnologia, Engenharia, Matemática	26
7. DIY = Faça você mesmo	26
8. EMDP = Estação meteorológica digital portátil	30
9. IDE = Ambiente de desenvolvimento integrado	36
10. USB = Universal Serial Bus	37
11. PWM = Modulação por Largura de Pulso	37
12. Scielo = Scientific Electronic Library Online	38
13. Dialnet = Portal de Difusão da Produção Científica Hispânica	39
14. Redalyc = Rede de Revistas Científicas da América Latina e Caribe, Espanha e Portugal	39
15. ERIC = Education Resouces Information	39
16. UFRGS = Universidade Federal do Rio Grande do Sul	40
17. UFSC = Universidade Federal de Santa Catarina	40
18. UEPG = Universidade Estadual de Ponta Grossa	40
19. UFP = Universidade Federal do Pampa	40
20. UFSCAR = Universidade Federal de São Carlos	40
21. UFRJ = Universidade Federal do Rio de Janeiro	40
22. UFAL = Universidade Federal de Alagoas	40
23. UFPA = Universidade Federal do Pará	40
24. IFAM = Instituto Federal do Amazonas	44
25. BNCC = Base Naciona Curricular Comum	45
26. TIC = Tecnologias da informação e comunicação	47
27. LED = Diodo Emissor de Luz	49
28. LDR = Resistor Dependente de Luz	49
29. LCD = Display de Cristal Líquido	50

Por isso é preciso cuidar para que de todas as coisas que devem ser feitas na escola e na vida, sempre haja modelos genuínos, certos, simples e fáceis de imitar, seja eles imagens, pinturas, esquemas de coisas ou ensinamentos e regras brevíssimas, claríssimas, compreensíveis por si mesmas, verdadeiras sem nenhuma exceção (COMÊNIO, 1647, P. 25).

GOMES DA SILVA, Daniel. A utilização da plataforma Arduino no processo de aprendizagem da Física por meio da abordagem STEAM, Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia). Universidade Estadual do Amazonas. Manaus, Março de 2021.

RESUMO

A presente dissertação consiste no resultado de uma pesquisa desenvolvida junto a futuros professores de Física que traz como justificativa a problemática de alunos do Ensino Médio, que a classificam como uma disciplina tediosa e de difícil compreensão dificultando assim, a tarefa do professor no ensino e criando uma apatia no aprendizado. Com os avanços no campo da eletrônica digital e informática as comunicações e mais especificamente as telecomunicações ganharam uma nova roupagem através do advento dos smartphone, smart TV e da internet. Objetivou-se desenvolver um processo de Aprendizagem Centrado em Tarefas (TCL) norteado pelos objetos de aprendizagem da Taxonomia de Bloom Revisada em relação ao conteúdo de Termodinâmica em uma turma de Licenciatura em Física. A pesquisa teve enfoque qualitativo, exploratório e descritivo. Examinou-se as possibilidades da aprendizagem prática da Termodinâmica usando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino orientada pela educação STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) na modalidade de Ensino Remoto. A metodologia aplicada consistiu em ambientar os participantes na resolução de problemas do mundo real com o intuito guiá-los por uma aprendizagem que envolveu a integração de diversas áreas do conhecimento humano e contextualizada com os eventos e necessidades do século XXI, em uma perspectiva prática. Os resultados dos dados foram analisados e discutidos nesta dissertação. A conclusão é a de que a educação STEAM contribui para um ambiente facilitador e promotor da aprendizagem da Termodinâmica a partir da utilização do Arduino.

Palavras chaves: Aprendizagem Ativa, Ensino de Física, Arduino, Educação STEAM.

Gomes DA SILVA, Daniel. The use of the Arduino platform in the Physics learning process through the STEAM approach, Dissertation. (Master of Science Teaching in the Amazon). University of Amazonas. Manaus, in March 2021.

ABSTRACT

The present dissertation is the result of a research developed with future physics teachers that justifies the problem of high school students, who classify it as a tedious and difficult to understand discipline, thus making the task of the teacher in teaching and an apathy in learning. With the advances in the field of digital electronics and computing, communications and more specifically telecommunications have gained a new guise through the advent of smartphones, smart TV and the internet. The objective was to develop a Task-Centered Learning (TCL) process guided by the objects of learning from the Revised Bloom Taxonomy in relation to the content of Thermodynamics in a Degree in Physics. The research had a qualitative, exploratory and descriptive focus. The possibilities of practical thermodynamic learning were examined using the Arduino electronic prototyping platform guided by STEAM education (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) in the Remote Teaching modality. The applied methodology consisted of setting the participants up to solve real-world problems in order to guide them through learning that involved the integration of different areas of human knowledge and contextualized with the events and needs of the 21st century, in a practical perspective. The results of the data were analyzed and discussed in this dissertation. The conclusion is that STEAM education contributes to an environment that facilitates and promotes the learning of Thermodynamics from the use of Arduino.

Keywords: Physics, Arduino, STEAM education.

Sumário

INTRODUÇÃO	15
1. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	20
1.1 APRENDIZAGEM DA FÍSICA.....	20
1.2 A Educação STEM/STEAM	25
1.2.1 A importância da Educação STEAM	26
1.2.2 Estratégia Instrucional Centrada em Tarefas	29
1.3 TAXONOMIA DE BLOOM REVISADA.....	32
1.4 UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO.....	35
1.5 ESTADO DA ARTE.....	38
2. METODOLOGIA.....	43
2.1 PARTICIPANTES	44
2.2 INSTRUMENTOS	44
2.3 AULAS EM MEIO A PANDEMIA DO COVID-19	45
2.4 INTERVENÇÃO	47
2.4.1 ETAPA 1: Introdução a Educação STEAM	54
2.4.2 ETAPA 2: Estação Meteorológica Digital Portátil– EMDP	58
2.5 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
3.1 Categoria consolidada 1: dificuldades nas atividades.....	74
3.2 Categoria consolidada 2: orientação.....	78
3.3 Categoria consolidada 3: aprendizagem a partir das atividades	79
3.4 Categoria consolidada 4: opinião sobre o Arduino	94
3.5 Categoria consolidada 5: aplicação para o cotidiano.....	94
3.6 Discussão dos Resultados.....	95
CONCLUSÃO	99
REFERÊNCIAS.....	102
APÊNDICE A – Parecer do Comitê de Ética- 2020	106
APÊNDICE B – Roteiro da Oficina - 2020	107
APÊNDICE C – Questionário Diagnóstico - 2020	151
APÊNDICE D – Teste Etapa 1-2020	153
APÊNDICE E – Teste Etapa 2-2020.....	155
APÊNDICE F – Exercícios 2.1 e 2.2 - 2020	157
APÊNDICE G – Roteiro de Entrevista da Oficina - 2020.....	158

INTRODUÇÃO

A Física passou por profundas mudanças de concepções sobre seu entendimento da natureza e atualmente muito das tecnologias que fazem parte das nossas vidas são frutos dessas descobertas. Apesar dos conteúdos de Física serem necessário para os que querem entender essas tecnologias que permeiam nossas vidas, esse pensamento não é compartilhado pelos alunos do Ensino Médio, que a classificam como tediosa e de difícil compreensão dificultando assim, a tarefa do professor no ensino e criando uma apatia no aprendizado (MOURÃO, 2018b).

De fato, a tarefa do professor passa a ser um verdadeiro desafio nesse contexto. Um processo de ensino e aprendizagem da física sendo atrativo aos alunos ao mesmo tempo em que os prepara para os desafios deste século precisam ser as palavras de ordem. Porém, primeiramente precisamos descobrir e perceber os fatores que contribuem para essa aversão que os discentes têm em estudar Física, mapeá-los para depois podermos eliminados ou atenuá-los.

Diversos são os motivos que contribuem para essa apatia que os alunos têm em relação ao aprendizado da Física. Fatores como aulas com ausência de experimentos, baseada apenas em resolução de exercícios, conteúdos desatualizados, ensino centrado na figura do professor, sendo ele como o único detentor do conhecimento em sala de aula, levando o aluno a desenvolver uma participação passiva nesse processo. Esses são os motivos principais que isolados ou em conjunto afastam os alunos do aprendizado da Física (RODRIGUES, 2014).

Com a delimitação desses fatores em mãos poderemos repensar nosso fazer pedagógico, logo tanto a figura do professor quanto a do aluno precisam ser repensadas proporcionando mais autonomia aos discentes, estimulando-os a serem protagonistas no seu próprio aprendizado.

A Física por ser uma ciência fenomenológica, se fundamenta tanto em princípios teóricos como na experimentação. Entretanto, a realidade em sala de aula ainda é de um ensino tradicional, sendo a teoria desvinculada do dia a dia, focada na resolução de lista de exercícios. Como resultado, os alunos ambientados

com os avanços científicos e tecnológicos, seja no cotidiano ou no trabalho, reclamam que há um abismo entre o que eles vivenciam e o que é ensinado na sala de aula (SOUZA, 2011).

Nesse caminhar, o processo de ensino e aprendizagem da física precisa que a teoria dialogue com a prática para que não haja prejuízo da aprendizagem. Os professores também enfrentam outras dificuldades pois as atividades práticas envolvem custos tanto de tempo na elaboração, quanto em relação aos custos financeiros na implementação das mesmas.

Silveira (2016) afirma em sua pesquisa que a infraestrutura disponível em muitas escolas brasileiras consiste na pouca ou completa ausência de equipamentos didáticos destinados aos experimentos de Física, Química e Biologia. Isso ocorre devido aos altos custos para aquisição desses equipamentos e a manutenção deles. Em contrapartida há uma subutilização dos laboratórios de informática, que deveriam ser mais utilizados em simulações de experimentos (SILVEIRA, 2016).

Trabalhando como docente da disciplina de Física para o Ensino Médio e Superior pude acompanhar de perto essa realidade que me motivou a ingressar no Programa de Mestrado da Universidade Estadual do Amazonas (UEA). Após as primeiras conversas com a minha orientadora, pude perceber que nós docentes precisamos estar atentos quanto ao fato de que a tecnologia é uma realidade no dia a dia dos alunos. A prova disso é a interação deles com o computador, *smartphone*, *smart TV*, vídeos games. Proporcionando a eles um estilo de vida permeado pelo uso de recursos tecnológicos como: uso de games, sozinhos ou em comunidades de jogos virtuais, ouvindo músicas, participando das redes sociais, fóruns, todos oferecidos pelo advento da internet.

Essa realidade é corroborada nas palavras de Martins (2016, p.11) : “Os alunos estão cada vez mais conectados às tecnologias, pois os computadores nas escolas estão dando lugar a *smartphones*, repensados a cada ano, muitos dos quais com uma gama de sensores em sua concepção”. E, no que diz respeito aos sensores estamos falando de um número quase ilimitado deles já agregados aos celulares de hoje tais como: sensores de toque, localização global ou GPS, acelerômetros, só para citar alguns. Por outro lado, a sala de aula, mais

especificamente falando nas aulas de Física, se resumindo a um ensino tradicional, conceitualista, livresco, com pouca ou quase nada de experimentos.

Iniciamos nossa investigação a partir da leitura de publicações especializadas na área de ensino de Ciências e Física. Apesar de várias pesquisas relatarem o uso do ensino tradicional da disciplina, constatamos que há uma tendência no ensino de Física voltado para o desenvolvimento de experimentos de baixo custo, dentre eles o que mais nos interessou, devido a nossa experiência foi a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino.

Este recurso apresenta-se como um auxílio para o ensino da Física, além do fato de ter um custo acessível tanto para professores quanto alunos e a vantagem de ser *open source*¹ em *hardware* e *software*. Essa última característica do Arduino, significa que este pode ser utilizado livremente em projetos sem a necessidade de permissão, o que facilita o intercâmbio livre de códigos e experiências em comunidades de desenvolvedores interessados.

Almejamos explorar as potencialidades desses recursos tecnológicos pelo viés das aulas em meios digitais como preconiza o Ministério da Educação e Cultura a partir da portaria nº 544 que autoriza a substituição das aulas presenciais pelo ensino remoto. Sendo essa uma medida de contornar as mazelas oriundas do estado de pandemia pelo COVID-19 que vem assolando o mundo. Além do mais, trazemos ao debate formas alternativas de ensinar física apropriando-nos de mídias digitais e outros meios não convencionais.

Diante do exposto, o problema científico a ser abordado na presente pesquisa é:

Como a educação STEAM mediada pelo Arduino integrada à formação inicial dos professores de Física potencializa o processo de aprendizagem ativa da Termodinâmica?

A fim de fornecer elementos necessários para responder o problema da

¹ *Open Source*: é um termo em inglês que significa código aberto. Isso diz respeito ao código-fonte de um software, que pode ser adaptado para diferentes fins. O termo foi criado pela OSI (*Open Source Initiative*) que o utiliza sob um ponto de vista essencialmente técnico. Disponível em: <https://canaltech.com.br/produtos/O-que-e-open-source/>. Acesso em: 31/07/2020

pesquisa, faz-se necessário estabelecer alguns objetivos:

Objetivo geral:

Investigar a aprendizagem ativa da Termodinâmica dos alunos de Licenciatura plena em Física mediada pela ferramenta tecnológica Arduino e conduzida pela Educação STEAM através da Aprendizagem Centrada em Tarefas.

Objetivos específicos:

- 1- Realizar o Estado da Arte sobre a ferramenta tecnológica Arduino e a Educação STEAM para a aprendizagem da Física;
- 2- Desenvolver um processo de ensino da Termodinâmica para promoção de aprendizagem ativa através da Educação STEAM;
- 3- Implementar o processo de ensino aprendizagem da Termodinâmica, através de oficina, que leve os alunos ao desenvolvimento de habilidades para o século XXI.

Ao final de nosso processo de investigação pretendemos responder aos seguintes questionamentos:

- O uso do Arduino como ferramenta tecnológica e pedagógica potencializa a aprendizagem ativa dos alunos?
- É possível ensinar os componentes curriculares relacionados ao tema Termodinâmica a partir de uma estação meteorológica digital portátil?
- Qual a visão dos alunos diante dessa ferramenta tecnológica mediada pela Educação STEAM?

Esta dissertação está estruturada em 3 capítulos:

No capítulo 1, são apresentados os pressupostos teóricos que sustentam a presente pesquisa extraídos do Estado da Arte no período de 2009 a 2019. Iniciamos com uma breve análise do contexto atual do Ensino de Física, no tocante a Termodinâmica, da utilização da plataforma Arduino para o Ensino de Física e mais especificamente sobre a educação STEAM a partir de uma Aprendizagem Centrada em Tarefas. Relatamos como foi iniciada a revisão de literatura, à maneira para obtê-la, recortes das principais ideias que serviram de subsídios para este

trabalho. Além do mais, os aspectos cognitivos têm como pressupostos teóricos a Taxonomia de Bloom Revisada e todos os objetivos de aprendizagem da oficina foram estruturados levando em consideração esse instrumento.

No capítulo 2, descrevemos o instrumento didático pedagógico que utilizamos através da oficina “A Educação STEAM e a Aprendizagem da Física”, a metodologia aplicada, identificando o desenho, os instrumentos, expondo o delineamento do enfoque qualitativo pelo viés exploratório e descritivo, coleta e análise dos dados. Ademais, serão demonstradas as adaptações do desenho necessárias para a aplicação dela em uma modalidade de ensino remoto em meio à pandemia do COVID-19 que acomete o mundo e mais especificamente a cidade de Manaus.

No capítulo 3, relatamos os resultados da análise e discussão dos efeitos em relação aos aspectos e as ações delineadas nesta investigação que foram coletados por meio de interações.

1. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

1.1 APRENDIZAGEM DA FÍSICA

A sociedade contemporânea está cada vez mais dependente da tecnologia, seja em casa com o auxílio dos eletrodomésticos que facilitem e tornem nossas vidas mais agradáveis, a ida de carro ao trabalho, escola, supermercado, nas viagens de um estado a outro, mediante o transporte em avião. Com os avanços no campo da eletrônica digital e informática as comunicações e mais especificamente as telecomunicações ganharam uma nova roupagem através do advento dos *smartphone*, *smart TV* e da internet.

Essa realidade é corroborada por Emerson Baião ao fazer os seguintes questionamentos:

[...] na década de 1990 ou no início da década de 2000, seria possível imaginar com exatidão que: Atualmente muitas crianças crescem rodeadas por televisões inteligentes, as famosas *Smart TV*? Com vídeo games que além do controle físico pode transformar o usuário no próprio controle através de seus sensores de movimento, [...] Além dos jogos, os celulares que podem ser chamados mais de central multimídia do que propriamente celular? Que o computador pessoal poderia ser quase que considerado um “mobiliário básico”? E que a internet, [...] hoje é praticamente essencial no dia a dia das pessoas, seja para trabalho, comunicação, informação ou entretenimento? (BAIÃO, 2016, p.16)

Nessa perspectiva, fica evidente que a história da humanidade é marcada por revoluções sejam de ordem política, econômica ou científica, que afetam diretamente a sociedade, cada uma na sua ordem de grandeza. Especificamente destacamos as revoluções científicas, que refletem o engajamento da comunidade científica na construção dos padrões técnicos e tecnológicos que irão impulsionar o desenvolvimento da sociedade. Esses padrões se refletem na sociedade em forma de tecnologias emergentes, que tanto nos ajudam no dia a dia como: na indústria, na agricultura, nos transportes, medicina e telecomunicações (KUHN, 2006).

Portanto escola precisa estar em sintonia com essa realidade tecnológica que permeia nossas vidas para poder proporcionar aos jovens um embasamento teórico que os habilite a ter uma visão crítica das vantagens e desvantagens, abrangência e limites do uso cada vez maior desses recursos e

suas implicações no nosso dia a dia, para nossa saúde física, mental e do planeta. Nesse caminhar, a Física pode contribuir com esse entendimento, pois sem os conhecimentos desenvolvidos pelos físicos, por séculos, desde a Grécia, Alexandria até a Europa, cujos esforços culminaram no desenvolvimento da Engenharia.

Infelizmente, cada vez mais a maioria dos jovens vem se distanciando e mostrando uma verdadeira aversão em relação a estudar Física. Opinião compartilhada por Mourão (2018a, p.18) “O ensino de Física na atualidade tem passado por diversas dificuldades, e esses problemas parecem que não estão sendo solucionados e as dificuldades em fazer com que nossos alunos possam aprender significativamente parece ser um desafio ainda muito longe de ser conquistado”. Devido a essa realidade do ensino de Física, faz-se necessário analisar os diversos fatores que estão afetando e contribuindo para isso.

Igualmente, uma verdadeira falta de sintonia entre o processo de ensino e aprendizagem da Física e as demandas e necessidades do século XXI é apontada como um fator determinante para essa realidade. Em outras palavras, a Física ensinada nas escolas é desatualizada de conteúdos e tecnologias, pois está centrada no professor e não nos alunos, sendo o professor detentor do conhecimento em sala de aula. O aprendizado é mecânico, se limitando a resolução de exercícios, memorização de equações e sem pouca ou qualquer conexão com a realidade dos alunos (SOUZA, 2011).

Um caminho alternativo a essa realidade é sinalizado por Comenius, que no século XVII passava por problemas similares ao que lidamos nos dias de hoje. Ele, por sua vez, faz duras críticas à escola cuja educação se resume a transmissão de conhecimento abstrato por parte do professor. Por outro lado, Comenius enfatiza a necessidade da prática e afirma que a escola precisa estar atento às particularidades de cada pessoa, respeitando a capacidade do indivíduo (COMENIUS, 2010).

Outro ponto importante na educação dos jovens consiste em suprimir o potencial deles quando o ensino se limita a decorar conceitos que não estão totalmente compreendidos pelos alunos. Comenius (2010, p.23) critica com veemência essa postura ao afirmar “ensino formal precedendo à compreensão dos conteúdos nos conduz ao verbalismo”. Nessa perspectiva, o ensino eficiente

para ser empregado aos jovens está centrado em estimulá-los em atividades que relacionam tanto a teoria quanto a prática, nunca fazendo distinção entre as duas.

Os artesãos não mantêm seus aprendizes com teorias, mas os fazem trabalhar imediatamente para que aprendam a forjar, forjando, a esculpir, esculpindo, a pintar, pintando, a saltar, saltando. Que nas escolas, então, se aprenda a escrever, escrevendo, a falar, falando, a cantar, cantando, a pensar, pensando etc. De modo que as escolas sejam ateliês onde se trabalhe com ardor. Assim, todos comprovarão por meio de uma prática feliz a verdade deste provérbio: *fabricando fabricamur* (COMENIUS, 2010, p.21).

Corroborando esse raciocínio do aprendizado da Física por uma perspectiva voltada à experimentação é enfatizado por Souza (2011, p.81) ao defender que: “valorizar a experimentação como elemento capaz de tornar o ensino da Física mais atrativo, de incentivar o aluno para o estudo, de contribuir para a sua aprendizagem e de facilitar o estabelecimento de relações com o cotidiano e seu campo de atuação profissional”. Fica evidente a necessidade da inserção de atividades experimentais nas aulas de Física como elemento promotor de um aprendizado que possibilite ao discente compreender o fenômeno estudado.

Além do mais, nós professores precisamos estar atentos ao fato de que a aprendizagem seja experimental ou conceitual, requer dialogar com as tecnologias digitais, pois elas são uma realidade pelo qual os discentes convivem diariamente. Eles nasceram em meio à revolução da tecnologia digital, caracterizada pela navegação na Internet, pesquisas no *Google*, redes sociais e comunidades virtuais, principalmente. Esses adolescentes são conhecidos por pertencerem à geração Z ou nativos digitais, cujo nascimento coincide com o surgimento da revolução das tecnologias digitais (CAMPEIZ et al., 2017).

Faz-se necessário lembrar também que a era digital influencia diretamente o espaço escolar, pois os estudantes estão em constante interação com recursos tecnológicos inseridos no contexto das tecnologias digitais; logo, para lidarmos com essa realidade, é fundamental incorporar recursos tecnológicos nas práticas didático-pedagógicas dos docentes para assim nos conectarmos a esse cenário de constantes e profundas mudanças, viabilizando uma interação na escola entre o professor e os alunos.

Nesse caminho, Souza (2016) defende que:

O professor precisa dispor de conhecimentos acerca das teorias e técnicas de aprendizagem que lhe permitam atuar como mediador e orientador na relação do estudante com os conteúdos. Identificar estratégias de aprendizagem que viabilize a integração entre conhecimentos, habilidades, atitudes humanas, valores sociais, perfil profissional e interesses dos alunos (SOUZA, 2016).

Além do mais, os problemas do mundo real no século XXI, provavelmente afetarão os alunos, de forma que eles precisam ter uma formação adequada que lhes permitam uma maior adaptação ao mundo atual. Esses jovens precisam de uma preparação que desenvolva as habilidades tecnológicas inovadoras, associadas a sólidos conhecimentos científicos, no tocante, por exemplo, a Termodinâmica. Para que possam compreender o aquecimento global e gerar soluções, seja monitorando a temperatura, seja umidade relativa do ar na comunidade onde vivem e a partir dos dados obtidos dessas mensurações, propor formas de dirimir ou eliminar as variáveis que comprometem os resultados.

Apropriar-se das leis que compõem a Termodinâmica permite conhecer um fenômeno muito estudado nos dias de hoje que são as ilhas de calor urbano. Elas são causadas devido o armazenamento de calor durante os dias típicos nos ambientes urbanos, através da radiação solar recebida e a emissão produzida pela Terra para atmosfera durante à noite. Diversas áreas do conhecimento podem ajudar a entender esse fenômeno não apenas a Física. O estudo desse tema é pedagogicamente rico, proporcionando aos alunos uma reflexão sobre as consequências das ações do homem para o meio ambiente (SANTOS; AMORIM; DEREZYNSKI, 2016).

Por outro lado, não basta que o aluno seja detentor de sólidos conhecimentos científicos ou apropriar-se das mais avançadas tecnologias digitais disponíveis, se o mesmo não tiver desenvolvidos habilidades de comunicação, criação e para resolver problemas.

A aprendizagem da Física a partir do desenvolvimento de habilidades e competências pressupõe um objeto mais específico que consiste em preparar os discentes para situações que eles venham a vivenciar no futuro. Nessa

perspectiva, a preocupação central deixa de ser somente o conceito a ser aprendido, mas também o desenvolvimento dessas competências e habilidades.

Souza (2016) vai além ao afirmar:

A função do ensino é idealizada para o futuro, logo a avaliação das habilidades e competências deve representar também a busca de meios que permitam prever a capacidade de utilizar essas competências em um momento necessário. Conhecer o grau de domínio de uma competência que os alunos adquiram é uma tarefa bastante complexa, posto que implique partir de situações-problema que estimulem contextos reais e dispor dos meios de avaliação específicos para cada um dos componentes da competência (SOUZA, 2016, p.32).

Essa mudança só será possível se o professor se envolver nesse processo, pois é ele quem pode adequar esse objetivo às condições disponíveis da escola. Nesta circunstância há a necessidade de priorizar o planejamento escolar iniciando pelos objetivos de aprendizagem que queremos alcançar com o educando. Além do mais, os objetivos de aprendizagem devem ser direcionados para o desenvolvimento de habilidades dos alunos, oportunizando mudanças de pensamentos, ações e condutas (BELHOT E FERRAZ, 2010).

Segundo Bloom *et al*, a escolha dos objetivos de aprendizagem oferece base para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação dos alunos e utilização de estratégias e abordagens de ensino que facilitem a avaliação e estímulos de habilidades (LARKIN; BURTON, 2008).

A definição de estratégia norteadas pela prática, o aprender fazendo, implica distinção dos conteúdos que são adequados a essa demanda e que podem ser executados e concordam com as peculiaridades da escola. Sendo assim, reconhecer os conteúdos e conciliá-los aos objetivos de aprendizagem em torno dos quais seja possível estruturar e organizar o desenvolvimento das habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e valores desejados aos objetivos da Física.

Esses objetivos precisam apresentar relevância contemporânea visando com isso tratar dos processos e fenômenos físicos por diversos prismas contribuindo para o fomento um olhar investigativo sobre o mundo real (BRASIL, 2002).

Nesse contexto a Educação STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics*) vem de encontro às necessidades para o desenvolvimento de habilidades para o século XXI, priorizando o aprender fazendo, com a mão na massa (*hands on*); o STEAM que é uma abordagem inter e transdisciplinar que prevê maior intensidade nas atividades práticas, utilizando técnicas e tecnologias para o desenvolvimento de habilidades como: autoconfiança, criticidade, criatividade, colaboração, comunicação, empatia, pensamento sistêmico (SOUZA E SOUZA, 2020).

Todos esses pressupostos devem ser levados em conta quando falamos de educação nos dias de hoje. Reiteramos que nós docentes precisamos equipar nossos alunos com habilidades e competências a partir de medidas concretas norteadas por temas estruturadores que permitam a eles tornar-se cidadãos conscientes dos seus deveres e desafios porvir, na vida pessoal e profissional em uma época de constantes mudanças. Esse é o grande desafio do atual paradigma da educação no século XXI.

1.2 A Educação STEM/STEAM

O acrônimo STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), foi criado em 2001 por Judith A. Ramaley, da *National Science Foundation*, como abordagem que padroniza a integração da ciência, tecnologia, engenharia e matemática nos currículos educacionais norte-americanos (WATSON e WATSON, 2013; FELDER e BRENT, 2016).

A essência da Educação STEM está na integração interdisciplinar em vez de aprendizagem de disciplina única, com a intenção de proporcionar melhores chances para os alunos aprenderem na realidade, através da criação de oportunidades com base na inovação (HANSEN, 2014).

Os currículos e metodologias elaborados com base no STEM incorporam as inovações tecnológicas e as ementas das disciplinas preveem aprendizagem em atividades de execução de protótipos em laboratório. Por exemplo, os estudantes podem aprender álgebra e física para construir robôs, ou aprender geometria, física e biologia para construir uma estufa controlada automaticamente. Todas essas tarefas, no entanto, adotam uma abordagem

teórico e prática, mas com forte ênfase no Faça Você Mesmo (DIY), ou seja, o foco está no aluno executando e compreendendo o que faz. Em outras ocasiões, entretanto, os projetos podem incorporar elementos de design para combinar função e forma. É neste momento que os educadores consideram a importância da “arte” como um componente curricular imprescindível para desenvolver a capacidade criativa dos estudantes (WATSON e WATSON, 2013).

Por uma perspectiva histórica, a integração ao currículo educacional dando ênfase as disciplinas de ciência, tecnologia, engenharia, e matemática cunhou o acrônimo STEM. Porém, com o amadurecimento dessa abordagem de ensino, especialistas nas mais diversas áreas do conhecimento propuseram a inserção de mais uma letra referenciando um conceito implícito que seria a arte. Surge dessa iniciativa o novo acrônimo também muito difundido no meio acadêmico: o STEAM (SRIKOOM; FAIKHAMTA; HANUSCIN, 2018).

Com o entendimento do pensamento artístico incorporado nas demais disciplinas resulta em um senso estético ao design final combinando beleza e funcionalidade. Ter consciência da inclusão do pensamento artístico na educação de cientistas, engenheiros e matemáticos contribui na melhoria da capacidade de desenvolver produtos e serviços expressivos. Logo, diversos são os argumentos que justificam a inserção da palavra artes nesse contexto (STEWART et al, 2019).

1.2.1 A importância da Educação STEAM

Incorporar no currículo educacional as disciplinas que compõem o STEAM oferece oportunidades aos discentes de apropriar-se de experiências de um ensino menos fragmentado. Essa perspectiva é relevante no cenário atual, pois é de conhecimento de todos que os problemas do mundo real não são fragmentados por disciplinas, sendo justificado estimular no aluno habilidades que abranjam o maior número delas. Por isso, desenvolver neles a motivação e interesse pelo STEAM o quanto antes pode levar a um número crescente de graduados nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (THIBAUT et al., 2018).

Com o desenvolvimento de pesquisas sobre implementações de práticas de ensino integrado ao STEAM nas escolas com professores sinaliza um leque de informações como: a identificação de barreiras, possibilidade de práticas melhores, limites, além de vantagens e desvantagens dela no ensino (SRIKOOOM; FAIKHAMTA; HANUSCIN, 2018).

Trabalhar em parceria com os professores passa a ser uma das prioridades para a inserção de uma abordagem STEAM nas escolas e Universidades. Essa parceria consiste em ambientar os conhecimentos deles alinhando com as metas e objetivos de uma integração do STEAM no currículo, salientando ao docente o que de fato o aluno aprenderá após a referida integração. Conhecimento explícito em relação às atividades, materiais utilizados e suas finalidades (SRIKOOOM; FAIKHAMTA; HANUSCIN, 2018).

Há um consenso entre os pesquisadores das áreas de educação sobre a prioridade em desenvolver tanto conteúdo como habilidades pedagógicas dos professores antes da inserção da educação STEAM propriamente dito nas escolas. Nesse contexto, a ênfase em estratégias instrucionais para esse curriculum, permitiria preparar com uma qualidade melhor os professores em relação às disciplinas de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Delinear um objetivo definitivo passa a ser a gênese desse caminho (ROBERTS, 2013).

Dispor de uma explicação de objetivo principal e possuir a identificação de estratégias preferenciais a ser adotada em um projeto instrucional que delinea as estratégias para professores é de vital importância antes da aplicação em sala de aula. Apropriar-se de um desenho instrucional equipa os futuros professores em STEAM a projetar e planejar, em seus planos de aula, por exemplo, um conjunto de instruções para a aplicação nas escolas. Essas diretrizes possibilitam também um fortalecimento da aprendizagem dos discentes na resolução de problemas complexos (ROBERTS, 2013).

Quanto ao preparo dos professores para a educação STEAM, precisamos lidar com um ponto importante, a confiança deles nessa abordagem para a Física. Ela pode ser influenciada por duas perspectivas que é o

conhecimento e a pedagogia em relação ao conteúdo. O conhecimento efetivo dos professores no STEAM irá impactar diretamente no aprendizado crescente dos alunos e a outra vertente possibilita o desenvolvimento de estratégias mais eficientes como aprendizagem baseadas em projetos, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem centrada em tarefa, *design thinking*, sala de aula invertida, entre outros (SMITH, 2018).

A clareza quanto a postura que o professor precisa ter em relação ao conteúdo privilegiado se faz necessário o acompanhamento de um sólido conhecimento em questão. Deprendemos dessa fala o entendimento de que se o docente tem mais afinidade com a experimentação é natural estruturar a educação STEAM nessa vertente. Consequentemente, saber as possibilidades disponíveis sobre como lidar em sala de aula com uma abordagem STEAM consiste em conhecer as diversas práticas instrucionais (FELDER e BRENT, 2016).

Uma possível estrutura teórica para práticas educacionais em um ensino envolvendo a educação STEAM e que servirá de subsídio para esta pesquisa será descrita a seguir.

Elas estão dispostas na figura 1 sendo: Integração do conteúdo STEAM; Aprendizado Centrado em Tarefas; Aprendizado Prático – *Hands on*; Avaliação como parte da Instrução; Habilidades para o Século XXI. Todos esses princípios estão enraizados em uma visão construtivista social sobre a aprendizagem (THIBAUT et al., 2018).

FIGURA 01: Educação STEAM.



Fonte: Adaptado de (THIBAUT et al., 2018).

Diante do exposto percebemos que o aprendizado como produto da interação social ou construcionismo social é a base teórica da educação STEAM.

O aprendizado do aluno é potencializado através da contribuição da interação em equipes ou até mesmo pela participação do educador. Além do mais, essa colaboração não necessariamente precisa ser exclusivamente física por pessoa, outras possibilidades são sinalizadas a partir de materiais instrucionais dentre os principais são: robótica, simulações, vídeos (ROBERTS, 2013).

Nesse contexto, o conteúdo pedagógico para o STEAM trabalha as dimensões do conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal. Sendo essa três dimensões necessárias para o contexto atual, nas palavras de Segura e Kalhil (2017, p.93) “Desenvolver nos estudantes apenas a dimensão conceitual do conhecimento e deixar a dimensão procedimental e atitudinal de fora do processo de aprendizagem, não atende as expectativas do momento atual.”

Com o entendimento desses componentes, os professores podem ter uma visão clara para conceituar e implementar a educação STEAM além de outros desdobramentos importantes relacionados às estratégias de ensino apropriada ao conhecimento que o aluno desenvolve e o que podem esperar sobre essa abordagem para a educação.

1.2.2 Estratégia Instrucional Centrada em Tarefas

A estratégia adotada em nosso processo de investigação levou em consideração a aprendizagem ativa da Termodinâmica mediada pela ferramenta tecnológica Arduino conduzida pela Educação STEAM.

Uma Estratégia Instrucional Centrada em Tarefas consiste na divisão da aprendizagem em várias unidades e objetivos individuais. Nesse contexto, os alunos precisam ter domínio de cada unidade, alcançando seus objetivos através do ensino individualizado associados a experiências do mundo real. Então, os critérios de domínio de cada unidade estudada são definidos em termos de objetivos de aprendizagem e os alunos avançam para a próxima unidade depois de detectado esse domínio (CHANG; CHEN, 2020).

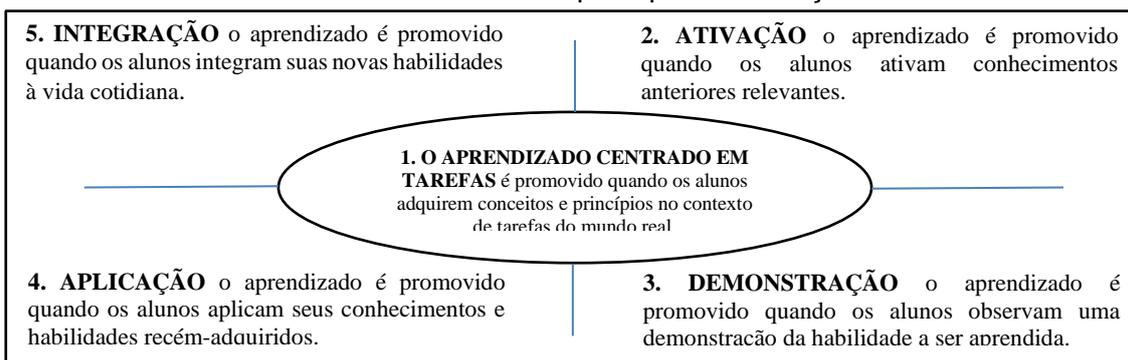
Nessa perspectiva as tarefas podem ser desenvolvidas em colaboração entre os discentes, mas não há uma obrigatoriedade e eles podem resolvê-las individualmente. Os alunos iniciantes em novos conteúdos se sentem mais motivados e com maior capacidade de aplicação com a adoção da integração de

conhecimentos e habilidades de componentes em tarefas completas e possibilitando aplicar em novas situações (MERRILL, 2007).

Na aprendizagem centrada em tarefas os alunos adquirem o conhecimento almejado e habilidades psicomotoras da tarefa com o intuito de melhorar o desempenho da aprendizagem. Os professores participam desse processo com a disponibilização de demonstrações das tarefas de diversas formas e sempre estimulando o aluno a aprender por observação e imitação. Com isso, eles se ambientam com o conteúdo a partir de atividades e diretrizes relevantes de aprendizagem, com foco na integração do conhecimento e habilidades psicomotoras para completar a tarefa e as subtarefas (CHANG; CHEN, 2020).

O desenvolvimento instrucional prevê um norte em relação aos procedimentos de projeto instrucional centrado a partir da definição de tarefa e com o primeiro conteúdo. Com isso, há um ciclo instrucional bem definido que parte de uma tarefa centrada no contexto de uma tarefa do mundo real, que em nosso processo de investigação foi a criação de uma estação meteorológica digital portátil - EMDP. Esse caminho se resume em: ativação, demonstração, aplicação e integração, como mostra a figura 2. Essas fases são ideais quando relacionado ao contexto de tarefas do mundo real (MERRILL, 2007).

FIGURA 02: Primeiro princípio de instrução.



Fonte: (MERRILL, 2007)

Nessa estratégia as primeiras etapas identificam um conjunto de tarefas do mundo real que futuramente representarão o conteúdo real da instrução. Ela consiste de três passos, onde o primeiro identifica uma tarefa inteira típica; o segundo identifica uma série de tarefas semelhantes de crescente

complexidade; o terceiro identifica as habilidades dos componentes comuns a essas tarefas (Quadro 01).

Adaptamos esse modelo, tendo primeiramente a definição clara dos objetivos instrucionais, consideramos a aquisição de conhecimento, habilidades e competências adequados aos nossos professores de física em formação inicial que estavam relacionadas às habilidades para professores do século XXI. Depois definimos uma tarefa do mundo real e em seguida identificamos o progresso dessas tarefas conforme o quadro 1.

QUADRO 01: Passos da estratégia centrada na tarefa.

PASSO	DESCRIÇÃO
ESPECIFICAR CONHECIMENTO, HABILIDADES E COMPETÊNCIAS	O conteúdo será dividido de acordo com as tarefas que devem ter objetivos de aprendizagem específicos gerando o desenvolvimento de habilidades e competências nos alunos.
DEFINIR UMA TAREFA DO MUNDO REAL	Uma tarefa do mundo real é aquela que os alunos podem esperar aplicar na vida seguindo as instruções.
IDENTIFICAR UM PROGRESSO DE TAREFAS	Cada tarefa na progressão deve ser concluída, ter um exemplo parecido trabalhado anteriorente. Como ela é o conteúdo real a ser ensinado, é importante garantir que os exemplos estejam completos.

Fonte: Adaptado de MERRIL, 2007.

Completado os três primeiros passos definimos a estratégia de aprendizagem, essa por sua vez se difere substancialmente em relação a uma estratégia tradicional, pois sua ênfase está na relevância do componente de conhecimento e habilidades a serem aprendida na tarefa. Com isso, a aquisição das habilidades no contexto de tarefas inteiras guia o aluno a formar modelos mentais e desenvolver um pensamento sistêmico (MERRILL, 2007).

O autor questiona a importância dada a relevância do conhecimento e da habilidade em uma perspectiva tradicional:

Na estratégia tradicional, nem sempre é claro para os alunos como esse componente conhecimento e habilidade serão eventualmente aplicados. Todos nós ouvimos a advertência: "Você não entenderá isso agora, mas mais tarde será realmente importante para você". Quanto desse conhecimento incompleto adquiriu cada um de nós, para o qual nunca chegamos mais tarde, onde esse conceito seria realmente importante (MERRILL, 2007, p.15).

Em se tratando de uma estratégia instrucional centrada na tarefa isso não ocorre por que o aluno é informado primeiramente sobre o objetivo da tarefa e que habilidades eles devem desenvolver desde o início da sequência instrucional. O aluno começa participando de uma tarefa completa, apesar de ser uma versão menos complexa de toda a tarefa na progressão.

Um dos principais objetivos da Aprendizagem Centrada em Tarefas é antes de qualquer coisa desenvolver as habilidades e competências nos professores, de forma que estes consigam implementar atividades práticas *hands-on* (atividades práticas também chamadas de mão na massa) relacionadas com a Educação STEAM. Por isso, os professores além de conhecimentos teóricos sobre os conceitos a serem ensinados, devem ser capazes de realizar as atividades práticas *hands-on*, relacionadas com esses conceitos, de forma que façam sentido para os alunos.

Assim, projetamos um modelo de tarefas *hands-on* que foi testado e aprofundado em nossa pesquisa, com a finalidade de desenvolver nos futuros professores de física habilidades e competências para ensinar na abordagem da Educação STEAM.

1.3 TAXONOMIA DE BLOOM REVISADA

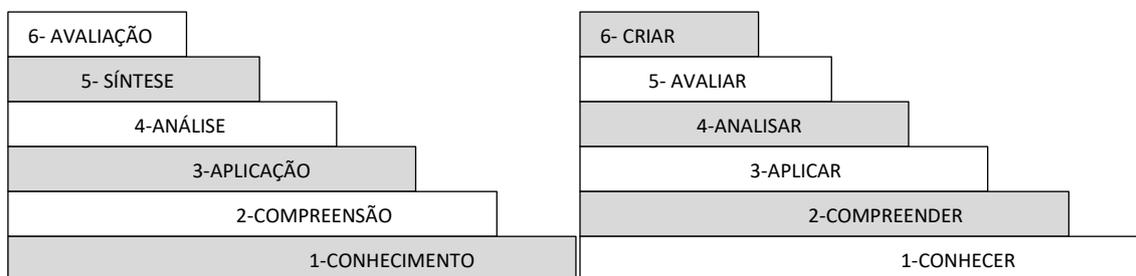
Para que o processo de ensino e aprendizagem fosse eficiente precisávamos de definições claras na organização dos objetivos de aprendizagem a serem alcançados pelos alunos ao final de cada aula, como por exemplo os níveis da dimensão cognitiva da Taxonomia de Bloom de 1956 e a revisada de 2001 (Figura 3). Pois na educação conforme Belhot e Ferraz (2010) decidir e definir os objetivos de aprendizagem significa:

estruturar, de forma consciente, o processo educacional de modo a oportunizar mudanças de pensamentos, ações e condutas. Essa estruturação é resultado de um processo de planejamento que está diretamente relacionado à escolha do conteúdo, de procedimentos, de atividades, de recursos disponíveis, de estratégias, de instrumentos de avaliação e da metodologia a ser adotada por um determinado período de tempo (BELHOT; FERRAZ, 2010, p.431).

De fato, expor primeiramente os objetivos a serem atingidos pelos discentes facilita o trabalho do docente nessa atividade, neste contexto, optamos

pela Taxonomia de Bloom que tem, explicitamente, como objetivo ajudar o planejamento, organização e controle dos objetivos de aprendizagem (BELHOT;FERRAZ, 2010).

FIGURA 03: Níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom.



Fonte: Adaptado de LARKIN; BURTON, 2008.

A definição do desenvolvimento linear da dimensão cognitiva tendo como ponto de partida a apropriação de conceitos simples para um nível mais elaborado permite a utilização de estratégias diferenciadas. Com isso, facilitando o processo de aprendizagem, tornando-a mais eficiente e estimulando a apropriação de conhecimentos por parte do discente. Nessa perspectiva há também uma maneira de aperfeiçoar a aquisição de competências específicas em primeiro plano e na sequência o domínio de habilidades do mais simples ao mais elaborado (LARKIN; BURTON, 2008).

A aprendizagem sólida e permanente só pode ser alcançada a partir da definição clara e estruturada dos objetivos de aprendizagem. Assim sendo, a concepção linear da dimensão cognitiva é justificada, em outras palavras: após conhecer um determinado assunto alguém poderá compreendê-lo para depois aplicá-lo, por exemplo. A organização hierárquica dos processos cognitivos de acordo com níveis de complexidade e objetivos do desenvolvimento cognitivo desejado e planejado como mostra o quadro 02.

QUADRO 02: Níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom revisada.

NÍVEIS	OBJETIVOS
1. Conhecer	Produzir a informação proveniente da memória ou conhecer Verbos: reconhecer, reproduzir, escrever, listar, nomear, rotular, dizer e definir.
2. Compreender	Estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento pré-requisito. O entendimento ocorre quando o conhecimento é traduzido em outra linguagem. Verbos: Interpretar, parafrasear, exemplificar, explicar, resumir, inferir, comparar, descrever e ilustrar.
3. Aplicar	Executar ou usar um procedimento numa situação concreta que pode ou não ser nova. Verbos: Executar, implementar, usar, computar, resolver, demonstrar e construir.
4. Analisar	Fragmentar a informação de um conjunto complexo em partes pequenas, a fim de verificar como se correlacionam no todo. Verbos: categorizar, classificar, comparar, separar, organizar, diferencial, atribuir, concluir e correlacionar.
5. Avaliar	Realizar julgamento baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Verbos: criticar, checar, julgar, recomendar, justificar e defender.
6. Criar	Envolve o desenvolvimento de propostas novas e originais, partindo da reunião de dados. Verbos: planejar, generalizar, elaborar hipóteses, inventar, desenvolver e produzir.

Fonte: PEREIRA, 2018 .

A Taxonomia de Bloom revisada contempla também a dimensão do conhecimento. Nela há 4 subcategorias do conhecimento efetivo ou factual ao mais avançado que compreende a metacognição (Quadro 03). Nos últimos anos a metacognição vem adquirindo relevante importância no meio educacional, sendo apontada como um dos suportes ao aprendizado autônomo. Por isso, ela possibilita uma facilitação da implementação de novas tecnologias no meio educacional e até mesmo de ensino remoto ou educação à distância (LARKIN; BURTON, 2008).

Com a definição das duas dimensões contempladas, cognitiva e de conhecimento, a Taxonomia de Bloom revisada apresenta um caráter de uma tabela bidimensional. Como consequência, esse instrumento didático pedagógico foi concebido para melhor estruturar os objetivos educacionais, as competências e habilidades almejadas no processo. Além do mais, ela auxilia os educadores na melhor elaboração do planejamento e na escolha adequada de estratégias e tecnologias educacionais seja presencial ou em modalidade de ensino remoto (LARKIN; BURTON, 2008).

QUADRO 03: Dimensão conhecimento na Taxonomia de Bloom Revisada.

NÍVEIS	OBJETIVOS
1. Conhecimento Efetivo/ Factual	Relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver problemas apoiados nesse conhecimento. Relacionado aos fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos como apresentados.
2. Conhecimento Conceitual	Relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado que os discentes seriam capazes de descobrir. Elementos mais simples foram abordados e agora precisam ser conectados. Esquemas, estruturas e modelos foram organizados e explicados. Nessa fase, não é a aplicação de um modelo que é importante, mas a consciência de sua existência.
3. Conhecimento Procedimental/Procedural	Relacionado ao conhecimento de “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas. Nesse momento, o conhecimento abstrato começa a ser estimulado, mas dentro de um contexto único e não interdisciplinar.
4. Conhecimento Metacognitivo	Relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo. Em contraste com o conhecimento procedural, esse conhecimento é relacionado à interdisciplinaridade. A ideia principal é utilizar conhecimento previamente assimilados (interdisciplinares) para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura.

Fonte: (PEREIRA, 2018b).

1.4 UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO

A essência do STEAM está associada ao movimento *Maker*, que refere ao aprender fazendo, utilizando para isso ferramentas diversas, sucatas, materiais elétricos/eletrônicos, telefones celulares, computadores. Entretanto, uma das preocupações para a aplicação dessa aprendizagem reside na possibilidade de ser algo caro e dispendioso para sua implementação em sala de aula.

Nesse contexto, o professor precisa ter conhecimento de materiais de baixo custo principalmente referente à componentes relativos aos recursos tecnológicos. Por conseguinte, uma alternativa viável é a adoção de ferramentas tecnológicas com características *open source*. A plataforma de prototipagem eletrônica Arduino passa a ser um precioso recurso nessa conjuntura.

A plataforma de prototipagem eletrônica Arduino foi desenvolvida no *Interaction Design Institute* da cidade italiana de Ivrea no ano de 2005, como resultado da parceria entre os professores Massimo Banzi, seu aluno David

Mellis e o pesquisador David Cuartielis. O objetivo deles era o de desenvolver atividades com interatividade envolvendo a utilização de robótica em uma turma de *design*. Mas o que os motivaram a produzir a plataforma Arduino foi à dificuldade de trabalhar no ensino de eletrônica para profissionais de outras áreas e a falta de placas eficientes na época (RUBIM JUNIOR, 2014).

Por ser uma plataforma de prototipagem com *hardware* e *software* livre a cada dia vem ganhando adeptos nas mais diversas áreas do conhecimento, com finalidade de aplicação que vai de experimentos didáticos a aplicações industriais com ótimos resultados. O seu maior diferencial é o baixo custo se comparado com outras tecnologias como o *Raspberry Pi*, um grande leque de opções de sensores e atuadores, disponibilidade livre de uma infinidade de tutoriais e exemplos tanto de circuitos como de *sketch*. Tudo isso associado ao fato de que pode ser feito por pessoas com pouco o quase nada de conhecimentos em eletrônica.

FIGURA 04: Placa Arduino *Uno* vista de cima.



Fonte: os autores, (2020).

Em nossa pesquisa de revisão de literatura, encontramos diversos sites que podem auxiliar na obtenção de informações e construção de projetos. Por exemplo, no site oficial² achamos informações como: o que é o Arduino?, os tipos de placas disponíveis, *download* do ambiente de desenvolvimento integrado ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado - IDE, que é *software* para escrever e carregar os programas nas placas compatível com Arduino. Quanto à aquisição

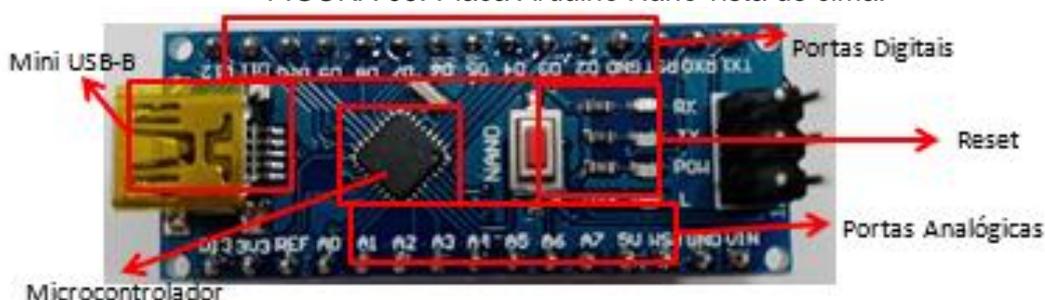
² Disponível em: www.arduino.cc. Acesso: 07/05/2020

das placas, sensores, atuadores e correlatos podem ser adquiridos comprando em sites com preços acessíveis ou em lojas da área de eletrônica.

A experimentação com a plataforma Arduino pode ser uma alternativa aos altos custos da implementação de atividades experimentais em laboratórios formais, pois além de barata e acessível ela tem as dimensões de um cartão de crédito, portanto é móvel e cabe na mochila. Dentre as inúmeras possibilidades de uso pode controlar sensores e motores remotamente, através de redes como a Internet e possibilitando com isso o monitoramento de câmeras, robôs, carros, aviões, etc.

As placas mais utilizadas atualmente são: o Arduino Uno R3 e o Nano. Basicamente o primeiro é um dos mais utilizados, se comunica com o computador através de uma porta USB, possui 14 portas digitais (D0 a D13), sendo 6 dessas disponibiliza saída PWM e mais 6 portas analógicas (A0 a A5), podendo ser configuradas tanto para entrada quanto para a saída de dados. Tem um *Power Jack* tipo para alimentação de tensão contínua de 7V até 12V, mas essa placa pode alimentar componentes eletrônicos como sensores e atuadores com tensão de até 5V e é gerenciado por um microcontrolador da família ATmega 328P com 28 pinos (RUBIM JUNIOR, 2014).

FIGURA 05: Placa *Arduino Nano* vista de cima.



Fonte: os autores, (2020).

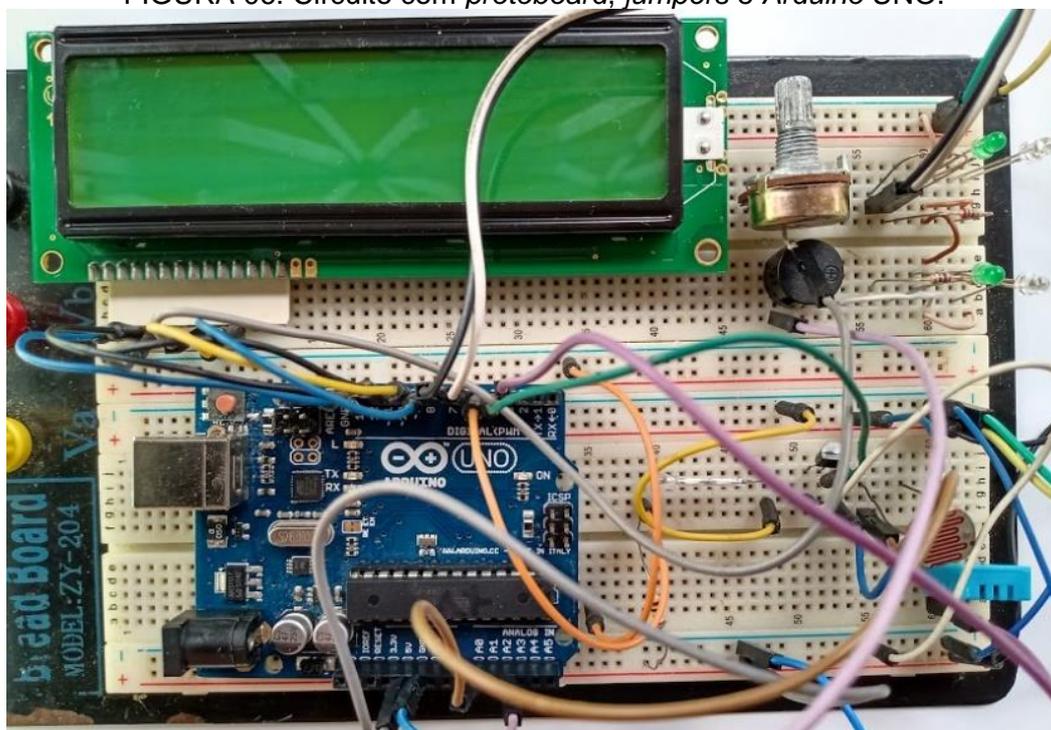
Em nosso trabalho utilizamos a placa Nano, optamos por essa *shield* pois suas dimensões reduzidas eram ideais na colocação do Case que foi disponibilizado aos participantes da oficina.

Outro detalhe importante residiu no fato das peculiaridades desta placa possibilitar a adaptação para inserção na placa da estação meteorológica digital portátil a partir do encaixe de *headers*. Dessa forma, a placa final apesar de todos

os sensores e atuadores utilizados resultou num equipamento funcional, mas com um tamanho compacto e ideal para ser transportado para qualquer lugar que se queira fazer as medições disponíveis nela.

Em nossa revisão de literatura verificamos que na maioria dos trabalhos apresentavam um circuito final com *protoboard*, *jumpers*, acreditamos que isso, no contexto que aplicaríamos o circuito poderia gerar problemas para nós, pois utilizaríamos mais sensores e atuadores e se um jumper saísse do lugar, seria um problema localizá-lo. Para evitar esse inconveniente, fizemos uma *shield* para eliminar os *jumpers*, restando apenas os fios dos sensores e fios de alimentação da bateria (Figura 06).

FIGURA 06: Circuito com *protoboard*, *jumpers* e Arduino UNO.



FONTE: os autores, (2019).

1.5 ESTADO DA ARTE

Iniciamos nosso processo de investigação com a revisão de literatura da área, para isso pesquisamos em artigos e periódicos nacionais e internacionais além de dissertações de mestrado de instituições federais brasileiras na área de ensino de ciências e ensino de Física tendo como referência o período de 2009 a 2019. Recorremos as seguintes plataformas de dados: o *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), Portal de Difusão da Produção Científica

Hispânica (Dialnet), Rede de Revistas Científicas da América Latina e Caribe, Espanha e Portugal (Redalyc), plataforma *Education Resouces Information* (ERIC) e plataforma Sucupira/Qualis.

Os idiomas contemplados na pesquisa são de língua portuguesa, espanhola e inglesa, pois no Brasil há pouca literatura referente à Educação STEAM. Para a seleção dos trabalhos que compõem nossa revisão de literatura, fizemos uso dos seguintes descritores: “*Arduino* + ensino + física”; “*Arduino* + ensino + ciências”; “STEM/STEAM + ensino + física”; “STEM/STEAM + ensino + ciências”; “*Arduino* + STEM/STEAM + ensino + física”; “*Arduino* + STEM/STEAM + ensino + ciências”. Esses descritores foram usados nas plataformas Scielo, Dialnet, Redalyc e Sucupira e traduzimos para a língua inglesa na consulta à plataforma ERIC.

Com os descritores definidos, iniciamos nossa pesquisa pela plataforma Sucupira/Qualis que nos direcionou aos periódicos dos extratos A1, A2, B1 e B2 com referência da Qualis Capes de 2019 como nos mostram o quadro 4. Selecionamos os artigos, seguimos o seguinte raciocínio: digitávamos as palavras chaves e ao encontrar o trabalho, liamos o resumo e ao ver uma aproximação como o objeto da pesquisa separávamos para uma possível leitura completa posteriormente. Por isso, ao adotar essa postura conseguimos um total de 36 artigos.

A próxima plataforma pesquisada foi a Scielo que nos disponibilizou 63 trabalhos, entretanto, desse total 27 artigos estavam inclusos nos periódicos anteriores e com isso restou um total de 29 trabalhos. A terceira plataforma pesquisada foi a Dialnet que resultou em um total de 85 artigos, porém apareceram alguns trabalhos que já tínhamos separados nas plataformas consultadas anteriormente e ao excluirmos os artigos repetidos resultou um total de 25 trabalhos. Seguimos o mesmo raciocínio na busca de artigos pela plataforma Redalyc e conseguimos selecionar 36 artigos.

QUADRO 04: Principais periódicos pesquisados extratos A1, A2, B1 e B2.

EXTRATO	PERIÓDICOS
A1	Revista Brasileira de Ensino de Física; Momento: Revista de Física; <i>Enseñanza de las Ciencias</i> .
A2	Caderno Brasileiro de Ensino de Física; <i>International Journal of Instruction</i> ; <i>Revista de Enseñanza de la Física</i> ; Ciência & Educação; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa.
B1	A física na escola; Revista de Educação, Ciências e Matemática.
B2	<i>Didasc@alia: Didáctica y Educación</i> ; Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS); Revista Tecnologias na Educação;

Fonte: os autores, (2019).

As referidas plataformas de dados nos direcionaram para periódicos nacionais e internacionais, sendo os principais internacionais dispostos no quadro 5:

QUADRO 05: Principais revistas pesquisadas.

ORDEM	REVISTA	ISSN
1	<i>Papers in Physics</i>	18524249
2	<i>European Journal of Educational Research</i>	21658714
3	<i>Latin American Journal Physical Education</i>	18709095
4	<i>International Journal of Instruction</i>	1694609X, 13081470
5	<i>Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria</i>	19890257
6	<i>Participatory Educational Research</i>	21486123
7	<i>Investigación & Desarrollo</i>	20117574
8	<i>Dominio de las Ciencias</i>	24778818

Fonte: os autores, (2019).

Quanto às dissertações de mestrado no total resultaram em 10 trabalhos. Foram adquiridos no *google* acadêmico proveniente de instituições federais de nível universitário no Brasil, sendo as principais instituições consultadas: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG); Universidade Federal do Pampa (UFP); Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Universidade Federal de Alagoas (UFAL); Universidade Federal do Pará (UFPA).

Com isso, chegamos a um quantitativo de 136 trabalhos selecionados. O critério de corte e de exclusão dos artigos e pesquisas utilizado era ser relacionados especificamente ao Ensino de Ciências e Física, pois encontramos muito material relacionado à Informática e Engenharia. Os trabalhos selecionados forneceram elementos norteadores para a presente pesquisa.

Para facilitar o processo de exclusão separamos os 136 trabalhos em 4 categorias: 1- *Arduino*+ Ensino + Física (CA1); 2- *Arduino*+ Ensino+ Ciências (CA2); 3 - STEM/STEAM + Ensino + Ciências (CA3); 4- STEM/STEAM + Ensino + Física/Matemática (CA4). Com a seguinte distribuição dos artigos: CA1=74; CA2=27; CA3=10; CA4=19.

Nesse momento, após separá-los em categorias, pudemos ler o resumo dos trabalhos com um pouco mais de cuidado e com isso obtivemos o seguinte quantitativo de artigos separados para leitura integral posterior: de CA1 selecionamos 10 trabalhos (NCA1 = 10); de CA2 foi identificado 1 trabalho (NCA2 =1); de CA3 selecionamos 1 trabalho (NCA3=1); de CA4 selecionamos 1 trabalho (NCA4=1). Resultando em um total de 13 trabalhos selecionados para leitura integral e composição dos subsídios que nortearão a presente pesquisa (Quadro 6).

Esses trezes trabalhos compõem um recorte do Estado da Arte e serviram de referencial para as decisões tomadas além de um comparativo para utilização da plataforma *Arduino*, confecção das *Shields*, tipos e quantidades de sensores e atuadores utilizados. Após leitura dos trabalhos, analisamos as atividades adotadas, as dificuldades, as expectativas dos pesquisadores, limites e abrangências dos resultados obtidos e encontramos subsídios que fortaleceram nossa pesquisa e embasados nela prosseguimos para o planejamento da aplicação da mesma.

QUADRO 06: Disposição dos trabalhos em categorias.

CA	TÍTULO DOS TRABALHOS	QT
1	Experimentos de baixo custo para o ensino de física em nível médio usando a placa Arduino-uno; Investigação do fenômeno ilha de calor urbana através da utilização da placa arduino e de um sítio oficial de meteorologia; O uso do Arduino e do processing no ensino de física; O Arduino na programação de experiências em termodinâmica e em física moderna; Um recurso didático para o ensino de energia baseado na plataforma Arduino; Arduino como uma ferramenta mediadora no ensino de física; Monitorando a temperatura e a umidade da sala com arduino: Uma experiência no formato de oficina do pibid-física em uma escola pública estadual em ilhéus-ba; Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico; Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de física moderna no ensino médio; Práticas experimentais de física a distância: Desenvolvendo uma aplicação com Arduino para a realização do experimento de millikan remotamente	10
2	Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico	1
3	<i>Using mastery learning theory to develop task-centered hands-on STEM learning of Arduino-based educational robotics: psychomotor performance and perception by a convergent parallel mixed method</i>	1
4	<i>A task-centered instruction</i>	1
TOTAL		13

Fonte: os autores, (2019).

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa tem como objetivo a aprendizagem ativa da Termodinâmica dos alunos de Licenciatura plena em Física mediada pela ferramenta tecnológica Arduino e conduzida pela Educação STEAM através da Aprendizagem Centrada em Tarefas.

Para alcançarmos este objetivo seguimos as diretrizes e procedimentos metodológicos do enfoque qualitativo, exploratório e descritivo. Definimos esse caminho a fim de solucionarmos nosso problema científico, a saber:

Como a educação STEAM mediada pelo Arduino integrada à formação inicial dos professores de Física potencializa o processo de aprendizagem ativa da Termodinâmica?

A pesquisa qualitativa é possuidora de forte tendência de suposições construtivista, logo apresentando as seguintes peculiaridades:

[...] os pesquisadores construtivistas sempre abordam os "processos" de interação entre as pessoas. Eles também se concentram em contextos específicos em que as pessoas vivem e trabalham para entender o ambiente histórico e cultural dos participantes. Os pesquisadores reconhecem que sua própria formação molda sua interpretação e "posicionam-se" na pesquisa para reconhecer como sua interpretação flui a partir de suas próprias experiências pessoais, culturais e históricas. O objetivo do pesquisador, então, é dar sentido (ou interpretar) aos significados que outras pessoas têm para o mundo (CRESWELL, 2007, p.26).

Nessa perspectiva, utilizamos o enfoque qualitativo no intuito de obter a singularidades dos alunos, registrando suas vozes e seus pontos de vistas, suas expressões, opiniões e sentimentos dos participantes ao longo das atividades da intervenção, através de questionários e entrevista semiestruturada. Após a coleta de dados utilizamos o *software Atlas TI Cloud e Atlas TI Desktop 9.2* para tratar e a analisar os dados.

2.1 PARTICIPANTES

Os participantes da pesquisa foram discentes de uma turma composta por 10 alunos do 7º período do curso de Licenciatura Plena em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, que estavam estudando no primeiro semestre do ano de 2020 os conteúdos da disciplina de Termodinâmica Estatística. A disciplina possui uma carga horária de 60 horas distribuída em 4 horas por semana. Ela teve início em fevereiro de 2020 de forma presencial.

Com a paralização das aulas presenciais devido à pandemia do COVID-19 as atividades só foram retomadas em agosto do mesmo ano, de forma remota por intermédio de atividades via *google meet*, grupo de *whatsapp*, *e-mail*, *youtube*. Após conversa bem-sucedida com o docente da disciplina para realizarmos nossa pesquisa nesta turma, agendamos uma breve apresentação do nosso projeto, onde foi explicado os objetivos e o formato das atividades.

Ao longo do processo, duas pessoas desistiram de realizar as atividades por motivos pessoais, resultando um total de 8 participantes que acompanharam e realizaram integralmente todos os passos da pesquisa.

2.2 INSTRUMENTOS

Os instrumentos utilizados nesta pesquisa consistiram de um diário de campo, questionário diagnóstico, testes e entrevista semi-estruturadas.

O questionário diagnóstico (Apêndice C) serviu como balizador em relação à estrutura das atividades da intervenção, conhecimentos básicos e familiaridade dos participantes com as tecnologias do dia a dia. Estes instrumentos foram os ideais para realizarmos nossa pesquisa, que foi implementada virtualmente, assim economizamos tempo.

Aplicamos dois testes (Teste Etapa 1- Apêndice D) e (Teste Etapa 2- Apêndice E) em momentos distintos, alinhados com os objetivos de aprendizagem de cada etapa da oficina.

Nossa composição de dados inicialmente foi obtida a partir dos comentários dos participantes registrados na sala de aula virtual e no grupo de

whatsapp, bem como a partir das imagens da montagem dos circuitos após a realização de cada subtarefa. Outra fonte de dados gerados consistiu no diário de campo que a cada dia era preenchido com informações sobre a rotina geral durante a intervenção. No final da oficina os alunos foram convidados a realizar uma entrevista semiestruturada e responder questionamentos (Apêndice G) realizados com o auxílio do *google meet*.

Fazer uso de recursos digitais e estimular os alunos a se familiarizarem com essa tecnologia, esta em conformidade com o que preconiza a Base Nacional Curricular Comum – BNCC. A competência nº 5 enfatiza a importância da utilização e criação das tecnologias digitais fundamentalmente para compreensão, comunicação crítica e significativa. Nesse sentido os alunos serão capazes de resolver problemas do mundo real, alicerçado no seu protagonismo seja na dimensão pessoal, profissional ou mesmo coletiva (BRASIL, 1999).

Para a análise desses dados foi utilizado o *software Atlas TI Cloud e Atlas TI Desktop 9.2*, cuja finalidade foi codificar e categorizar para depois formar temas e composição de mapas e fundamentar nossa discussão e conclusões.

As atividades desenvolvidas pelos participantes, as respostas dos questionários e instrumentos contribuíram para a obtenção de dados qualitativos. As informações foram alcançadas inicialmente com a anotação dos comentários postados por eles na sala de aula virtual e pelo *whatsapp* no percurso de desenvolvimento das subtarefas.

Como forma de aprofundar o enfoque qualitativo, foi aplicado uma entrevista semiestruturada com os participantes. Ela foi aplicada via plataforma do *google meet*, individualmente após a finalização de todas as atividades da oficina.

2.3 AULAS EM MEIO A PANDEMIA DO COVID-19

No dia 11 de março de 2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) alertou o mundo sobre a rápida disseminação de um vírus mortal. O novo corona vírus também conhecido por 2019-nCoV estava se espalhando rapidamente por todos os países do globo. A pandemia do COVID-19 era uma realidade e por

isso o Governo do Estado do Amazonas, no dia 16 de março de 2020, através do decreto Nº42.061 determinou um período de 15 dias fechamento geral (*lock down*), dentre outros, dos estabelecimentos de ensino como forma de combater essa pandemia (AMAZONAS, 2020).

A medida tomada pelo governo do Estado do Amazonas em fechar estabelecimentos comerciais e educacionais foi um importante mecanismo inibidor da circulação desse vírus. Nesse mesmo decreto, no seu artigo 1º, foi deliberado situação de emergência na saúde pública no estado. Apesar dessas medidas muitas mortes começaram a ocorrer, como consequência o ensino presencial precisava ser repensando e adaptado para aquele momento.

O Conselho Nacional de Educação a partir da portaria nº 544 autorizou a substituição das aulas presenciais por atividades envolvendo os meios digitais enquanto durar-se a condição de Pandemia pelo Corona vírus. Devido à excepcionalidade do momento, nas instituições de ensino básico e superior, as aulas precisaram ser repensadas e adaptadas para que as atividades não fossem inteiramente prejudicadas. Foi necessário à readequação dos componentes curriculares e também a disponibilização de recursos para os alunos, possibilitando, com isso, o acompanhamento das aulas letivas em andamento (BRASIL, 2020).

Este processo de investigação que visa à formação inicial de professores de física foi aprovado pelo comitê de ética e adaptado para a realidade do ensino remoto, aplicado através da plataforma do *google classroom*. Realizamos a intervenção em formato de oficina lançando mão de recursos educacionais bem como tecnologias de informação e comunicação digital. Esses ajustes foram para nós pesquisadores, um verdadeiro desafio no sentido de que há uma grande diferença entre uma implementação presencial e a realidade das atividades remotas.

Primeiramente, precisávamos entender o papel do docente em relação ao ensino remoto a partir dos meios digitais como a sala de aula virtual, *whatsapp* e *google meet*.

Nesse contexto, percebemos que a formação inicial dos professores precisava incorporar o conhecimento à utilização de ferramentas tecnológicas. Esse repensar nos permitiu adquirir uma cultura escolar sintonizada com as constantes mudanças de cenários e avanços atuais, atendendo as demandas da contemporaneidade.

Para Machado et al (2020), a formação dos professores precisa integrar ao seu planejamento didático-pedagógico práticas envolvendo as tecnologias da informação e comunicação – TIC:

[...] a formação de professores no século XXI - período de explosão das tecnologias em recursos e aparatos - dos diferentes níveis, passa a ter necessidade de contar com a busca de novas metodologias de ensino onde os educandos precisam ter voz e suas realidades levadas em consideração bem como, suportes para sua atuação, além do conhecimento didático científico, mas com instrumentos de reconhecimento do funcionamento do outro e também de si mesmo em como aprender a aprender (MACHADO; CORDEIRO; SANTOS, 2020, p.271)

No ensino remoto, a figura do professor adquire outro significado, pois passa a ter novas possibilidades de atuação. Entre as principais podemos citar a preparação da sala virtual, gravação de vídeos tutoriais, atuações envolvendo as frequentes dúvidas dos alunos, *lives*, as aulas *on line*, disponibilização de trabalhos via *Skype*, entre outros. Percebemos com isso a amplitude do papel do professor e sua efetiva participação no processo de ensino e aprendizado dos alunos (MACHADO; CORDEIRO; SANTOS, 2020).

Por isso, percebemos que ensinar remotamente não é sinônimo de ensinar a distância, embora esteja diretamente relacionado ao uso de tecnologia e, nesse caso, digital. O ensino remoto permite o uso de plataformas já disponíveis e abertas para outros fins, que não sejam estritamente os educacionais, assim como a inserção de ferramentas auxiliares e a introdução de práticas inovadoras. A variabilidade dos recursos e das estratégias bem como das práticas é definida a partir da familiaridade e da habilidade do professor em adotar tais recursos.

2.4 INTERVENÇÃO

Iniciamos o processo de intervenção com a oficina intitulada: “A Educação STEAM e a Aprendizagem da Física” (Apêndice B). A oficina foi

dividida em duas partes, num total de sete tarefas, que denominamos de subtarefas. Partindo das subtarefas específicas até chegar ao objetivo final que foi a criação de uma Estação Meteorológica Digital Portátil - EMDP, os alunos realmente colocaram a mão na massa e fizeram passo a passo as tarefas, ficaram motivados estudando e aplicando as leis da termodinâmica, a partir do norteamento obtido pela Educação STEAM.

Planejamos a oficina com a Integração das disciplinas STEAM que foram desenvolvidas por meio de atividades de ensino imersivas aplicadas ao mundo real, levando em consideração as exigências explanadas pelos autores que embasaram nossa pesquisa Felder e Brent; Thibaut; Stewart *et al*, sobre a exigência da educação STEAM:

- ✓ O foco no processo de aprendizagem no aluno, que constrói e reconstrói conhecimentos por meio de sua participação ativa na resolução de problemas.
- ✓ Integração dos componentes inter e transdisciplinares.
- ✓ Desenvolvimento do progresso do aluno em fases.
- ✓ Organização e apresentação do material didático em etapas.
- ✓ Atividades práticas, *feedback* e revisão do processo.
- ✓ Promoção de trabalho colaborativo facilitando o aprendizado e a motivação.
- ✓ Promoção da aprendizagem influenciada por fatores motivacionais e contextuais.

Também buscamos apoio nos ensinamentos de Comenius (1647), que na sua Didática Magna nos orienta a usarmos a demonstração com exemplos do cotidiano, na utilização de um novo instrumento para uso dos alunos, o autor nos diz que o professor deve:

- ✓ Demonstrar seu uso na prática e não por meio de discursos.
- ✓ Os exemplos dados seriam curtos e eficazes, pois o aluno poderia se perder em meio a muitas orientações
- ✓ Todo o exercício seria iniciado pelos seus rudimentos, jamais pela obra já acabada.
- ✓ Os primeiros exercícios deveriam ser feitos de matéria conhecida.

Comenius também nos alerta que:

A proa e a popa da nossa Didática será investigar e descobrir o método segundo o qual os professores ensinem menos e os estudantes aprendam mais; nas escolas, haja menos barulho, menos enfado, menos trabalho inútil, e, ao contrário, haja mais recolhimento, mais atrativo e mais sólido progresso (Comenius, 1647 p, 28).

Apoiados nos ensinamentos de Comenius e nos princípios da Educação STEAM, buscamos realizar uma oficina mais atrativa, organizando e apresentando o material didático em etapas com atividades práticas. Para isso, sempre nos comunicamos com os alunos, a fim de obtermos *feedback*, também revisarmos o processo, facilitando assim não só a promoção de trabalho colaborativo, como o aprendizado ativo e a motivação dos alunos.

Para aplicarmos os ensinamentos STEAM buscamos na estratégia da Aprendizagem Centrada em Tarefas de David Merrill, os itens que nortearam nossa oficina, que foi intitulada: A Educação STEAM e a Aprendizagem da Física, as atividades em formas de subtarefas eram apresentadas aos alunos através da sala de aula virtual do *google classroom*.

A oficina foi composta em 2 etapas: a etapa 1, distribuída em 3 subtarefas destinadas ao aprendizado dos principais conceitos e ambientação dos participantes com a tecnologia fundamental da oficina que é a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino. No percurso das três subtarefas, eles experienciaram contato teórico e prático de componentes eletrônicos como resistores, potenciômetros, diodo emissor de luz ou LED's, *jumpers*, resistor dependente de luz ou LDR, *push button*, disponibilizados em *kit's*.

A etapa 2 foi estruturada em 5 subtarefas, que foram projetadas para desenvolver habilidades e competências envolvendo o conteúdo de Termodinâmica e a construção da Estação Meteorológica. Para esta etapa projetamos atividades que levassem os alunos à aprendizagem ativa dos conteúdos de Termodinâmica desenvolvendo habilidades e aplicação prática do que foi ensinado na etapa 1, relativo ao Arduino: a verificação e o funcionamento de sensores para o monitoramento da umidade relativa do ar e temperatura, detecção de chuva, da umidade do solo, velocidade do vento, potenciômetro e *push button*.

Em relação aos atuadores do Arduino, nossos futuros professores tiveram a oportunidade de conhecer o *display* LCD 16x2 com módulo I2C; LED além de uma *Shield* para armazenamento de dados.

As subtarefas (Quadro 7) foram organizadas de forma simples e de fácil entendimento, o passo a passo, as simulações, as conversas e questões levantadas tinham todas as informações para que a realização de cada uma delas fossem alcançadas com êxito.

QUADRO 07: A Oficina e suas subtarefas.

EDUCAÇÃO STEAM E A APRENDIZAGEM DA FÍSICA	
ATIVIDADE	ETAPA 1
SUBTAREFA 1	Conhecer a placa Nano e a IDE do Arduino
SUBTAREFA 2	Compreender as diferenças entre sensores digitais e analógicos
SUBTAREFA 3	Conhecer e executar a função MAP do potenciômetro
-	ETAPA 2
SUBTAREFA 1	Medir temperatura e umidade do ar
SUBTAREFA 2	Conhecer, Compreender montar e executar medidas com sensores
SUBTAREFA 3	Conhecer o Higrômetro e aplicar suas funções.
SUBTAREFA 4	Detector de chuva, conhecer, executar e simular intensidade de chuva.
SUBTAREFA 5	Montar e opera a Estação Meteorológica Digital Portátil

Fonte: os autores, (2019).

Na oficina realizada na modalidade de ensino remoto, utilizamos atividades síncronas e assíncronas. As atividades síncronas são definidas como aquela em que há a interação em tempo real entre o pesquisador e os participantes como nas videoconferências, por exemplo. As atividades assíncronas dizem respeito a atividades em que os alunos podem fazer no momento mais oportuno para eles, como por exemplo, a resolução de uma lista de exercícios ou mensagens na sala de aula virtual.

As atividades síncronas ocorreram a partir de um grupo de *whatsapp* enquanto que as atividades assíncronas se deram mediante sala de aula virtual disponível no *google classroom* como mostra figura 07. Para maior comodidade dos participantes, ficamos à disposição nos horários da manhã, tarde ou noite e assim poder cumprir o prazo de término da oficina.

Na sala de aula virtual, assim como na presencial, apresentaram-se os mesmos desafios do processo de ensino e aprendizagem, entre eles, a interação dos alunos com os conteúdos e as dúvidas à medida que interagiam com as atividades. No entanto, na sala de aula de aula virtual, havia um diferencial que era a liberdade de horário de acesso aos conteúdos em horários oportunos como também a revisão dos mesmos sempre que fosse necessário. Para isso, o *google classrom* foi um recurso importante para a viabilização dessas atividades.

As aulas assíncronas foram compostas por vídeos tutoriais, *web page*, desenvolvidos e disponibilizadas na sala de aula virtual no *google classroom*, que foi idealizada como mais um recurso digital para facilitar a aproximação entre os pesquisadores e os participantes com a inserção de diversas atividades e materiais para estudo da oficina. Diariamente era adicionado uma subtarefa e com ela tínhamos: video tutorial com a atividade do dia, *web page* com o conteúdo teórico em relação à prática, inserção de testes e questionários.

O único contato físico que ocorreu entre os pesquisadores e os participantes foi no momento da entrega dos *kits* para as atividade práticas e após o termino da intervenção, momento da devolução dos mesmos. Para que as entregas fossem viabilizadas, os participantes informaram seus endereços e o horário que eles estavam disponíveis para o recebimento do material.

É importante salientarmos que a distribuição de *kits*, individualmente, só se justifica se o quantitativo de participante for no máximo de 10 alunos. Acima desse número se faz necessário pensar em outras alternativas como por exemplo, a aplicação de simulações em programas de modelagem tridimensional, mas que também simule o uso de componentes eletrônicos

inclusive Arduino. Uma alternativa é o programa *Thinkecad*³. Ele é um programa *on line* gratuito que possibilita a criação de circuitos eletrônicos, programação de *Sketches* para Arduino, principalmente.

A referida Oficina “Educação STEAM e Aprendizagem de Física” (Apêndice B) teve como objetivo principal investigar a aprendizagem ativa da Termodinâmica dos alunos de Licenciatura plena em Física mediada pela Educação STEAM, e era composta de oito (8) tarefas organizadas de modo sistemático e com níveis de complexidade diferentes, tendo como fechamento a construção de uma estação Meteorológica Digital Portátil - EMDP controlada pelo Arduino.

Para que os professores em formação vivenciassem a proposta da Educação STEAM, informamos aos mesmos que iríamos trabalhar os conteúdos propostos para que eles atingissem as competências almejadas para cada área do conhecimento: Termodinâmica, Arduino e Matemática; estas competências seriam avaliadas através das habilidades desenvolvidas, durante cada subtarefa.

Em nosso planejamento, selecionamos algumas competências e habilidades de acordo com a Educação STEAM para serem adquiridas pelos alunos com a utilização das etapas da oficina (quadro 08).

Para contemplar os aspectos do aprendizado, a oficina foi norteada pelos objetivos depreendidos da Taxonomia de Bloom Revisada. Os níveis cognitivos foram alcançados, gradativamente, em duas etapas distintas, sendo os objetivos de aprendizagem conhecer, compreender e aplicar na etapa 1 e chegando ao nível criar, o mais alto dos seis disponíveis na etapa 2. O mesmo raciocínio foi aplicado quanto à dimensão conhecimento com os níveis efetivo, conceitual e procedural alcançados na primeira etapa e chegando ao nível mais alto na etapa 2, que é o metacognitivo.

³ Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em: 09/04/2021.

QUADRO 08: Habilidades e Competências X Conceitos.

Objetivos de aprendizagem	Competência e Habilidades	Conceitos			Subtarefas
		Tecnológicos	Termodinâmica	Matemática	
Conhecer e Compreender	Dividir tarefas e compartilhar conhecimentos. Identificar, localizar, selecionar, alocar, organizar materiais. Atuação na sala virtual de forma cooperativa. Organização. Socialização de conhecimentos e compartilhamento de experiências.	Entradas digitais Sensores Atuadores Modulação Funcionamento do Arduino e sensores	Calor Temperatura Escalas Termométricas Dilatação Térmica Precipitação Umidade Relativa do ar Clima e Tempo Pressão Luminosidade	Variáveis Vetores Funções Matrizes Notação Científica Unidade de medida	1.1 1.2 1.3 2.1 2.2 2.3 2.4
Aplicar (Fazer)	Persistência Valorização do conhecimento científico Colaboração Criatividade Comunicação	Montar Circuito Ajustar sketch Conectar jumpers Ligar a placa do Arduino Selecionar ferramentas Instalar Sketch Montar sensores e atuadores Adaptar circuito Medir grandezas Programar circuito	Detecção de chuva Detecção da umidade do solo Potenciômetro Utilizar conceitos de Termodinâmica	Velocidade do vento Notação Científica Unidades de Medidas Equações de \ figuras geométricas	2.1 2.2 2.3 2.4 2.5
Analisar/Sintetizar	Articular conhecimento físico com conhecimento tecnológico	Esquemas Elétricos Diagramas Justificar uso dos sensores Estudo do desempenho Vantagem e desvantagem dos sensores	Comparar valores do ar em escalas Celcius e Fahrenheit	Erros de Medição de temperatura Teste das grandezas físicas	2.1 2.2
Criar	Pensamento Sistêmico Inovação Criatividade Comunicação Colaboração Críticidade	Construção e execução da Estação Meteorológica Digital Portátil			2.5

Fonte: os autores, (2020).

2.4.1 ETAPA 1: Introdução a Educação STEAM

A etapa 1 (Quadro 09) foi distribuída em 3 subtarefas destinadas ao aprendizado dos princípios da Educação STEAM, os conceitos, ambientação dos participantes com a sala virtual e a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino. Em termos dos objetivos didático-pedagógicos temos: Os princípios da Educação STEAM, o aprender fazendo, no percurso das três subtarefas. Eles experienciaram também o contato teórico e prático de componentes eletrônicos como resistores, potenciômetros, LED's, jumpers, LDR, *push button*, disponibilizados em *kit's* como mostra a figura 11 e quadro 10.

No teste da etapa 1, verificamos o objetivo conhecer, tanto o efetivo como o factual, além dos aspectos teóricos e práticos foram estendidos ao uso e as principais funcionalidades do Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), bem como o conhecimento básico sobre montagem de circuitos em *protoboard* e noções básicas de linguagem de programação a partir dos *sketches* utilizados.

QUADRO 09: Objetivos da Etapa 1 de acordo com a Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão Conhecimento	Dimensão processo cognitivo					
	Conhecer	Compreender	Aplicar	Analisar	Sintetizar	Criar
Efetivo/factual	Teste- etapa 1					
Conceitual	Subtarefa 1.1,1.2,1.3	Subtarefa 1.1,1.2,1.3				
Procedural			Subtarefa 1.1,1.2,1.3			
Metacognitivo						

Fonte: os autores, (2020).

Os objetivos conhecer e compreender foram divididos nas subtarefas 1.1, 1.2 e 1.3. Os conceitos principais contemplados por esses objetivos são: entradas digitais e analógicas; a diferença entre sensores e atuadores; modulação por largura de pulso (PWM), variáveis, vetores e funções como *for*, *if*, *while*, *map*. Trabalhamos com esses conceitos nos circuitos e na implementação dos *sketches* que foram disponibilizados para os alunos inicialmente, como mostra a figura 08, pois a oficina não exigia conhecimento prévio de linguagem de programação em C++.

A linguagem de programação em C++ é uma das mais populares linguagens de programação conhecidas e muito utilizada pela indústria. Ela é baseada na linguagem C também muito popular e difundida, sendo a linguagem utilizada para escrever seções do sistema operacional *Microsoft Windows*. Uma das vantagens do seu uso se justifica por simplificar o processo de programação de computadores e, principalmente, microcontroladores como os utilizados nas placas Arduino (DUKISH, 2018).

FIGURA 07: Kit com componentes eletrônicos para realização das subtarefas.

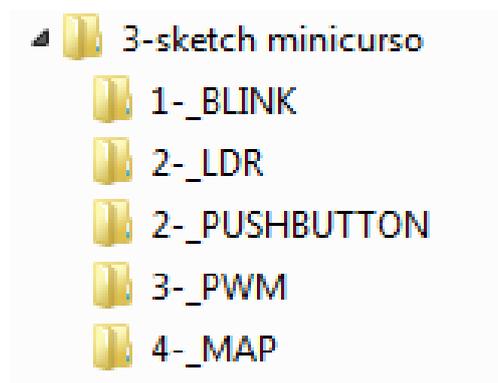


Fonte: os autores, (2020).

QUADRO 10: Lista de componentes dos *kit's*.

Item	Componente	Descrição	Quantidade/ aluno (UN)
1	Arduino NANO	V3.3 com cabo de comunicação USB mini	1
2	Display LCD	16x2, I2C, <i>backlight</i> azul	1
3	Bateria	9V, Alcalina	1
4	DHT 22	Sensor de temperatura e umidade do Ar	1
5	<i>Reed switch</i>	Sensor magnético NA	1
6	LDR	Resistor dependente de luz, 5mm	1
7	YL-83	Sensor de chuva	1
8	YL-69	Sensor de umidade do solo	1
9	DS18B20	Sensor de temperatura a prova d'água	1
10	FD-10	Sensor Nível de água	1
11	CAIXA PATOLA	Mod. 114/2 Cor preta com tampa 38x97x mm	1
12	μ Pushbutton	2 terminais	1
13	Potenciômetro	10k Ω 3 pinos filme de carbono	1
14	μ SDCARD	Módulo para <i>Arduino</i>	1
15	<i>Jumper</i>	Macho-fêmea 20cm	10
16	<i>Pushbutton</i>	2 terminais	4
17	PCB	Placa Estação Meteorológica Digital 8,1x6,0	1
18	LED	Vermelho 3mm difuso	2
19	LED	Verde 3 mm difuso	2
20	LED	Amarelo 3 mm difuso	2
21	Resistor	10k Ω \pm 5% 1/4W	3
22	Resistor	330 Ω \pm 5% 1/4W	3
23	Resistor	4,7k Ω \pm 5% 1/4W	3
24	<i>Protoboard</i>	400 furos	1
25	<i>Case</i>	Com 12 divisórias e tampa	1

FONTE: os autores, (2020).

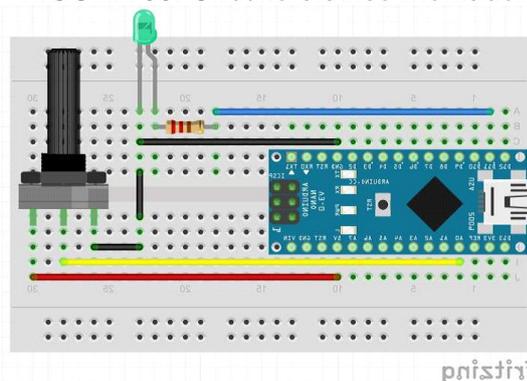
FIGURA 08: *Sketch* das aulas iniciais sobre Arduino.

Fonte: os autores, (2020).

As subtarefas 1.1, 1.2 e 1.3 contemplam o objetivo aplicar especificamente nos aspectos práticos da aprendizagem com a montagem de circuitos como mostra a figura 09, por exemplo. Eles devem fazer a conexão dos *jumpers* entre os componentes eletrônicos e a *Shield* do Arduino. Feito as

ligações e selecionando, apropriadamente, a placa do Arduino Nano, no menu ferramentas, ele precisa instalar o *sketch* da atividade, indo ao menu Arquivo, selecionando a opção Abrir, depois o arquivo para o circuito da atividade, em seguida a opção verificar e por último carregar como mostra a Figura 10.

FIGURA 09: Circuito elétrico montado.

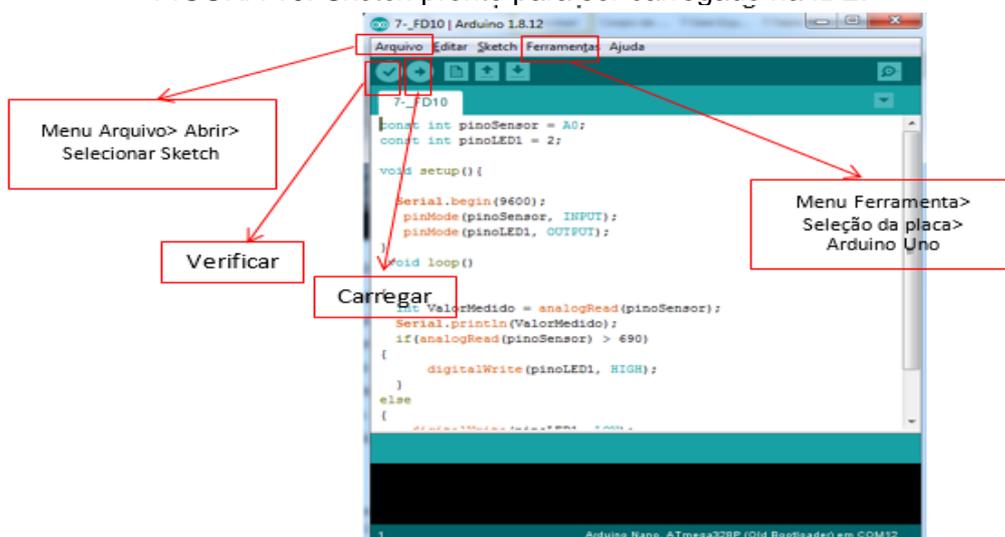


Fonte: os autores, (2020).

Com esses fundamentos, os participantes obtiveram elementos suficiente que os ajudaram na montagem dos circuitos e *sketches* para próxima etapa da oficina.

Na etapa seguinte, precisamos da articulação dos conhecimentos físicos da termodinâmica com os recursos tecnológicos relacionando ao que estudaram sobre termodinâmica na sala de aula virtual. Essa sub tarefa consistiu na implementação de funções do *sketch* articulado a resolução de problemas do mundo real.

FIGURA 10: *Sketch* pronto para ser carregado na IDE.



Fonte: os autores, (2020).

Essa articulação da teoria com a atividade experimental possibilita um caminho que torna, nas palavras de Souza (2011, p.69) “a vivência de uma Física mais prazerosa, mais desafiadora e imbuída de significados”. Nesta etapa da oficina os alunos de encontravam bem entusiasmado e acreditamos que esse de fato é a via do aprendizado eficiente e defendemos que esses aspectos contribuem para criar uma imagem atrativa da Física, despertando no discente curiosidade e interesse por ela.

2.4.2 ETAPA 2: Estação Meteorológica Digital Portátil- EMDP

A etapa 2 foi distribuída em 5 subtarefas que foram destinadas ao aprendizado acompanhado do respectivo objetivo alinhado à Taxonomia de Bloom Revisada (Quadro 11). O estudo dos principais conceitos termodinâmicos foi orientado tanto para o viés teórico como para a prática em relação às variáveis de estado, temperatura, pressão, calor, escalas termométricas, dilatação térmica, precipitação, umidade relativa do ar, clima, tempo, pressão e luminosidade aplicadas na construção da estação meteorológica digital e sua aplicação para entendimento do clima.

Essa etapa foi estruturada para desenvolver habilidades envolvendo os conteúdos da Termodinâmica, Tecnologia, Matemática e a construção da estação meteorológica digital. Inicialmente ela contempla os objetivos conhecer verificados no teste da etapa 2 nas questões de 1 a 4. Esse conteúdo diz respeito ao funcionamento de sensores para o monitoramento da umidade relativa do ar e temperatura; detecção de chuva; detecção de umidade do solo; velocidade do vento; potenciômetro e *push button* como mostram as figuras 11 e 12. Em relação aos atuadores, os discentes utilizaram o *display* LCD 16x2 com módulo I2C; LED além de contarmos com uma *Shield* para armazenamento de dados, indicados na figura 13.

QUADRO 11: Objetivos da Etapa 2.

Dimensão conhecimento	Dimensão processo cognitivo					
	Conhecer	Compreender	Aplicar	Analisar	Sintetizar	Criar
Efetivo/factual	Teste-etapa 2 Questões 1 a 4					
Conceitual	Subtarefa 2.1,2.2,2.3, 2.4,			Subtarefa 2.1 Exercício 2.1	Subtarefa 2.2 Exercício 2.2	
Procedural		Subtarefa 2.1,2.2,2.3, 2.4,	Subtarefa 2.1,2.2,2.3, 2.4,			Subtarefa 2.5
Metacognitivo						Teste etapa 2 Questão 5

FONTE: os autores, (2020).

As subtarefas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 contemplaram inicialmente os objetivos conhecer. Delas depreendemos também uma atividade que se referia aos objetivos analisar e sintetizar. Os primeiros objetivos foram alcançados abordando os conceitos e fundamentos das bibliotecas, que no caso será a biblioteca do sensor DHT22, DS18B20, *one wire*, módulo I2C do atuador LCD 16x2.

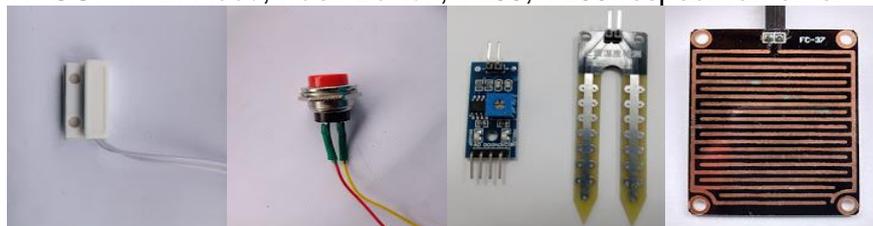
Nesta etapa da oficina, os alunos foram orientados a abrir as pastas (ver figura 14) com os *sketches*, entretanto eles precisavam fazer pequenas adaptações para que os circuitos funcionassem levando em consideração o conceito da Termodinâmica.

FIGURA 11: Potenciômetro, DS18B20, DHT22, FD10.



Fonte: os autores, (2020).

FIGURA 12: Reed, Push Button, YL69, YL83 respectivamente.



Fonte: os autores, (2020).

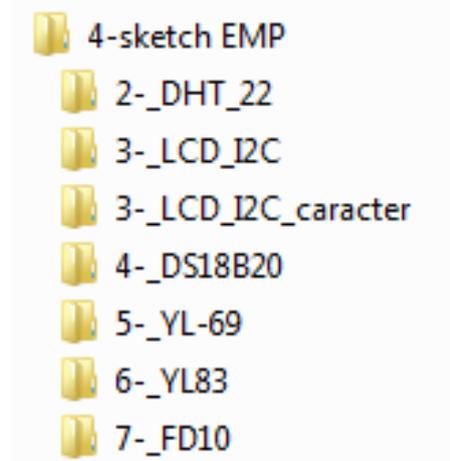
FIGURA 13: LED verde, SD Card, LCD 16x2 respectivamente.



Fonte: os autores, (2020).

O objetivo sintetizar foi desenvolvido nos exercícios 2.1 e 2.2 (Apêndice F) disponíveis na subtarefa 2.1. O exercício 2.1 envolveu comparar o valor das temperaturas do ar em escalas Celsius e Fahrenheit e seus respectivos erros de medição para a temperatura e também para umidade relativa do ar. O exercício 2.2 consistiu em justificar o uso do sensor DS18B20 e o sensor DHT22 para medição da temperatura do ar levando em consideração a umidade ou mesmo ambientes com quantidade significativa de água.

FIGURA 14: Pasta com os Sketches da segunda etapa da Oficina.



Fonte: os autores, (2020).

As subtarefas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 contemplaram também os objetivos compreender e aplicar em momentos distintos. Os participantes montaram circuitos que precisava de muita elaboração. Cada circuito contando com um *sketch* que precisava de ajustes para ter a prática finalizada, eram informações oriundas do estudo da Termodinâmica que foram acrescentadas nele para que o funcionamento acontecesse corretamente, como as notações científicas, a inserção de unidades de medidas e equações de áreas de figuras geométricas.

FIGURA 15: Placa principal da EMDP.

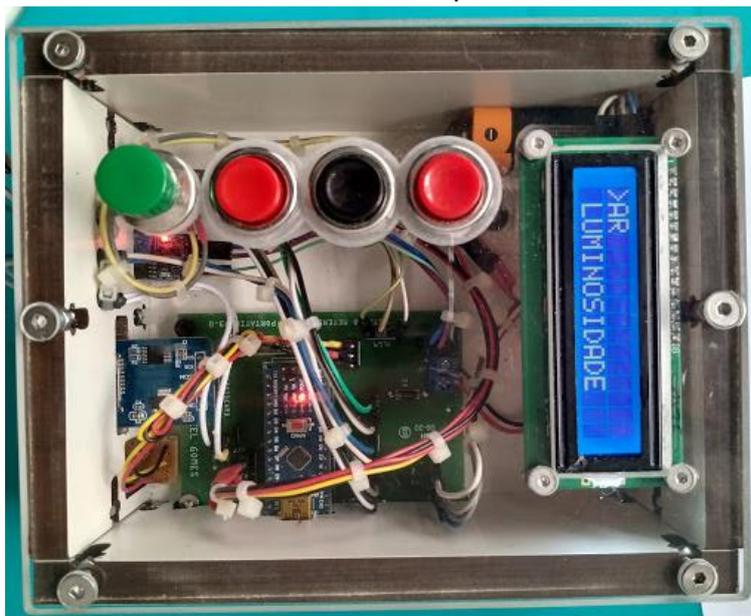


Fonte: os autores, (2020).

Os objetivos de aprendizagem (etapa-2 da oficina) foram alcançados passo a passo ao mesmo tempo que ocorreram a montagem dos sensores e atuadores da EMDP. Vale salientar também que os níveis de aprendizagem foram diluídos nos *sketches* para o correto funcionamento dos sensores e em atividades conceituais dos testes teóricos. Enfatizamos a não necessidade de uma sequencia linear desses objetivos mas todos precisavam ser contemplados para posteriormente chegarmos ao mais alto nível que é o nível cognitivo criar.

O objetivo conhecer diz respeito a informações disponibilizadas na sala de aula ao longo das atividades na oficina e foram alcançados com as questões de 1 a 4 do teste etapa 2 disponibilizado na sala de aula virtual. Os objetivos conhecer e compreender (subtarefas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4) diz respeito a alguns princípios termodinâmicos em relação a temperatura ambiente, temperatura de líquidos e a programação (*sketches*) e montagem dos sensores para medição da temperatura e umidade relativa do ar, temperatura de líquidos, luminosidade e os respectivos atuadores para visualização dos valores como o *display* LCD 16x2 com módulo I2C e a IDE do Arduino.

FIGURA 16: EMDP com a placa finalizada.



FONTE: os autores, (2020).

As subtarefas 2.1 a 2.4 também contemplaram os objetivos conhecer e aplicar que são procedurais, respectivamente com a montagem prática dos sensores, transferência dos sketches e correta medição da grandeza. Ao término da subtarefa, o participante postava uma foto do circuito desempenhando a medição em uma aplicação que lhe fosse conveniente, como medição da temperatura em um jardim, medição da luminosidade em ambiente externo, medição da temperatura de um líquido que acabou de sair do micro-ondas (Figura 17), ou uma água que acabou de sair da geladeira.

FIGURA 17: Medição da temperatura do café.

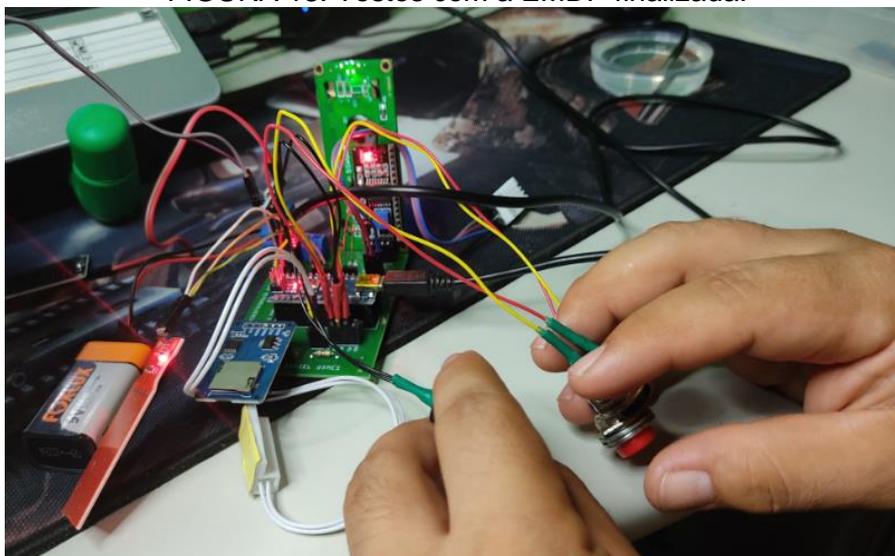


Fonte: os autores, (2020).

Para alcançarmos os objetivos conceituais analisar e sintetizar foram utilizados os exercícios 2.1 e 2.2, respectivamente. Neles projetamos atividades com conceitos relativos a uma estação meteorológica convencional em comparação aos dados obtidos com a estação meteorológica digital portátil-EMDP. Nessas atividades a comparação e síntese se deram em relação ao erro relativos às medidas e ao estudo do desempenho, vantagens e desvantagens dos sensores DHT 22 e DS18B20.

Ao final os alunos foram estimulados a criar a EMDP com a montagem completa, incluindo todos os sensores e atuadores, transferência do *sketch* final e teste das grandezas físicas na prática como mostra a figura 18. Cada circuito com seu respectivo sensor e atuador foi montado individualmente em uma protoboard e ao final os mesmos sensores foram montados na placa final da EMDP e após ser carregada com o *sketch* final, os participantes puderam fazer suas medições e ao final postar uma foto como forma de comprovar seu êxito na subarefa.

FIGURA 18: Testes com a EMDP finalizada.



Fonte: os autores (2020).

Os diversos dados obtidos de uma estação meteorológica são vitais para as sociedades desde a antiguidade e atualmente com a demanda cada vez maior por alimentos e monitoramento do clima se torna ainda mais importante. Torres *et al* (2015) esclarece:

A coleta e análise de dados meteorológicos é de interesse da humanidade desde tempos antigos, com os primeiros instrumentos de medição datados da idade média. Além de ser um tipo de informação indispensável em diversas atividades humanas, os dados climáticos são de suma importância para o atual conceito de desenvolvimento humano, pois este leva em conta a sustentabilidade ambiental (TORRES et al., 2015, p.1).

Proporcionar atividades, em sala de aula, que motive e apresente aos alunos a importância do uso das tecnologias permite contrapor a lógica do ensino fragmentado, sendo essa uma das diretrizes da educação STEAM.

Além do mais, os participantes foram desafiados a articular o que se estudou, na sala de aula virtual, aplicando na resolução de um problema relacionado a uma programação do circuito ao próprio circuito ou em um conceito necessário ao entendimento do que está sendo estudado na atividade prática. Eles aprenderam onde um conceito físico se apresentava no *software*, no circuito elétrico, ou na interpretação física de um fenômeno natural.

A quinta subtarefa foi destinada ao objetivo criar e consistiu na montagem da placa principal da EMDP e seus respectivos sensores e atuadores (ver figuras 15 e 16). Essa atividade consistiu na conexão dos sensores da fonte de alimentação, do *shield* do SD *card*, botões, *display* na placa principal. Devido à falta de experiência dos alunos tivemos o cuidado de soldar *headers* na placa principal, solicitando aos alunos que fizessem apenas a ligação dos jumpers dos componentes. Para que não ocorresse o mau funcionamento dos dispositivos, os participantes tiveram o máximo de empenho e cuidado na hora de ligá-los para que o sistema não fosse danificado.

Disponibilizamos para essa etapa esquemas elétricos, diagramas e orientações gerais, os alunos tiveram posse do diagrama elétrico da estação meteorológica digital portátil detalhando todos os elementos que a compõem. Eles colocaram a mão na massa e verificaram que ela era alimentada por uma tensão de 9V que ia para o pino Vin do *Arduino Nano*. Além do mais, a confecção da placa adaptada para esse projeto permitiu que o participante focasse apenas na montagem e conexão correta dos pinos de todos os componentes da EMDP.

Após a montagem e finalização da EMDP, foi efetuado o carregamento do *Arduino Nano* com o *sketch* específico para ela associando todos os sensores e atuadores. Feito isso, foi solicitado aos alunos que fizessem medições e os

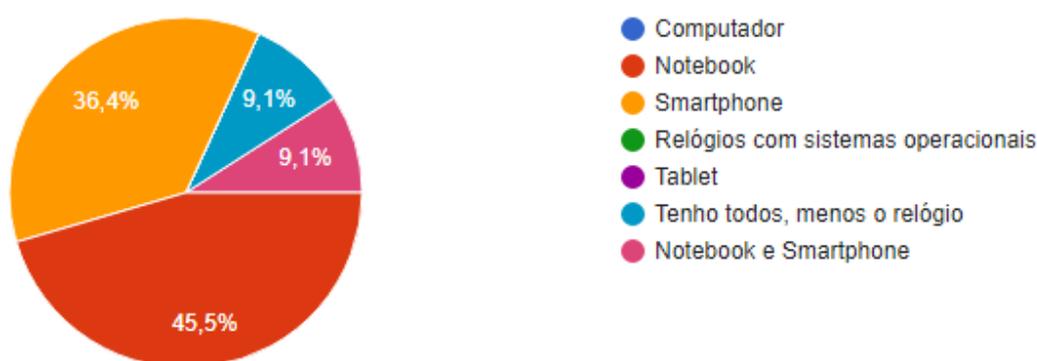
dados foram armazenados no *SD Card* para a composição de gráficos que possibilitarão a análise e interpretação para o entendimento do tempo e do clima de uma determinada região.

O objetivo criar (Quadro 11) foi alcançado a partir da montagem e utilização da estação meteorológica digital portátil. Após a abordagem procedural, os participantes foram convidados a dissertar sobre as aplicações da EMDP em diversas áreas implementáveis e articulando o aprendizado tecnológico e o conhecimento científico oriundo da Termodinâmica. Para tanto, selecionamos a questão 5 do teste etapa 2 como mostra o apêndice F para essa finalidade.

2.5 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A imersão inicial ocorreu com a exposição da pesquisa à turma de licenciatura em Física e com isso realizamos o convite para os alunos. Nesse momento, foi coletado *e-mail* para inserção no *google classroom*, onde foi disponibilizado o conteúdo da oficina. Solicitamos também os números de telefone, dos participantes que por sua vez informaram os endereços para a entrega dos *kits* em suas casas. Para o *e-mail* foi enviado um questionário diagnóstico com o intuito de obter informações básicas e início das atividades.

GRÁFICO 01: Dispositivos digitais utilizados pelos participantes.

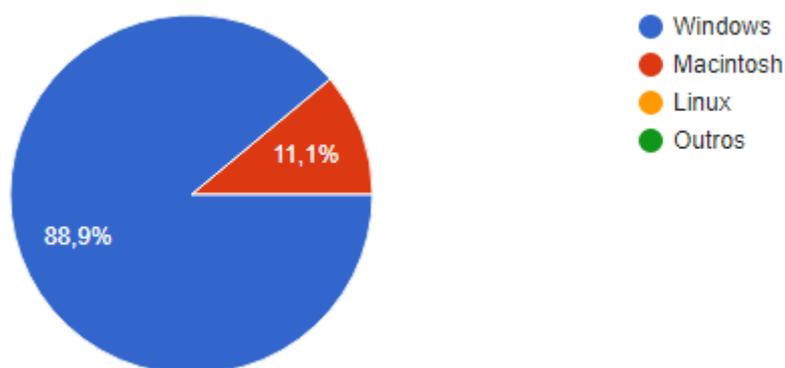


Fonte: os autores, (2020).

Iniciamos a coleta de dados com o resultado do questionário diagnóstico. Ele nos mostrou que todos os participantes utilizavam *notebook* em suas residências para realização das atividades (Gráfico 01). A maioria fazia uso do sistema operacional *Windows* (88,9%) e os demais (11,1%) trabalhavam com

Macintosh. Essa informação era relevante, pois a IDE do Arduino é disponibilizada para *Windows* ou *Macintosh* (Gráfico 02). Outro item relevante é o de que todos participantes disponibilizavam em média 2:00 h na frente do computador.

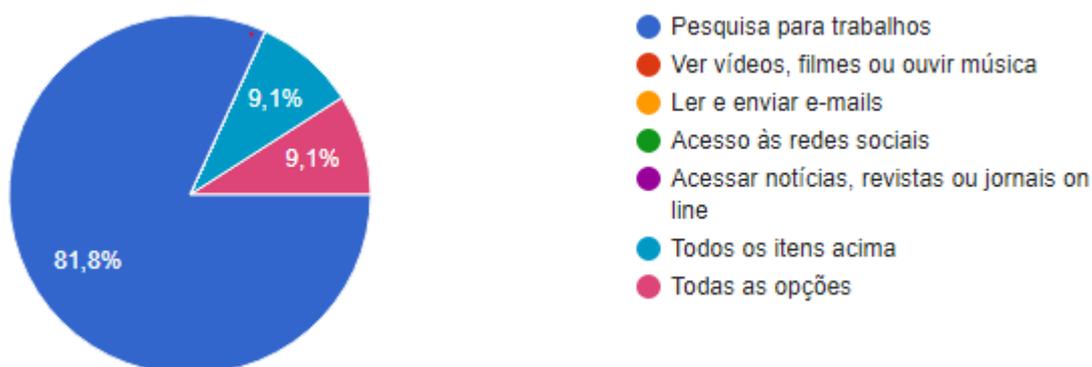
GRÁFICO 02: Sistemas operacional utilizado.



Fonte: os autores, (2020).

Todos utilizavam a *internet* para atividades diversas como: pesquisa de trabalhos acadêmicos, envio de *e-mails*, acesso a redes sociais, obter informações de noticiários e jornais *on line*. Percebemos com isso que os alunos estão ambientados com os meios digitais (Gráfico 03). O que precisávamos saber é o conhecimento deles em relação a qualquer tipo de linguagem de programação. Em relação a esse item apenas dois responderam que têm um conhecimento básico. Já com relação ao Arduino apenas três participantes responderam não conhecer, todos os demais já tinham ouvido falar mas sem conhecimento profundo como mostra o quadro 12.

GRÁFICO 03: Utilização dos meios digitais.



Fonte: os autores, (2020).

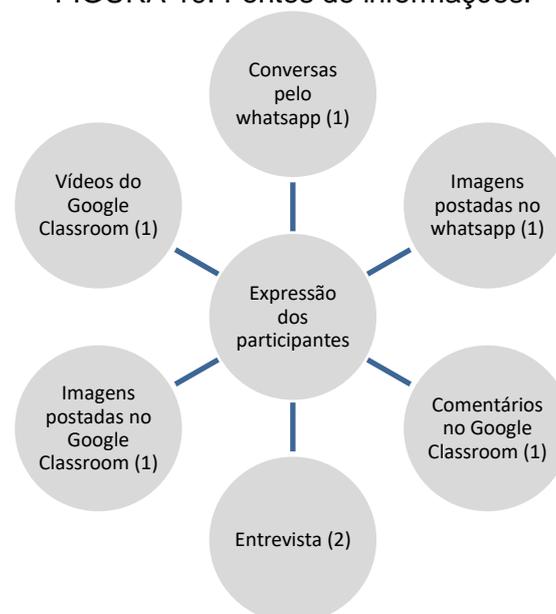
QUADRO 12: Respostas sobre conhecer o Arduino.

PARTICIPANTE	RESPOSTA
01	Sim, estudei quando fazia técnico, mas não lembro de quase nada.
02	Sim. É uma placa que coleta informações a partir de um algoritmo.
03	Já ouvi falar. Não sei exatamente como usar ou pra que serve.
04	Sim, conhecimento intermediário.
05	Sim, tenho conhecimento que é uma placa que pode vir a ter junção de sensores e é programável, mas não tenho conhecimento aprofundado.
06	Sim, ouvir falar na faculdade Ifam.
07	Não conheço.
08	Nunca ouvi falar

Fonte: os autores, (2020).

Portanto, definimos diversas fontes de informação como: *google classroom*, conversa individual com os participantes pelo *whatsapp*, informações como comentários, opiniões e imagens postadas nesses dois canais de comunicação vídeos das atividades finalizadas e postadas no *google classroom* e *whatsapp* (Figura 19). Esse caminho foi adotado inicialmente (Etapa 1), mas na imersão profunda ou etapa 2 acrescentamos uma entrevista com os participantes para uma maior amplitude de informações na triangulação de dados.

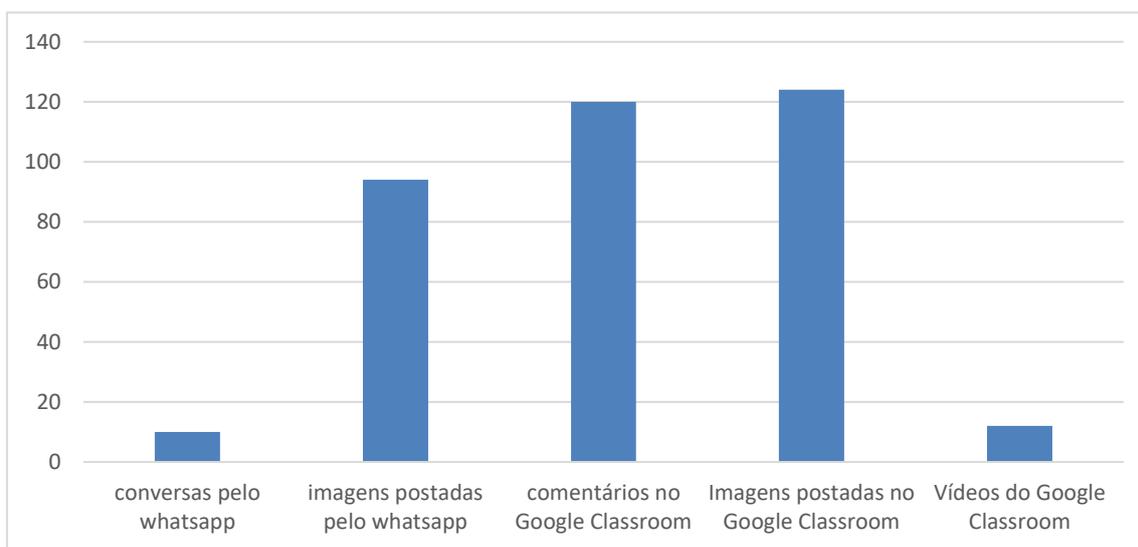
FIGURA 19: Fontes de informações.



Fonte: os autores, (2020).

Com o início do trabalho de campo obtivemos um quantitativo de dados não estruturados (Gráfico 04) que precisou ser codificados para obter uma descrição mais completa e servir como fontes de informação relevante. A partir de uma análise inicial quantitativa elementar foi possível eliminar dados desnecessários e preservar as informações alinhadas com a formulação do problema de nossa pesquisa. Além do mais, elas delineararam categorias que foram codificadas a partir do conceito de codificação aberta gerando, com isso, unidades de significados.

GRÁFICO 04: Quantitativo de dados não estruturados.



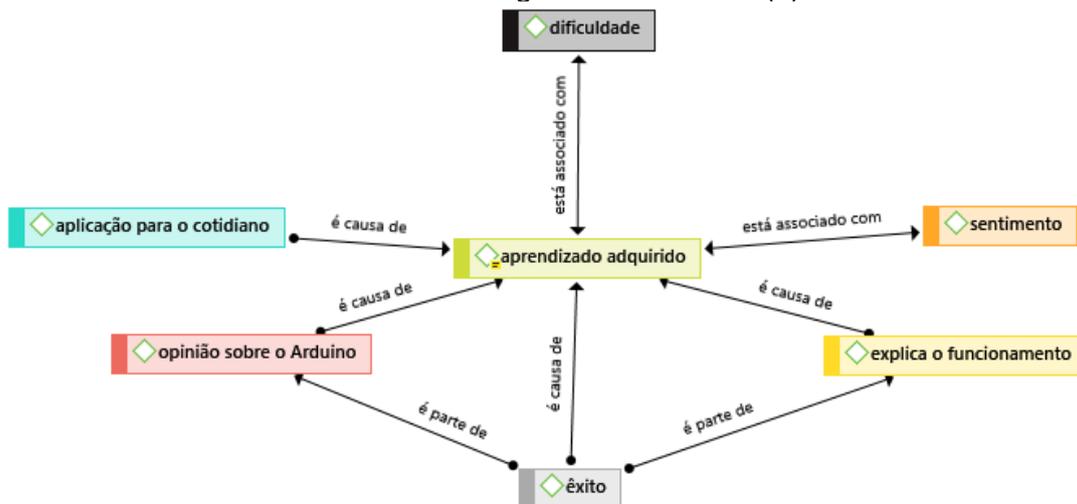
Fonte: os autores, (2020).

Em nossa pesquisa qualitativa a descoberta foi surgindo baseada nos dados, ela é não linear. Como consequência as descobertas que surgem são baseadas nos dados e, por isso, esse primeiro nível de codificação é denominado “codificação aberta” (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

Nesse primeiro nível, os segmentos de dados foram ganhando significados a partir das categorias e para cada uma delas foi atribuído um código que emergiu naturalmente delas. O segmento de análise (1) “comentários das subtarefas” foi obtido 7 categorias com a seguinte codificação: dificuldade, aprendizado adquirido, sentimento, explicando o funcionamento, êxito, opinião sobre o Arduino, aplicação para o cotidiano. No gráfico 05, há um mapa que descreve a relação entre essas categorias iniciais.

O segundo segmento de análise “comentários no *whatsapp*” diz respeito as conversas entre o participante e o pesquisador, essas conversas surgiram como um canal de comunicação para tirar dúvidas e orientações gerais. Deste segmento (2) de análise obtivemos 4 categorias (Gráfico 06), sendo uma nova (dúvida) e 3 com a mesma unidade de significado do segmento anterior: dificuldade, sentimento e êxito.

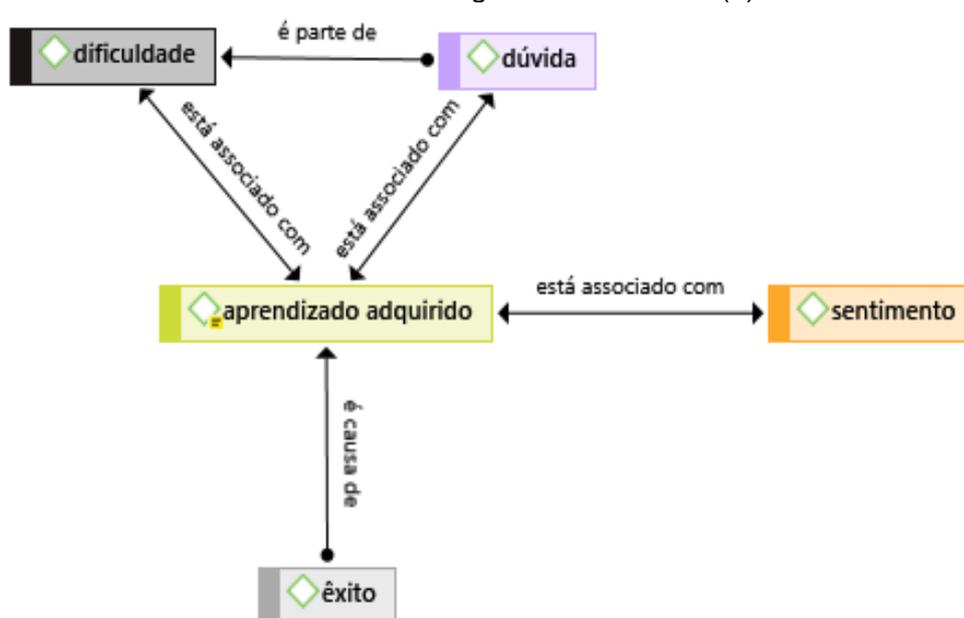
GRÁFICO 05: Segmento de análise (1).



Fonte: os autores, (2020).

Verificamos também que havia uma categoria implícita “aprendizado adquirido” que tinha a finalidade de fazer um elo entre as outras categorias.

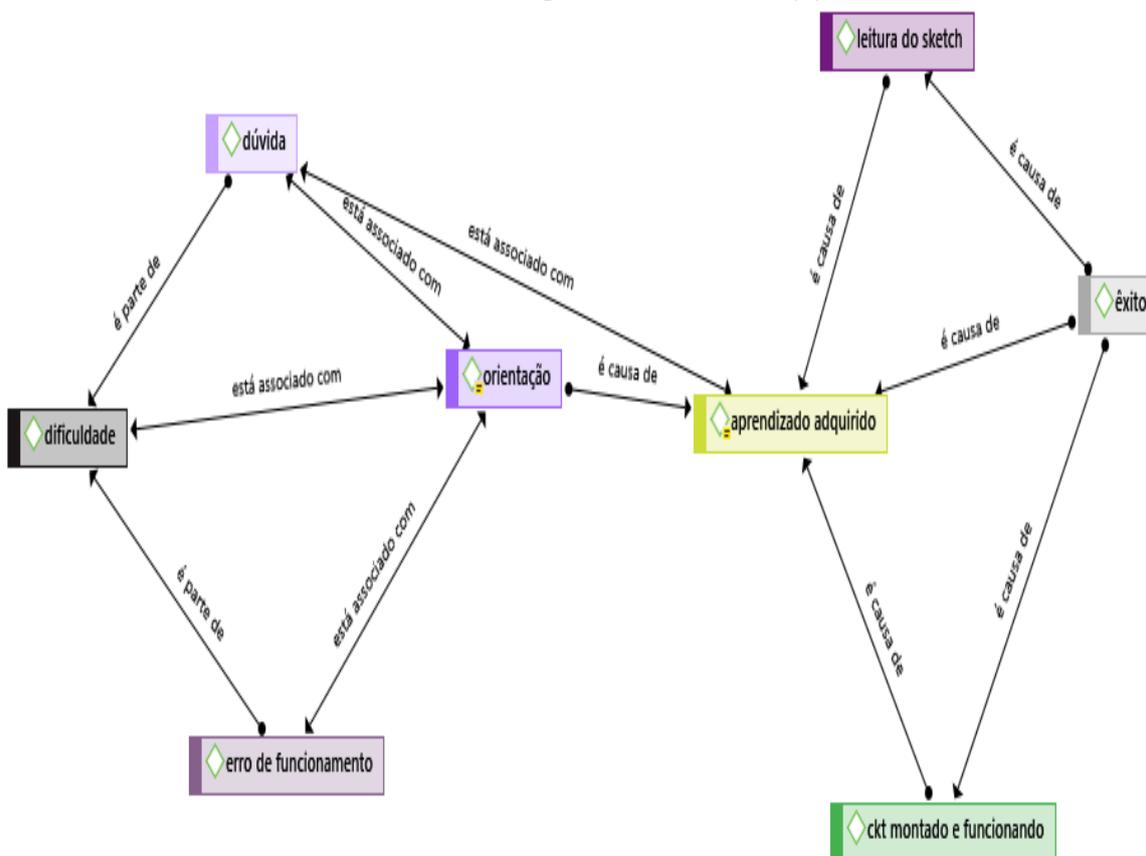
GRÁFICO 06: Segmento de análise (2).



Fonte: os autores, (2020).

O terceiro segmento de análise “imagens no *whatsapp*” foi relacionado às conversas entre o participante e o pesquisador no que diz respeito a dúvidas e orientações sobre problemas e erros na manipulação dos *sketchs* ou em relação à montagem dos circuitos elétricos. Esses dados foram expresso em forma de fotos. Nesse segmento de análise, as unidades de significados foram convertidas em 7 categorias, sendo 4 novas (orientação, circuito montado e funcionando, leitura do *sketch* e erro de funcionamento) e se relacionaram conforme gráfico 07.

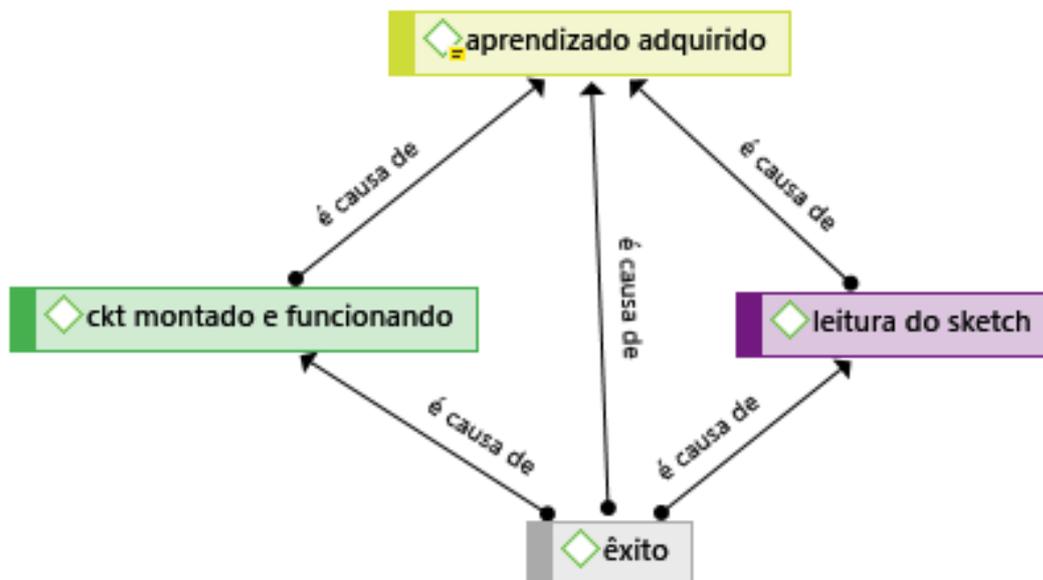
GRÁFICO 07: Segmento de análise (3).



Fonte: os autores, (2020).

O segmento de análise (4) “imagens no *google classroom*” diz respeito a forma de expressão que os participantes utilizaram ao expor a finalização das atividades do circuito e em relação à programação dos *sketches*. Nesse segmento de análise as unidades de significados foram convertidas em duas categorias: circuito montado e funcionando e a outra leitura do *sketch*. Acrescentamos duas categorias implícitas: aprendizado adquirido e êxito e composição do mapa como mostra o gráfico 08.

GRÁFICO 08: Segmento de análise (4).



Fonte: os autores, (2020).

O último segmento de análise (5) “vídeos no *google classroom*” apresenta resultados análogos a anterior mostrando o início da saturação de algumas categorias. As duas categorias saturadas são “circuito montado e funcionando” e “leitura do *sketch*”. Com isso, chegamos a outro nível da coleta de dados e análise.

Seguimos a lógica de codificação axial a partir da comparação constante de categorias com o intuito de consolidarmos as categorias até a abordagem com mais profundidade posteriormente. Alcançamos o diagrama de um paradigma codificado que aglutinou algumas categorias por apresentarem significados similares, são elas: as categorias “circuito montado e funcionando” tem significado similar a categoria “leitura do *sketch*” e a categoria “êxito”, por isso foram convertidas em uma única categoria consolidada denominada “êxito na atividade”.

Logo, ficou evidente que se no percurso da atividade o participante conseguiu montar o circuito, chegou a carregar o *sketch* e fez com que ele realizasse medições delineadas na subtarefa, então, o participante obteve êxito nesta atividade resultando em uma categoria consolidada que agrupa as três com características semelhantes. Outra categoria consolidada, foi denominada “dificuldades na atividade” se referindo às categorias anteriores: “erro de funcionamento”, “dificuldade” e “dúvida”.

Com o desenvolvimento das subtarefas, os participantes apresentaram algumas dificuldades relacionadas à montagem de alguns circuitos principalmente as subtarefas 2.1 e subtarefa 2.2, problemas em relação à instalação dos *sketchs*, a escolha de algumas bibliotecas dos sensores DHT 22, DS18B20 e dos atuadores LCD 16x2 com módulo I2C. Os alunos informaram as dúvidas e após algumas orientações básicas, os participantes conseguiram finalizar com êxito a atividade ou eles mesmo de forma autônoma conseguiam resolvê-las e obter êxito.

A categoria “aprendizado adquirido” foi outra categoria consolidada e classificada como principal ou central, pois estava presente em todos os segmentos de dados analisados. Além do mais, o participante ao expor elementos condizentes com o aprendizado adquirido, em determinadas passagens que expõe seus sentimentos como: “gostei”, “muito bom”, que evidencia outra categoria consolidada e codificada como “sentimento”. Essa categoria representa uma das características fundamentais do enfoque qualitativo que diz respeito a registrar não apenas fatos objetivos, mas por tratar-se de seres humanos tentamos captar suas particularidades em relação ao conhecimento adquirido (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

Ao alcançar o aprendizado adquirido (categoria principal) com a subtarefa, os participantes naturalmente apresentavam *insights* em relação a aplicações no cotidiano ou se disponibilizavam em explicar o funcionamento da atividade ou expunham opiniões sobre o Arduino relacionado com as atividades realizadas.

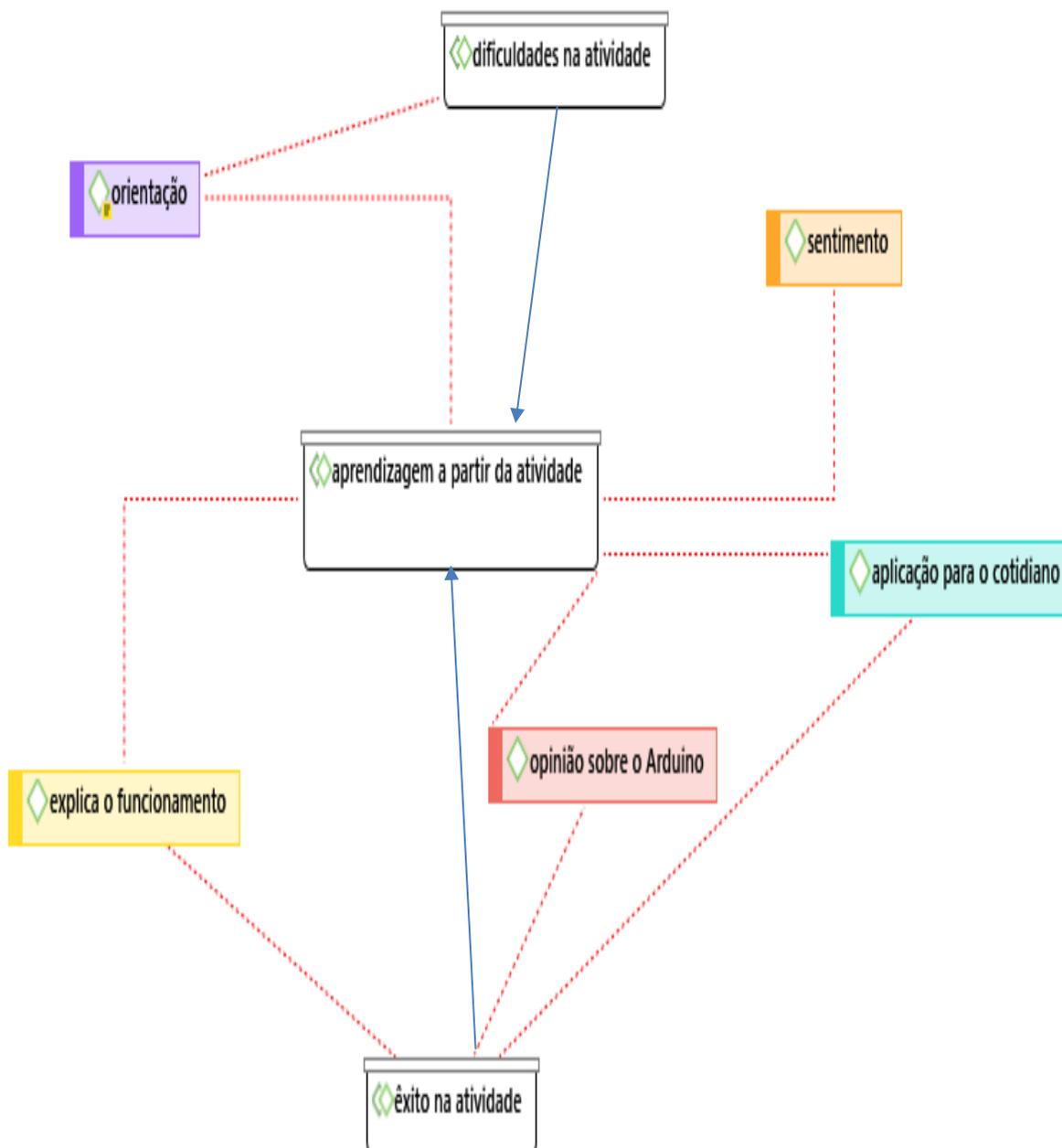
Com a definição e revisão das categorias foi possível chegar a um diagrama que consistiu das fontes até agora trabalhadas na qual representa um paradigma codificado obtido já com as categorias saturadas, consolidadas e suas respectivas relações (Gráfico 09).

Após a finalização das atividades realizamos a entrevista semiestruturada através do google meet, que é uma plataforma de reunião.

O resultado obtido foi considerado consistente com nossas questões da pesquisa e foi alinhado com as vozes dos participantes.

Descreveremos os resultados das categorias “dificuldades na atividade”, “orientação”, “opinião sobre o Arduino” e a categoria “aplicação para o cotidiano”. Seus resultados precisam ser explorados, pois possibilitaram um entendimento mais consistente da categoria principal que foi a aprendizagem a partir da atividade e suas relações com as demais categorias.

GRÁFICO 09: Categorias saturadas e consolidadas.



Fonte: os autores, (2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descreveremos agora os resultados obtidos em nossa pesquisa e discutiremos sobre os desafios, as dificuldades, os erros e acertos dos participantes que foram analisados de forma qualitativa. Observamos os efeitos da intervenção sobre os participantes que vivenciaram uma imersão na Educação STEAM.

A aprendizagem ativa dos participantes mediada pela Educação STEAM em um modelo de oficina prática experimental possibilitou a construção de uma estação meteorológica digital portátil de baixo custo. Para isso, utilizamos a estratégia da Aprendizagem Centrada em Tarefas alinhadas ao desenvolvimento de habilidades através da Taxinomia de Bloom, possibilitando, assim, de forma eficaz a organização e a implementação da oficina, Para a construção da EMDP utilizamos a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino e como consequência os materiais constituintes dos *kits* ficaram reduzidos e viável de ser implementado.

Os dados coletados na pesquisa foram analisados pelo *software Atlas TI Cloud e Atlas TI Desktop 9.2*, cuja finalidade foi codificar e categorizar para depois formar temas e composição de mapas e fundamentar estes resultados e discussão.

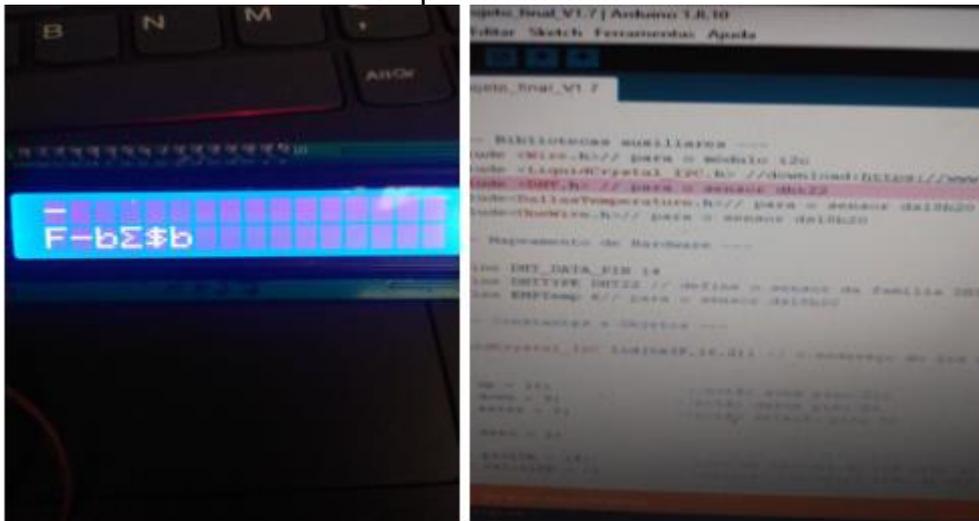
3.1 Categoria consolidada 1: dificuldades nas atividades

Essa categoria foi a primeira a ser consolidada pois emergiu tanto na sala de aula virtual como no grupo do *whatsapp* em forma de imagens postadas pelos participantes, posteriormente foi discutida na entrevista final. A categoria consolidada 1 é composta pelas categorias “erros de funcionamento” presente em imagens que eram postadas e apresentadas para o pesquisador em forma de feedback, com o intuito de receberem um suporte para solucionar o problema, como mostra a figura 20, “dificuldade” como mostra a fala dos participantes no quadro 13 e a categoria “dúvida” detalhada no quadro 14.

Essa categoria proporciona o entendimento da importância da mediação na Educação STEAM e da necessidade das aulas síncronas no processo de

ensino remoto. Sem o diálogo com o professor e o feedback dos alunos não seria possível para o discente alcançar o objetivo da aprendizagem na mesma hora que surgiam as dúvidas e poderia até gerar certa frustração e descontentamento em participar das atividades.

FIGURA 20: Erro de funcionamento no *display* e erro de código respectivamente.



Fonte: os autores, (2020).

QUADRO 13: Diálogos referentes as dificuldades dos participantes.

PARTICIPANTE	CITAÇÃO	FONTE
P07	Bom dia, [...]! Fiquei com problemas no programa. A porta 14 não tá funcionando. Eu consigo fazer na porta 3?	WHATSAPP
P08	Oi, [...] Boa tarde! Eu ainda não fiz pq compartilho notebook e minha irmã tava precisando. Eu até consigo montar os circuitos. Mas quando vou compilar e verificar o sketch, ele não funciona;	WHATSAPP
P09	Mano eu termino hj z estava com problema com a biblioteca dht; Mas já consegui;	WHATSAPP
P10	Por ter sido meu primeiro contato com o Arduino, tive um pouco de dificuldade para montar o circuito	SALA VIRTUAL
P11	Essa parte da tarefa foi bem mais complexa e trabalhosa no que se diz respeito a parte programacional	SALA VIRTUAL
P12	Tive um pouco de dificuldade em realizar a 1º subtarefa, pois não sou familiarizada com a eletrônica, porém com tutorial consegui montar o circuito.	SALA VIRTUAL

Fonte: os autores, (2020).

As dificuldades de alguns participantes também se apresentavam em forma de dúvida em relação a certas partes das atividades, principalmente, na programação de alguns sensores como o DHT 22, o sensor DS18B20 e atuadores como o LCD 16x2 com módulo I2C. Apesar da disponibilidade de vídeo tutoriais haviam os alunos que não conseguiam finalizar as atividades e, por isso, o grupo do *whatsapp* foi fundamental para solucionar os problemas que ocorreram em alguns momentos principalmente envolvendo a programação ou em relação a parte de montagem dos circuitos.

QUADRO 14: Exposição das dúvidas dos participantes.

PARTICIPANTE	CITAÇÃO	FONTE
P13	Prof Daniel, é normal estes conectores/palitos serem de tamanhos diferentes? Somente estes três são maiores que os outros?	WHATSAPP
P14	Boa noite, o meu não tá reconhecendo a porta; E o led fica piscando, sendo que eu nem programei nada;	WHATSAPP
P15	Tá dando esse erro, mas eu já adicionei a biblioteca; O que eu faço?	WHATSAPP
P16	Está correta essa montagem?; É preciso colocar a bateria? Os pinos para por o DHT22 não sei colocar porque está sem; Vou colocar com jumpers ; Agora tá top kkk	WHATSAPP
P17	Será q eu queimei?	WHATSAPP

Fonte: os autores, (2020).

Com o intuito de entender com mais profundidade os principais fatores que motivaram as dificuldades, dúvidas e erros no funcionamento de alguns circuitos, foi delineada duas perguntas na entrevista final (Apêndice H). A pergunta nº 2 faz referência às dificuldades em relação ao manuseio do Arduino já a pergunta nº 3 diz respeito às dificuldades dos participantes em relação ao ensino remoto. A partir da transcrição, presente, no quadro 15, foi possível verificar o ponto de vista dos participantes e que fatores contribuíram para que algumas atividades fossem apresentadas como mais trabalhosas que outras.

Após transcrição das entrevistas pudemos perceber que os principais fatores que dificultaram o processo de aprendizagem associados à tecnologia do Arduino foram relacionados à linguagem de programação utilizada e a fragilidade dos componentes eletrônicos, principalmente, dos sensores no momento do

manuseio. Quanto à modalidade de ensino remoto vivenciada, foi necessário a readaptação para a nova realidade que o mundo está passando e que afetou a educação e a maneira de estudar dos participantes.

QUADRO 15: Citações referentes as dificuldades dos participantes.

PARTICIPANTE	CITAÇÃO	FONTE
P18	(Arduino) Sendo sincero a minha dificuldade foi em trabalhar com a linguagem C utilizada na programação dos sketches do Arduino.	ENTREVISTA
P19	(Arduino) Tive dificuldade em trabalhar com os sensores pois seus terminais são muito frágeis e todo o cuidado no manuseio foi importante pois se danificado poderia danificá-los ou até mesmo queimar o Arduino.	ENTREVISTA
P20	(Ensino Remoto) Antes da pandemia eu estudava no instituto e com a pandemia eu precisei estudar em casa então tive que programar minha cabeça para esta nova realidade. Foi necessário modificar meu quarto para poder estudar em casa.	ENTREVISTA
P21	(Arduino) A minha maior dificuldade foi o zero conhecimento que tinha sobre o Arduino. Não sabia programar o Arduino e como colocar cada sensor, além de ter bastante cuidado para não danificá-los pois são peças pequenas. Em linhas gerais não tinha conhecimento prévio pois só sei programar em linguagem Phyton.	ENTREVISTA
P22	(Ensino Remoto) Minha maior dificuldade foi o acesso a Internet, ou melhor dizendo a uma internet de qualidade, pois sem ela não tinha como acessar as videos aulas e ao conteúdo para participar das atividades.	ENTREVISTA
P23	(Arduino) As dificuldades foram compreender os nomes, logo descobrir que não fazia mal. Aprender fazendo, é o essencial. Propondo que o aluno trabalhe com seus erros, e aprenda a superá-los.	ENTREVISTA
P24	(Ensino Remoto) As dificuldades no ensino remoto, foram de adaptação, pois este tipo de educação mediada não era de meu conhecimento. Então posso dizer que existe sim, uma responsabilidade um pouco maior para o estudante cumprir com os seus deveres curriculares.	ENTREVISTA

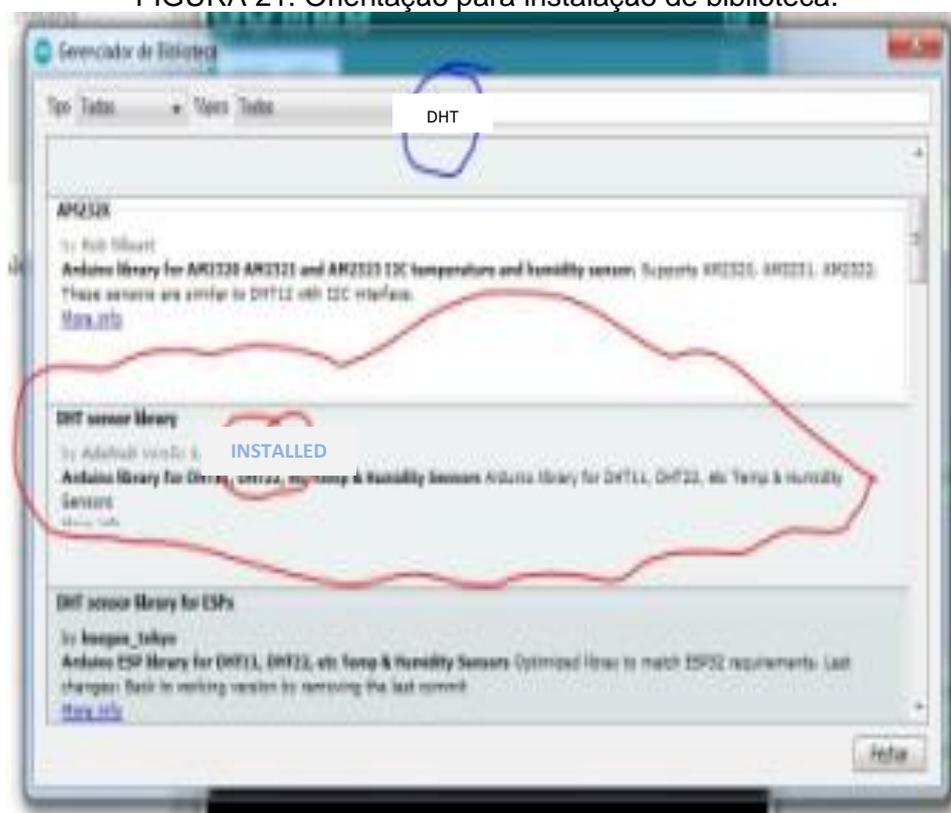
Fonte: os autores, (2020).

O quadro 15 expõe as dificuldades dos participantes coletadas do instrumentos entrevista semiestrutura. Percebemos nas falas uma diversidade de elementos que eles precisaram superar afim de finalizar as atividades. Dificuldades como: pouco conhecimento com eletrônica, readaptação ao novo cenário em meio a pandemia, qualidade da internet, etc são alguns desses fatores, mas salientamos o engajamento deles para superar esses obstáculos.

3.2 Categoria consolidada 2: orientação

Em linhas gerais, os participantes conseguiram desenvolver autonomamente todas as atividades, porém em alguns momentos se fez necessário orientações por parte do pesquisador. Os principais motivos foram relacionados a dúvidas quanto à pinagem dos dispositivos eletrônicos, em especial os sensores e quanto ao manuseio deles. Ou dúvida e dificuldades estavam relacionados à instalação das bibliotecas (Figura 21) de alguns dispositivos em especial os sensores DHT22, o sensor DS18B20 e o LCD 16x2 com módulo I2C e também problemas de reconhecimento das portas de comunicação serial.

FIGURA 21: Orientação para instalação de biblioteca.



Fonte:os autores, (2020).

Quando essas dúvidas e problemas ocorriam, os participantes comunicavam principalmente por intermédio do *whatsapp* e fazíamos um acompanhamento direto com o objetivo de sanar o problema afim de que o participante pudesse avançar na resolução das atividades. Um dos principais fatores que contribuíram para as dificuldades, na oficina, atribuímos ao pouco ou nenhum conhecimento prévio deles com a tecnologia do Arduino. A orientação foi fundamental, além da vontade e perseverança dos participantes, em resolver a maioria das dificuldades em entender o problema e depois procurar soluções e em último caso eles pediam orientação.

3.3 Categoria consolidada 3: aprendizagem a partir das atividades

Esta foi a categoria principal do processo de investigação como apresentado na categoria codificada. Ela foi alinhada às questões iniciais deste trabalho, que eram:

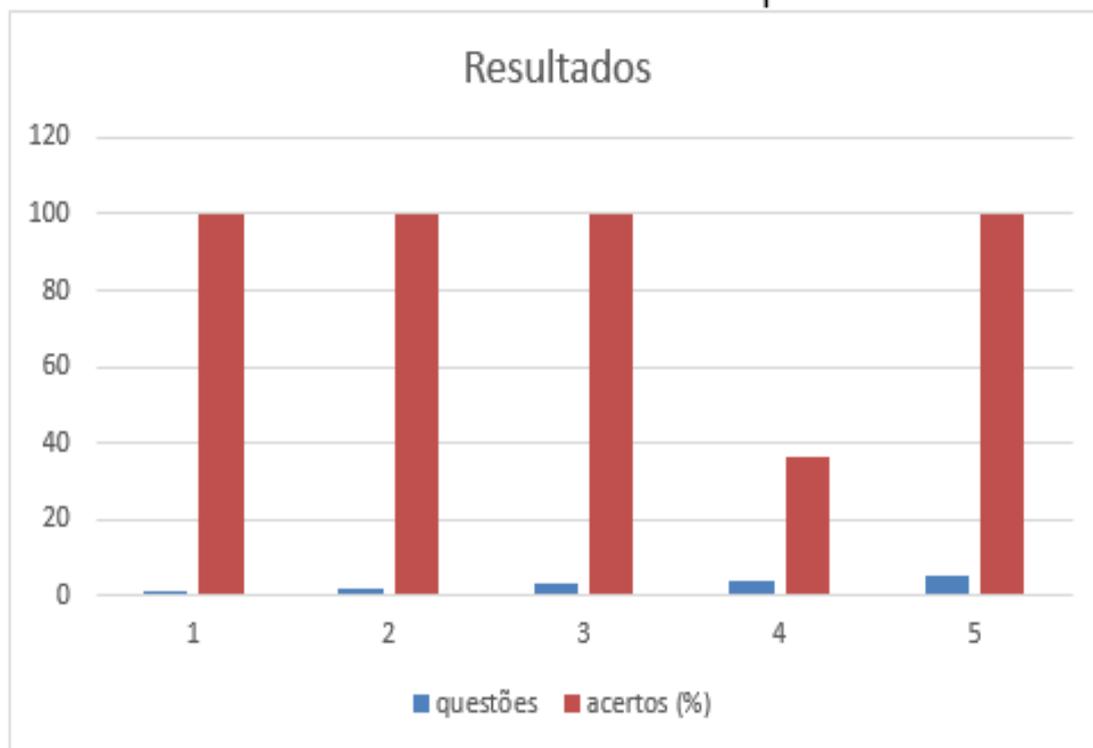
- O uso do Arduino como ferramenta tecnológica e pedagógica potencializa a aprendizagem ativa dos alunos?
- É possível ensinar os componentes curriculares relacionados ao tema Termodinâmica a partir da criação de uma EMDP?
- Qual a visão dos alunos diante dessa ferramenta mediada pela Educação STEAM?

Esta seção visa descrever o resultados dos dados e apresentar o alcance dos objetivos de aprendizagem a partir dos pressupostos da Aprendizagem Centrada em Tarefas alinhada a Taxonomia de Bloom Revisada. Os resultados são apresentados em forma de dados quantitativos elementares mas permeados de informações qualitativas.

Os objetivos conhecer foram verificados a partir de cinco (5) questões do teste da etapa 1 e apresentados no gráfico 10. Essas questões resumem os principais conceitos que serviram de subsídios para os demais objetivos estudados na oficina.

Os resultados mostram um aproveitamento substancial na maioria das questões apesar da questão 4 alguns, tiveram dúvida em relação à diferença entre sensores digitais e analógicos.

GRÁFICO 10: Resultados Teste Etapa 1.



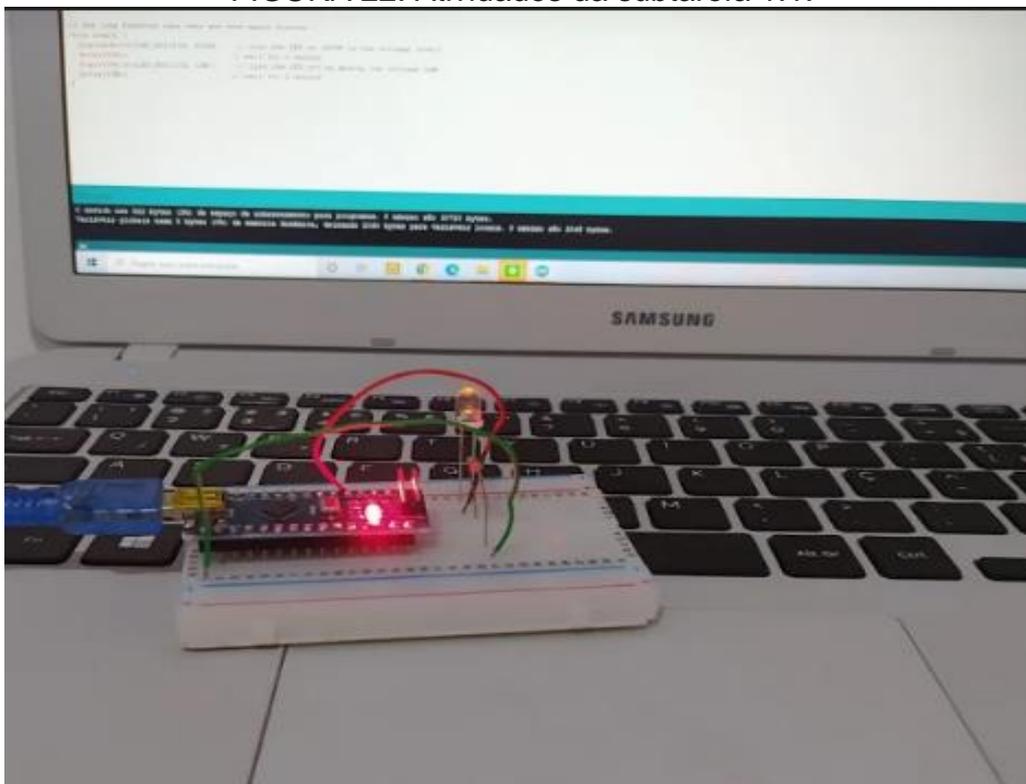
Fonte: os autores, (2020).

Os objetivos conceituais conhecer e compreender o Arduino estavam nas subtarefas 1.1, 1.2 e 1.3, e foram fundamentais para a aplicação prática das mesmas, consistindo no objetivo procedimental aplicar. Para alcançarem o referido nível foi preciso que os participantes lembrassem e entendessem os conceitos de Termodinâmica para posteriormente aplicarem na prática. A figura 22 apresenta as atividades desenvolvidas por um participante e o quadro 16 mostra os comentários da turma ao finalizarem as atividades.

Apesar do pouco ou nenhum conhecimento prévio que os participantes tinham sobre o Arduino, conforme relatado no questionário diagnóstico; com o estudo da subtarefa no item 1.1, ficou evidente que eles alcançaram os objetivos propostos. Estes conhecimentos foram fundamentais para a continuidade dos trabalhos em todas as etapas da oficina, por isso o cuidado com o desenvolvimento passo a passo desta subtarefa é essencial.

A atividade da subtarefa 1.1 diz respeito ao contato inicial com o ambiente de desenvolvimento integrado – IDE do Arduino, a montagem de circuitos básicos e os fundamentos da linguagem C para programação dos *Sketches*.

FIGURA 22: Atividades da subtarefa 1.1.



Fonte: os autores, (2020).

Esse aprendizado inicial foi distribuído nas três primeiras subtarefas (1.1; 1.2 e 1.3) e consistiu de conteúdo essencial para que os participantes obtivessem as noções básicas sobre o *software*, *hardware* e a programação da tecnologia do Arduino. Com esse aprendizado inicial, eles puderam chegar até a etapa 2 da oficina que se referiu à construção da estação meteorológica.

Avançando para a subtarefa 1.2 ainda tratando dos mesmos objetivos da atividade anterior, os participantes puderam se familiarizar com componentes eletrônicos básicos como resistores, jumpers, LED. Todo esse conhecimento estudado de forma conceitual e posteriormente aplicado em atividades práticas. Ao mesmo tempo que esses conceitos eram estudados há uma ligação com a parte de programação e a abordagem prática, sendo essas as características fundamentais da educação STEAM pelo viés da aprendizagem centrada em tarefas.

QUADRO 16: Citação dos participantes sobre a realização da subtarefa 1.1.

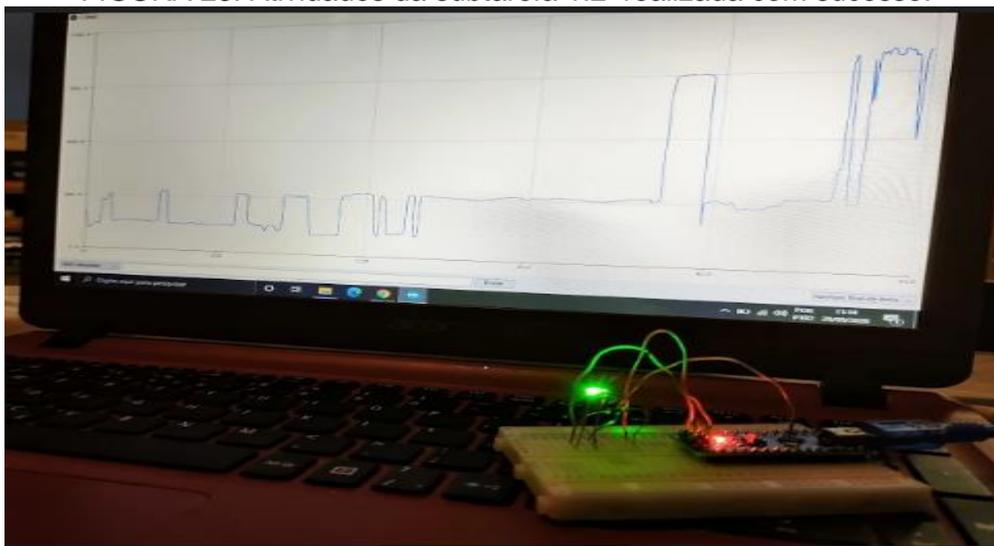
PARTICIPANTE	CITAÇÃO
P25	O trabalho é bem simples e interessante de realizar
P26	A realização dessa subtarefa 1, foi muito proveitosa e de grande importância, pois eu precisei e me esforcei para colocar em prática os ensinamentos que foram passados pelo professor, pelas referências da atividade em como seguir os passos para a conclusão da mesma na prática. Assim, a subtarefa 1 mostra que não é difícil trabalhar com o arduíno e cria no aluno um certo interesse pelo assunto.
P27	Integrando python com arduino, podemos extrair o melhor das 2 ferramentas.
P28	Tive um pouco de dificuldade em realizar a 1º subtarefa, pois não sou familiarizada com a eletrônica, porém com tutorial que precisei assistir diversas vezes, consegui montar o circuito. Achei interessante e divertido. E já consigo perceber inúmeras possibilidades!
P29	Atividade útil para compreender a funcionalidade básica de um arduino com uma programação simples de controle temporal de um led. É interessante saber sobre os tipos de arduino que existem no mercado.
P30	Por ter sido meu primeiro contato com o Arduino, tive um pouco de dificuldade para montar o circuito. Demorei mais que o tempo ideal. Porém, consegui terminar a atividade com êxito. E finalmente aprendi que para mim é o mais importante.

Fonte: os autores, (2020).

Também nesta atividade foi contemplado o aprendizado referente ao comportamento gráfico (*plotter* serial) e numérico (monitor serial) de sensores digitais como o *pushbutton* e sensores analógicos como uma resistência que detecta a luz - LDR. Enfatizamos que todas as atividades foram orientadas por vídeos tutoriais e a apostila da oficina disponibilizada na sala de aula virtual. Em geral, todos conseguiram finalizar a atividade e seus pontos de vista sobre a subtarefa está presente no quadro 17 e a figura 23 mostra a atividade finalizada por 1 participante.

Após a subtarefa 1.2, os participantes tiveram a oportunidade de avançar para o item 1.3, sendo essa a atividade final da etapa 1 da oficina e que visa a ambientação deles com a função MAP e o sensor, analógico potenciômetro. Escolhemos essa função e o respectivo sensor pois há sensores na Estação Meteorológica (EMPD) que usam o princípio análogo ao que foi aprendido nessa subtarefa, por isso seu entendimento foi fundamental.

FIGURA 23: Atividades da subtarefa 1.2 realizada com sucesso.



Fonte: os autores, (2020).

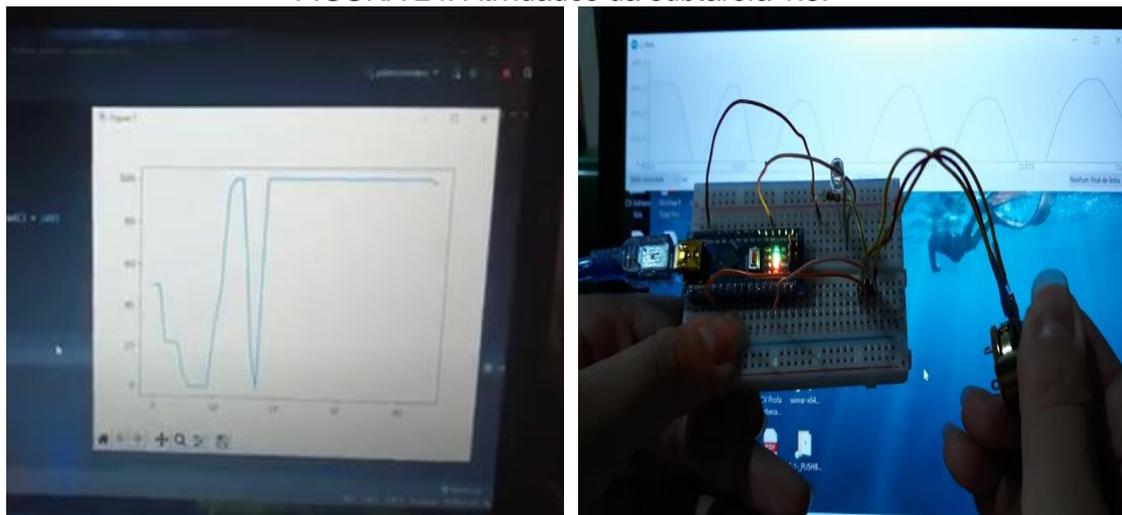
Com o entendimento conceitual, os alunos colocaram a mão na massa e puderam aplicar na prática o que aprenderam. A figura 24 mostra o resultado da atividade de 2 participantes e no quadro 18 os comentários da turma.

QUADRO 17: Citação dos participantes sobre a realização da subtarefa 1.2.

PARTICIPANTE	CITAÇÃO
P31	[...] É uma excelente ferramenta para facilitar a aprendizagem.
P32	Atividade para controlar um led a partir de um botão com uma programação simples, e mais outra para observar o comportamento de um LDR. Interessante notar como a resistência do LDR varia com a luminosidade, pois nunca tinha visto um desses. [...]
P33	Foi mais fácil realizar a subtarefa 1.2, pois já tinha praticado a 1ª atividade e estava me sentindo mais segura, porém na atividade 2.1 o esquema do circuito está diferente do vídeo que você nos disponibilizou, porém consegui compreender a proposta e realizar a atividade com êxito!
P34	O experimento com o interruptor é forma de interação externa a programação posta no Arduino. Já o LDR no circuito quantifica a incidência de luz do ambiente, podendo também ser manipulado.
P35	Essa subtarefa 1.2, a qual está dividida em vídeo tutorial 2.1 e 3.1, é de grande ensinamento pois com os vídeos explicativos sobre LDR e LD é possível entender todo o processo que envolve o circuito elétrico, por exemplo o sensor de luminosidade.

Fonte: os autores, (2020).

FIGURA 24: Atividades da subtarefa 1.3.



Fonte: os autores, (2020).

QUADRO 18: Citação dos participantes sobre a realização da subtarefa 1.3.

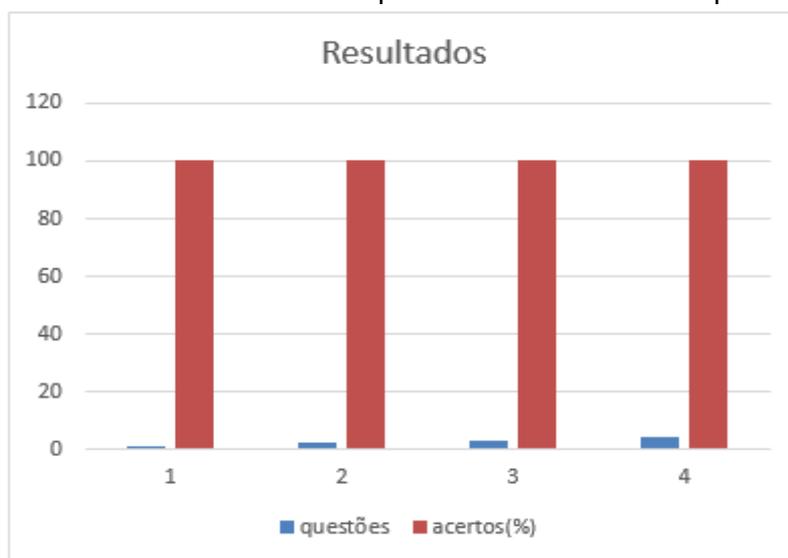
PARTICIPANTE	CITAÇÃO
P36	Nessa etapa da atividade consegui montar o circuito apenas olhando o esquema disponibilizado.
P37	O experimento com o potenciômetro proporciona a manipulação da resistência do resistor para o equipamento elétrico funcionar. Ligados nas entradas GND, A0, D11 e 5V.
P38	Esta subtarefa 3, foi de fácil manuseio, apesar de eu ter errado na escolha da resistência pois peguei a de maior resistência na montagem do circuito fazendo com que a luz não ficasse tão incandescente, após a correção da resistência no circuito, já pode ser possível ver a luz brilhar com mais intensidade. Além disso, com a atividade podemos aprender mais sobre o potenciômetro e os jumps caseiros.
P39	O experimento foi interessante, onde pode-se verificar o comportamento do resistor no circuito.
P40	Interessante como o potenciômetro controla a luminosidade do led, mas se não for aplicada uma tensão adequada, é capaz de queimar o componente. Também achei interessante do arduino agregar portas analógicas e digitais, o que possibilita mais aplicações.

Fonte: os autores, (2020).

Após aquisição dos fundamentos do Arduino adquiridos na etapa 1 desta oficina, nos concentramos nos objetivos de aprendizagem da etapa 2. Ela foi inicialmente concebida em 7 subtarefas mas que por razões de adaptação ao ensino remoto foi delimitada em 5 subtarefas, as duas restantes ficaram como sugestão de aplicação. Nesta fase do trabalho, o foco envolveu a articulação entre os conhecimentos sobre Termodinâmica servindo como subsídios para a construção de uma estação meteorológica digital de baixo custo devido à tecnologia empregada se baseada no Arduino.

Iniciamos esta etapa com os objetivos conhecer e compreender verificados no teste etapa 2 referentes às questões de 1 a 4. O resultado desta avaliação mostra que os participantes conseguiram alcançar esses objetivos descritos no gráfico 11. O aprendizado consistiu de familiarizar os participantes com os sensores utilizados ao longo desta etapa, bem como os procedimentos fundamentais para que eles possam fazer as medições corretamente de grandezas como temperatura e umidade relativa do ar, umidade do solo, detecção de luminosidade, principalmente.

GRÁFICO 11: Resultado questões 1-4 do Teste Etapa 2.



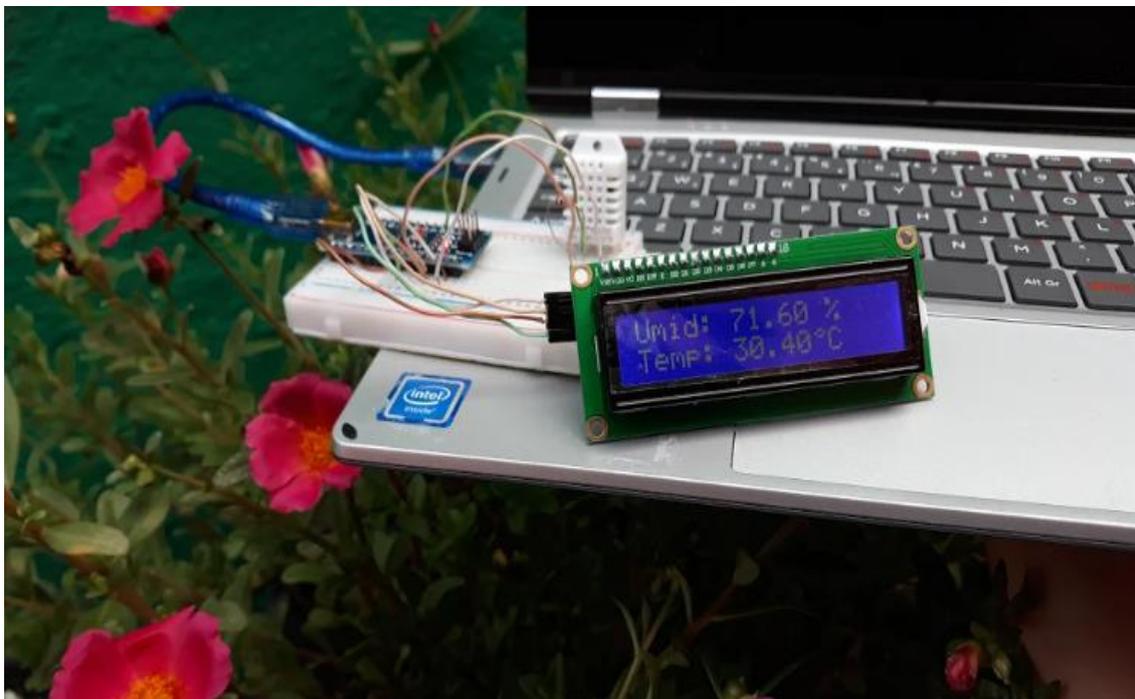
Fonte: os autores, (2020).

As subtarefas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 contemplaram os objetivos conceituais conhecer e compreender e depois foram aplicados na prática com a programação, montagem e experimentação dos circuitos eletrônicos com sensores consistindo, com isso, no objetivo aplicar. Todos os participantes conseguiram alcançar os objetivos elencados como mostra os resultados da atividade finalizada de 1 participante na figura 25 e o comentário da turma no quadro 19 referentes ao item 2.1.

Ao promover esses objetivos de aprendizagem, almejávamos que os participantes pudessem implementar em situações do cotidiano o emprego de conceitos como temperatura, escalas termométricas e suas respectivas conversões. Nesse caminhar, o aprendizado da Física adquire novos contornos e passa a ser um recurso fundamental para o entendimento do mundo a nossa

volta. Promovendo a participação dos alunos no estudo e estimulando neles reflexões entre o que se aprende e a realidade a sua volta (PEREIRA, 2018a).

FIGURA 25: Atividade da subtarefa 2.1.



Fonte: os autores, (2020).

Depreendemos também a dificuldade e o trabalho necessário para desenvolver a atividade, mas a contentamento deles ao conseguir finalizá-la como fica evidente na citação P43. A iniciativa em procurar solucionar os problemas foi fundamental para o desenvolvimento satisfatório da atividade como fica evidenciado na citação P41. Reiteramos a importância de como é libertador um aprendizado por esse viés como fica explícito nas citações P44 e P45.

Além do mais, Fertzner Filhos vai além ao afirmar:

[...] entre outras coisas, é preciso repensar a prática em sala de aula e reconhecer a importância que o uso de tecnologias livres e recursos educacionais abertos podem trazer para a formação de indivíduos autônomos com espírito crítico(FETZNER FILHO, 2015, p.98).

Foi de fato esse espírito crítico que ficou evidenciado com a finalização desta subtarefa, a busca de informação para resolver os eventuais problemas que surgiram ao longo do processo e mais um degrau do aprendizado alcançado.

QUADRO 19: Citação dos participantes sobre a realização da subtarefa 2.1.

PARTICIPANTE	CITAÇÃO
P41	O circuito foi montado, porém a linha de código apresentou erro ao ser executada. Após o tutorial e alguns vídeos que assisti no YouTube consegui instalar as bibliotecas necessárias e as atividades foram realizadas com êxito!
P42	Uau Parabéns! Verifiquei a temperatura e umidade e aprendi a por meu nome no letreiro luminoso.
P43	Essa parte da tarefa foi bem mais complexa e trabalhosa no que se diz respeito a parte programacional, isso porque nem escrevi o programa. Porém foi de bom proveito pois me fez aprender mais sobre como se programa um lcd. E tirar uma dúvida de como se colocava as palavras no LCD dos ônibus (apesar de não saber se é igual o processo).
P44	Exercício bem interessante, sobre a verificação de temperatura e suas transformações.
P45	Como futura professora de física, acho relevante o conhecimento a respeito de temperatura, calor, escalas termométricas e suas conversões e como isso pode impactar significativamente, no caso da sonda da NASA, em que tiveram prejuízos exorbitantes. Achei interessante o sensor de temperatura e umidade DHT 22 e seu uso no arduíno, sendo estes dispositivos de fácil acesso, possibilitam a convenção de projetos práticos do cotidiano, apesar de sua leitura ter delay de 1 segundo, ainda assim é bem informativo, em conjunto com o LCD 16x2 e o módulo I2C, expressa mais claramente os dados de temperatura e umidade. No entanto, tive dificuldades para instalar a biblioteca do sensor DHT22, mas depois disso, a montagem do circuito, bem como a aquisição dos dados foram mais fáceis de proceder.

Fonte: os autores, (2020).

Com a realização da subtarefa 2.2 chegamos a um nível mais elevado em relação ao estímulo da curiosidade e do interesse dos participantes como fica evidente nas citações P46, P47 e P48 (Quadro 20). Descoberta similar enfatizada por Rodrigues (2014, p.55) sobre a inserção no ensino da Física: “[...] Se usado para este fim pode facilitar, cativar, estimular e potencializar o aprendizado. O seu uso deve ser estimulado e ensinado ao professorado de Física”. A medida que os participantes desenvolviam as atividades um mundo de possibilidades para inserção da Física, além da sala de aula, se evidenciava (Figura 26).

Avançando para a subtarefa 2.3, os participantes tiveram a oportunidade de ampliar seus conhecimentos sobre sensores e, com isso, outras possibilidades de medições de física como no caso a detecção de umidade do solo. A figura 27 sintetiza as possíveis aplicações como o monitoramento da umidade do solo em uma planta de jardim. Por outro lado, o quadro 21 descreve a experiência vivenciada pelos participantes nesta atividade. As citações de P50,

P51, P52 e P54 nós dá uma dica de monitoramento desse parâmetro para saber quando de fato devemos ou não regar uma planta e com isso explorar a Física por que está por traz dessa tecnologia.

FIGURA 26: Atividade da subtarefa 2.2.



Fonte: os autores, (2020)

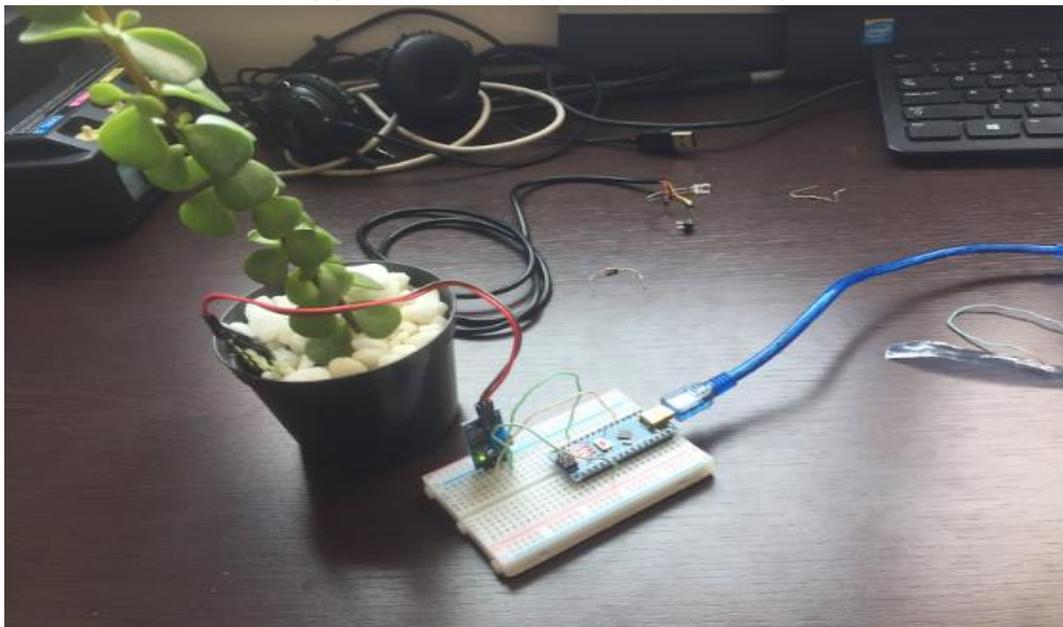
Lembramos que na subtarefa 2.3 (Figura 27) não foi disponibilizado o passo a passo dos vídeos tutoriais para a realização da atividade, com isso desejávamos verificar a autonomia e o pensamento sistêmico em sintonia com o objetivo de aprendizado deste nível. Preocupação que ficou evidente na citação de P53 : “[...] a primeira impressão que surge é a de que vamos queimar algo, visto que não teremos o passo a passo [...]”. Apesar da preocupação inicial todos os participantes concluíram com êxito mais essa subtarefa.

QUADRO 20: Citação dos participantes sobre a realização da subtarefa 2.2.

PARTICIPANTE	CITAÇÃO
P46	Achei curioso o funcionamento deste sensor, apesar de não detectar umidade, ele é rápido na atualização de dados. Testei com água na temperatura ambiente e outra em ponto de ebulição, e foi surpreendente isso. Também, na pesquisa que fiz verifiquei que com ele podem ser acoplado mais sensores, o que possibilita uma aplicação bem mais ampla que com o DHT22. Importante também saber a respeito da propriedade dos líquidos, já que este sensor também é a prova d'água.
P47	O experimento é bastante interessante, fiz com água gelada.
P48	Muito show este sensor de temperatura!
P49	Atividade realizada. Achei o sensor DS18B20 vantajoso quando se quer medir a temperatura de um líquido pois o mesmo é a prova d'água. Porém esse sensor demora para se estabilizar com o sistema.

Fonte: os autores, (2020).

FIGURA 27: Atividade da subtarefa 2.3.



Fonte: os autores, (2020).

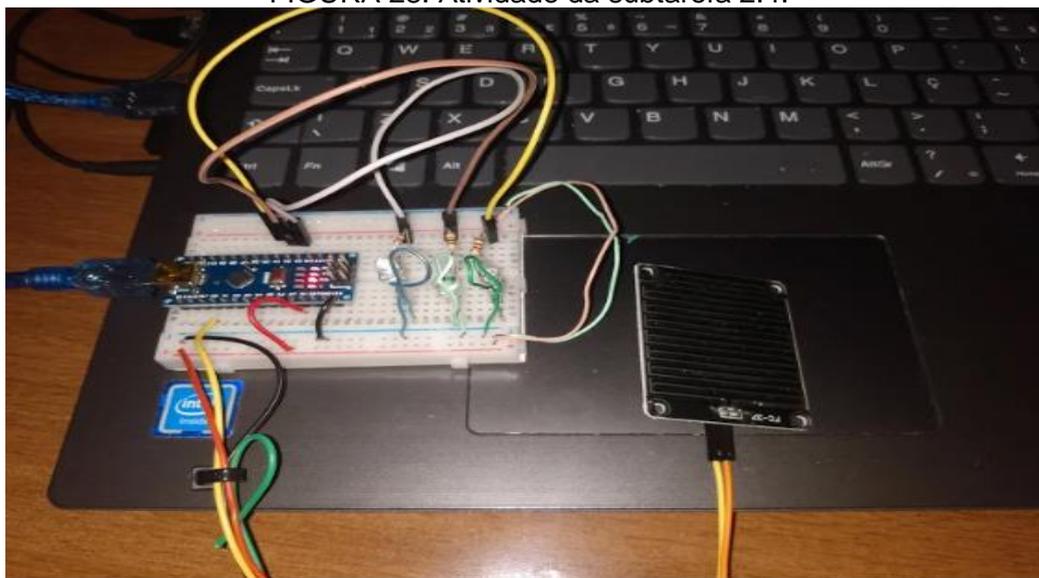
QUADRO 21: Citação dos participantes sobre a realização da subtarefa 2.3.

PARTICIPANTE	CITAÇÃO
P50	Achei essa atividade super interessante pois com esse sensor podemos medir a umidade do solo. Assim ele pode nos informar quando é necessário regar uma planta. Adorei a aplicação desse trabalho!
P51	Para este circuito diria que é interessante pensar em dispositivos que somente reguem quando realmente se faz necessário diante da coleta de dados reais. Por que existem regas programadas por horários e não pela real necessidade do solo. Muito importante! Começamos a pensar em sistemas de jardins inteligentes, além do que foi proposto, a meteorologia. Gostei muito do Projeto!
P52	Está experiência é interessante pois nos informa se já está na hora de regar as plantas
P53	Esse processo de montagem do circuito foi muito interessante pois ele não tinha o já esperado vídeo tutorial, logo a primeira impressão que surge é a de que algo vamos queimar, visto que não teremos o passo a passo. Então a pesquisa sobre o tema abordado foi de vital importância para a conclusão com êxito da atividade. Enfim esse experimento foi muito interessante de se realizar.
P54	Este sensor detecta a umidade do solo, sendo capaz de informar se é preciso ou não regar alguma cultura. Pra mim, que cuido de plantas, achei bem interessante, quem sabe um dia eu construa um sistema de irrigação inteligente. É importante ressaltar também as características do solo, pois é fundamental conhecê-lo, pois dependendo do projeto e suas necessidades, pode ser mais acessível tal aplicação.

Fonte: os autores, (2020).

A próxima subtarefa foi a 2.4 envolvia o emprego do sensor para detecção de chuva. A figura 28 mostra o circuito finalizado por um participante e pronto para detectar chuva cujos resultados são descritos nas citações dos participantes que se dispuseram a comentar no quadro 22. Reiteramos que os comentários eram optativos e apenas sugeríamos para que os participantes comentassem ao final de cada atividade.

FIGURA 28: Atividade da subtarefa 2.4.



Fonte: os autores, (2020)

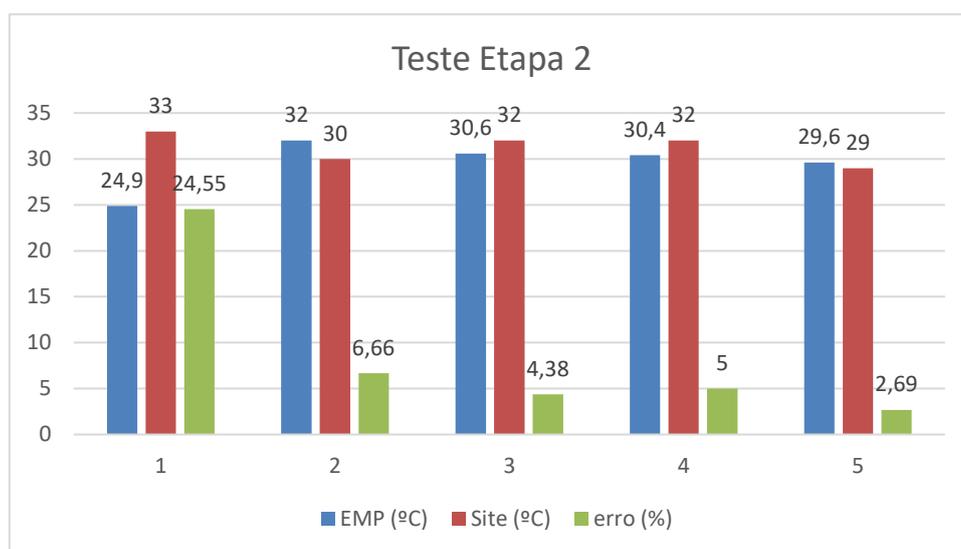
QUADRO 22: Citação dos participantes sobre a realização da subtarefa 2.4.

PARTICIPANTE	CITAÇÃO
P55	Podemos aplicar esse circuito num estação meteorológica para medir o quanto choveu em determinado dia. Para isso, acho que a linha de código deve ser modificada para se ler a quantidade de chuva.
P56	Este sensor YL-83 sobre detecção da água da chuva, logo gotas, é notável. A utilização deste sensor e Arduino juntos podem quantificar dados específicos da pluviometria, respondendo ao restante do sistema do qual faz parte se deve abrir ou não o guarda chuva. Excelente esta oficina. Aprendi muito.
P57	Esta atividade foi de bom proveito para se aprender mais sobre o sensor e o ciclo da água e aplicações do sensor. Porém na atividade diferente da anterior nas instruções pedem alguns materiais que na realização da atividade a “instrução não ensina como aplicar” e mesmo pesquisando formas de como colocar, por exemplo, os leds é escasso de informações mais aprofundadas. Interessante saber sobre o ciclo da água, pois com o detector de chuva, pode-se saber quando encerrou mais um ciclo em determinado local. Muito curioso seu funcionamento e como expressa se há chuva ou não. Pensei numa aplicação simples na agricultura, creio que com o arduíno seja possível tal aplicação.

Fonte: os autores, (2020).

O exercício 2.1 se refere aos objetivos conceitual analisar, cujos resultados estão descritos nos gráficos 12. Nesta atividade, os alunos após a montagem do circuito e programação puderam usar a criatividade em realizar medições em locais que eles consideraram pertinentes e comparar a temperatura medida com o valor de um site sobre clima. Ao fazer a medição, o participante era instruído a pesquisar a temperatura disponibilizada em um site especializado. Posteriormente eles comparavam os valores a partir do erro percentual entre os valores obtidos.

GRÁFICO 12: Resultados do Teste da Etapa 2.



Fonte: os autores, (2020).

O exercício 2.2 contemplou o objetivo sintetizar e foi o momento onde os participantes puderam avaliar em quais situações podem ser empregado os sensores DHT22 ou o sensor DS18B20. Após pesquisa *on line* em *datasheets* eles adquiriram elementos suficientes para julgar com base nas vantagens e desvantagens desses sensores em que condições reais pode ser aplicado cada um desses dispositivos.

O objetivo de aprendizagem criar foi finalmente alcançado na sub tarefa 2.7 que idealizada para a montagem da estação meteorológica digital. Após o aprendizado individual de cada sensor destinado à medição de grandezas física ligados ao clima essa etapa foi o momento de integração de todos os componentes eletrônicos desse equipamento tecnológico. Nessa sub tarefa o

participante teve a oportunidade de aprender na prática em uma aplicação real, contrapondo a lógica do ensino conceitualista e desconectado com a realidade.

QUADRO 23: Citação dos participantes sobre a realização da subtarefa 2.7.

PARTICIPANTE	CITAÇÃO
P58	Atividades concluídas! Gostei bastante de participação da oficina.
P59	Com esta oficina pude aprender a como montar uma estação meteorológica na palma da mão, isso que é tecnologia ao acesso de todos. obrigada pela oportunidade de participar!
P60	A montagem da estação meteorológica foi de muito gozo do aprendizado adquirido. Ao meu ver tudo foi trabalho cuidadosamente para se encaixar nessa última tarefa de forma simples e direta. Muito obrigado por me deixar participar desse trabalho muito bem elaborado.
P61	Achei interessante como se deu a construção dessa estação meteorológica, como foi crucial saber sobre cada componente e suas devidas funções, assim como suas aplicações e vantagens. Como futura professora, gostei muito de aprender sobre o STEAM, senti que foi uma construção de conhecimentos e que teve um resultado excelente. Gostei muito de ter participado deste projeto, desculpem-me se não pude concluir no prazo. Agradeço toda a assistência do pesquisador Daniel, pois sempre estava a disposição para ajudar. Tive certa facilidade para compreender o funcionamento do Arduino, porém, já no final, eu consegui queimar um 😊 agora não sei como, mas agradeço a compreensão e consegui concluir com sucesso!
P62	E nossa, é curioso saber que uma simples placa com um microcontrolador consegue fazer tantas operações ao mesmo tempo. Relevante também destacar que os fenômenos físicos estão presentes na construção e aplicação dessa pequena estação meteorológica. Aprendi muito e agora pode ensinar com a Educação STEAM.

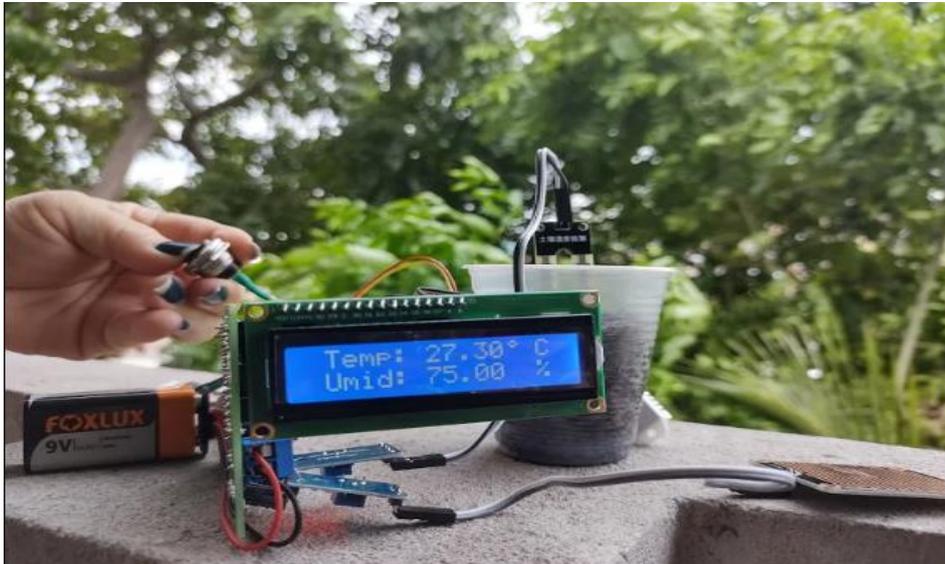
Fonte: do autor, (2020)

A figura 29 apresenta um participante realizando medições com a EMDP e realizando diversas medições. O quadro 23 descreve as citações da turma em relação à subtarefa sendo que a maioria achou satisfatório o aprendizado adquirido. A citação P61 descreve seu ponto de vista sobre a Educação STEAM e a estratégia empregada: “[...] Como futura professora, gostei muito de aprender sobre a Educação STEAM, senti que foi uma construção de conhecimentos e que teve um resultado excelente [...]” .

É pertinente a citação de P62 : “[...] é curioso saber que uma simples placa com um microcontrolador consegue fazer tantas operações ao mesmo tempo.[...]” ela dialoga com a afirmação de Castro (2016, p.5): “o uso de microcontroladores eletrônicos torna-se uma opção interessante na criação de dispositivos de baixo custo, pois possuem capacidade de medições com

precisão adequada e com grande versatilidade de aplicações”. Por isso, o Arduino conquista cada vez mais espaço no mundo acadêmico.

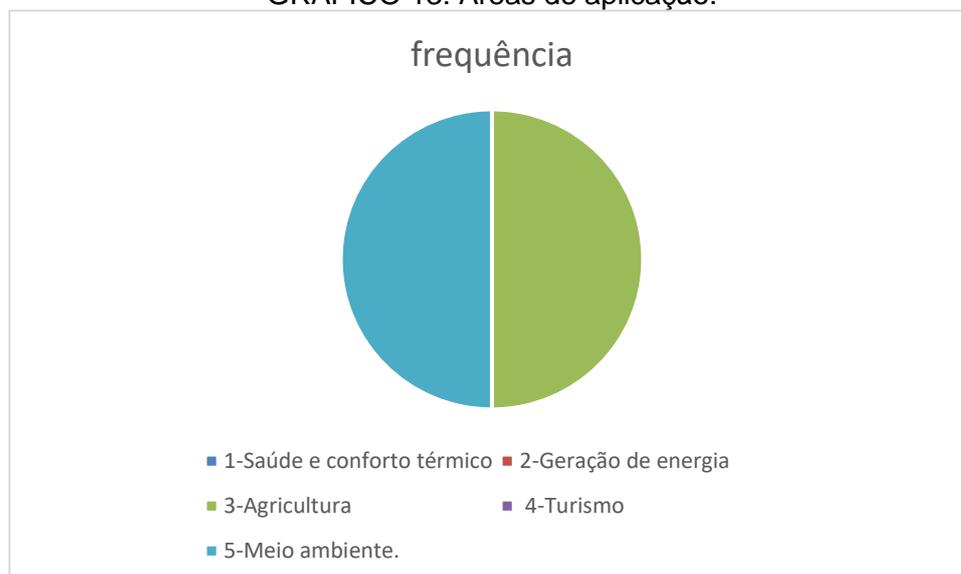
FIGURA 29: Atividade da subtarefa 2.7.



Fonte: os autores, (2020).

O resultado referente ao objetivo criar foi alcançado a partir da resposta da questão 5 do teste da etapa 2. Os participantes puderam expor seus pontos de vista em relação à aplicação no cotidiano de tecnologias com o Arduino que contribui para resolver um problema do mundo real. As respostas deles são ricas em detalhes como pode ser observado no gráfico 13. As áreas escolhidas por eles são agricultura e meio ambiente como as principais para aplicação de uma EMPD.

GRÁFICO 13: Áreas de aplicação.



Fonte: os autores, (2020).

3.4 Categoria consolidada 4: opinião sobre o Arduino

Com a transcrição da entrevista foi possível descrever o que os participantes pensavam após vivenciar uma Oficina viabilizada pela plataforma de prototipagem eletrônica Arduino.

Digno de nota é a citação E1:

“A aprendizagem se considerada como uma prática, sempre vai precisar de inovação, pois o que enriquece a natureza humana é a revolução intelectual. A proposta da oficina com o Arduino no ensino de Física utilizando um aprendizado centrado em tarefas, desenvolve certas habilidades. [...] Combinados com a Educação STEAM pode oportunizar um ensino aprendizagem de qualidade de Termodinâmica e preparando os alunos na construção de soluções para os problemas e desafios do mundo real no século XXI”(entrevista, questão 5, 21/10/2020).

Seguindo nesse caminho, E2 (entrevista, questão 5, 25/10/2020), conclui: “[...] adquirir o conhecimento da Termodinamica mediada pelos Arduino proporcionou uma forma de motivar os alunos a aprender essa disciplina [...]”. De fato, precisamos lembrar que os alunos estão rodeados por diversas tecnologias e a Física mediadas por tecnologias abertas pode ser um diferencial rumo a um aprendizado cativante para eles.

3.5 Categoria consolidada 5: aplicação para o cotidiano

A entrevista nos proporcionou uma riqueza de contribuições em relação a aplicações do que se pode ser aprendido em sala de aula e aplicado no cotidiano, entretanto a citação de E3 nos apresenta um alerta preocupante:

“Nós vamos enfrentar um problema muito sério nos próximos anos que é a falta de programadores, não haverá profissionais capacitados para atender as necessidade do mercado de trabalho. Além do mais, os problemas de estudo da Física vão se tornando cada vez mais complexos e um suporte para solucioná-los vem dos profissionais que entendem de Física e de programação ao mesmo tempo e que saibam associar às tecnologias atuais. Essa oficina contribui para

mostrar que o ensino de Física precisa ser repensando e alinhado com as novas necessidades do século XXI” (entrevista, questão 5, 27/10/2020).

De fato, há uma real e urgente necessidade de repensar o ensino da Física que se contraponha a lógica do ensino tradicional, como afirma Barros (2018, p.11): “[...] O ensino tradicional pode vir a se tornar o principal fator desestimulante para aqueles que estão entrando em contato com esta disciplina. Essa prática, contudo, não condiz com os novos modelos dinâmicos de se fazer ciência hoje em dia”.

Além do mais, precisamos avançar em direção as atividades experimentais possibilitando um aprendizado que vá além da sala de aula e alinhada com questões do mundo real. Essa vem sendo uma premissa vital como afirma Silveira (2016, p.22): “O uso de experimentos no ensino de ciências é amplamente defendido entre os professores e pesquisadores na área educacional”. A educação STEAM é nesse sentido útil pois caminha embasada exatamente na questão prática, aplicação, contextualização com problemas e soluções do dia a dia. Ela é muito difundida entre os países como Estados Unidos, na Europa, Japão, China entre outros.

3.6 Discussão dos Resultados

O presente trabalho como um todo apresentou dados satisfatórios e alinhados com as questões iniciais desta pesquisa.

Durante a pesquisa de campo, identificamos e acompanhamos as dificuldades dos alunos em compreender os conceitos estudados das leis da termodinâmica que são ensinadas na perspectiva abstrata. Cabe ao aluno imaginar como o fenômeno ocorre e caso esse aluno não tenha os subsunções necessários à compreensão mínima, então torna-se extremamente difícil para o mesmo entender e muito mais complicado ainda associar as aplicações ao cotidiano. Percebemos que, além das necessidades de fortalecer os conceitos, faz-se necessário mostrar aos alunos as aplicações práticas dessas leis de preferência usando um recurso de tecnologia que esteja ao alcance de suas mãos e possa até ser levado para sua casa.

Acreditamos que para melhorar os resultados no aprendizado da Física é fundamental incorporar tecnologias de baixo custo e *open source* na educação. A partir da análise dos dados podemos afirmar que o Arduino pode ser considerado um recurso tecnológico que caminha nessa direção. Somente contrapondo a lógica do ensino puramente conceitualista e livresco é que podemos estimular o aluno a ver a ciência como uma ferramenta indispensável na resolução dos problemas do mundo real.

Em outras palavras: a formação do professor no século XXI precisa ser dinâmica e flexível, como afirma Machado e Santos:

Com as diferentes possibilidades que as tecnologias da informação e comunicação trouxeram para a sociedade, todas as profissões foram impactadas nas suas verdades e tradições de alguma forma. Novas gerações passaram a surgir em menor tempo, muito mais conectadas virtualmente, porém menos capazes de processar informações em conhecimentos aplicáveis à realidade (MACHADO; CORDEIRO; SANTOS, 2020, p.271)

Como forma de explorar ainda mais as referidas questões iniciais elencadas no presente trabalho acreditamos que há a necessidade de verificar na modalidade de ensino presencial, o que de fato era nosso objetivo, mas o desenho da pesquisa precisou ser remodelado e adaptado a nova realidade em meio a pandemia do novo corona vírus. Com o ensino presencial problemas e dificuldades dos participantes poderiam ser outras, ou quem sabe até termos outras questões de pesquisa que pudessem surgir.

Em linhas gerais permaneceria a lógica da Oficina, *kits*, subtarefas, mas poderia ser solicitado mais autonomia dos participantes em relação à programação dos *sketches*, a apresentação de resultados em forma de seminários, por exemplo. Em outras palavras, há um leque infinito de possibilidades que poderiam trazer resultados que enriqueceriam ainda mais em relação aos alcançados na modalidade de ensino remoto. Com a abertura do ensino presencial, poderia ser explorado também a possibilidade de ensino híbrido, ou quem sabe até de sala de aula invertida.

Os resultados descritos, nesta pesquisa, estão de acordo com nosso estudo prévio da revisão de literatura, pois apesar de enfatizarmos nossa identidade, os achados apresentaram a viabilidade do aprendizado da Física

pelo viés da educação STEAM. Evidenciamos que nesse caminho o foco é o cotidiano, os problemas do mundo real, questões como essas fundamentais para as necessidade dos cidadão do século XXI.

Quando iniciamos este trabalho não imaginávamos os desafios que teríamos que superar para viabilizar a coleta de dados e principalmente o esforço dos participantes em estudar em meio a uma realidade tão atípica. É por conta disso que esta pesquisa apresenta resultados tão singulares, pois só com as peculiaridades deste desenho qualitativo conseguimos estudar em casa, não mais na sala de aula, montar experimentos no quarto, na sala e fazer do quintal seu laboratório de Física. Reiteramos que tudo isso só foi possível com a dedicação desses futuros professores de Física que apesar dos desafios, mostraram empenho e persistência para vencê-los.

Agora vamos responder os nossos questionamentos iniciais a partir dessas análises de dados.

- O uso do Arduino como ferramenta tecnológica e pedagógica potencializa a aprendizagem ativa nos alunos?

Analisando os dados da pesquisa e do roteiro das subtarefas desenvolvidos na sala virtual, avaliamos que a Educação STEAM propiciou aos alunos condições favoráveis para a aprendizagem ativa, visto que eles aplicavam constantemente os conceitos de termodinâmica estudado na sala virtual, elaboravam hipóteses, propunham e investigavam soluções para a criação da estação meteorológica, e estabeleciam relações entre as leis da termodinâmica e a ação concreta do processo. Isso nos leva a acreditar que o que foi vivenciado pelos alunos se insere dentro da proposta do STEAM que é a aprendizagem ativa, desta maneira podemos dizer que o uso do Arduino como ferramenta tecnológica e pedagógica potencializou a aprendizagem ativa nos alunos.

- É possível ensinar os componentes curriculares relacionados ao tema Termodinâmica a partir de uma estação meteorológica digital portátil?

Durante a realização da oficina observamos diversas vezes os alunos contextualizando os conteúdos das leis da Termodinâmica para realizarem as

tarefas. Além disso, eles desenvolveram as habilidades de criticidade, cooperação, comunicação, pensamento sistêmico, pois a construção da EMDP eles precisavam compreender o sistema na totalidade e os processos que o formavam. Dessa forma afirmamos que é possível ensinar os componentes curriculares da Termodinâmica, mas também pode ser ensinados outros temas. Observamos que o processo de ensino da Educação STEAM deve ser planejado e os objetivos de aprendizagem precisam estar diretamente relacionados ao desenvolvimento das habilidades a serem adquiridas. Neste caso afirmamos que sim, é possível ensinar através da construção de uma estação meteorológica os componentes curriculares de Termodinâmica.

- Qual a percepção dos alunos diante do uso do Arduino mediado pela Educação STEAM?

Os alunos que participaram da pesquisa eram finalistas do curso de licenciatura em Física que em poucos meses estariam aptos a entrar no mercado de trabalho como docentes. Foi fundamental resumir a impressão deles sobre a utilização da plataforma Arduino mediada pela educação STEAM. É notório enfatizar que eles passaram a conhecer tanto o Arduino quanto à educação STEAM a partir da participação nesta pesquisa.

Todos os alunos foram unânimes em concordar que a aprendizagem foi facilitada com a abordagem STEAM e o uso da plataforma de prototipagem. Além do mais, uma característica importante reside no fato dessa plataforma agilizar a obtenção dos valores das grandezas físicas mensuradas, como temperatura do ar, luminosidade, precipitação, por exemplo, em comparação com obtenção manual. Uma das percepções mais preocupantes e digna de nota está presente na citação do participante A:

“Nós vamos enfrentar um problema muito sério nos próximos anos que é a falta de programadores, não haverá profissionais capacitados para atender as necessidade do mercado de trabalho. Além do mais, os problemas de estudo da Física vão se tornando cada vez mais complexos e um suporte para solucioná-los vem dos profissionais que entendem de Física e de programação ao mesmo tempo e associar às tecnologias atuais. Essa Oficina contribui para mostrar que

o ensino de Física precisa ser repensando e alinhado com as novas necessidade do século XXI”.

A fala do participante A nos lembra sobre a importância da alfabetização digital nos dias atuais. Especificamente falando em relação às linguagens de programação, pois aprender uma linguagem de programação é vital para facilitar o entendimento do que se apresenta com os recursos tecnológicos a nossa volta, pois esse conhecimento está presente em uma diversidade de tecnologias, do letreiro que aparece nos ônibus, até o programa necessário ao funcionamento de uma máquina de lavar roupas e precisamos lembrar que para a estação meteorológica digital portátil apresentada nesta pesquisa só pode funcionar com o auxílio do Sketch programado ao longo da oficina.

CONCLUSÃO

Nesta pesquisa discorremos sobre uma intervenção pedagógica que abordou conteúdos da Termodinâmica mediados pela Educação STEAM, através de uma oficina virtual, composta de 8 tarefas organizadas de modo sistemático e níveis de complexidade diferentes, tendo como fechamento a construção de uma Estação Meteorológica Digital Portátil controlada pelo Arduino.

A pesquisa que teve início em 2019, e foi aplicada aos alunos de licenciatura em Física do IFAM, tendo como finalidade resolver o seguinte problema: como a educação STEAM mediada pelo Arduino integrada à formação inicial dos professores de Física potencializa o processo de aprendizagem prática da Termodinâmica?

Encontramos em Felder e Brent, Stewart, Comenius, Thibaut, Anderson e Merrill, subsídios necessários para planejarmos e implementarmos nossa pesquisa e utilizamos a aprendizagem baseada em tarefas, visando alcançar os objetivos propostos para essa investigação.

Com a mudança de aplicação da oficina para a modalidade de ensino remoto nos moldes da resolução nº 544 do Conselho Nacional de Educação se fez necessário modificar o desenho da metodologia. Escolhemos o desenho

qualitativo exploratório e descritivo. Nessa perspectiva, os dados obtidos foram postos em categorias, analisados e posteriormente possibilitaram inferir sobre o aprendizado adquirido, além de ter um entendimento sobre a opinião dos participantes em relação à educação STEAM mediada pela utilização do Arduino.

Nas oficinas procuramos mostrar aos alunos os princípios da Educação STEAM e aprofundar os conceitos que envolvem especificamente a Termodinâmica: escalas termométricas, pluviosidade, higrômetro, tempo e calor, luminosidade, precipitação.

Ao longo dos trabalhos ficou evidente para nós a importância do docente estar atento às demandas e necessidades do século XXI. O aprendizado alcançado pelos participantes só foi possível devido à flexibilização na logística das aulas nos moldes do ensino remoto, apoiado pelas tecnologias digitais disponíveis.

Os resultados também nos proporcionaram um entendimento singular referente à importância em estimular a participação ativa dos alunos. Essa característica ficou evidente e defendemos ter atingido e fomentado um alto nível de protagonismo dos participantes. As subtarefas foram finalizadas dentro do prazo estabelecido pelo esforço deles e pela vontade de aprender e se adaptar às iniciativas educacionais inovadoras e proporcionadas pelo ensino remoto e diluídas nos ambientes virtuais.

Os participantes que apresentavam constantemente o resultado das tarefas realizadas, desenvolveram a habilidade de comunicação com o professor e seus colegas, discutindo sobre os seus pontos de vista, as atividades, dúvidas, sugestões ou até mesmo críticas em relação a cada subtarefa. Ao final de cada atividade eles eram convidados a dar um *feedback*, através de comentários, falando das dificuldades, dúvidas e depois enviavam fotos dos circuitos finalizados.

Depreendemos também a notória capacidade dos ambientes virtuais de promoverem a aprendizagem bastando para isso o uso de metodologias e preparo dos objetivos de aprendizagem coerentes com a implementação das

tecnologias digitais. Nesse sentido, apropriar-se dos fundamentos das tecnologias digitais e de comunicação proporciona ao docente decidir qual melhor estratégia pode ser aplicada para a sua realidade, respeitando as singularidades, de sua escola, dos seus alunos.

As práticas educacionais desempenhadas na oficina foram descritas, a partir da análise dos dados como promotora de habilidades essenciais para a resolução de problemas do mundo real. Nesse sentido, a Física incentivando essas habilidades estimula competências vitais aos futuros cidadãos críticos e conscientes do seu papel na sociedade.

De todo o esforço empregado no desenvolvimento desta dissertação somos otimistas o suficiente para acreditarmos que uma educação de qualidade, agradável e estimulante para o aluno principalmente no ensino de Física é possível apesar das adversidades. Porém, para que isso se torne uma realidade precisamos de uma variedade de fatores, e aqui destacaremos a formação inicial com abordagem de aprendizagem ativa e tecnologias digitais. O ensino da física nas escolas precisa ser direcionado neste sentido afim de tornar o aprendizado ativo e coerente com a realidade do século XXI.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS, D. O. DO E. DO. **Decreto N° 42061 DE 16/03/2020**. Disponível em: <[BAIÃO, E. R. **DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA O USO DO SCRATCH FOR ARDUINO NO ENSINO MÉDIO**. 2016. 101f. Dissertação \(Mestrado\). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. Campinas. 2016. Disponível em: <\[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/305320/1/Baiao_EmersonRodrigo_M.pdf\]\(http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/305320/1/Baiao_EmersonRodrigo_M.pdf\)>. Acesso em: 15 jul. 2019.](https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=391375#:~:text=Dispõe sobre a declaração de, e Combate ao COVID-19.>. Acesso em: 12 jul. 2020.</p>
</div>
<div data-bbox=)

BARROS, T. R. **PRÁTICAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA A DISTÂNCIA: DESENVOLVENDO UMA APLICAÇÃO COM ARDUINO PARA A REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO DE MILLIKAN REMOTAMENTE**. 2018. 90f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Alagoas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió. 2018. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/3408/1/Práticas experimentais de física a distância desenvolvendo uma aplicação com Arduíno para a realização do experimento de Millikan remotamente.pdf](http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/3408/1/Práticas%20experimentais%20de%20física%20a%20distância%20desenvolvendo%20uma%20aplicação%20com%20Arduíno%20para%20a%20realização%20do%20experimento%20de%20Millikan%20remotamente.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2020.

BRASIL. **BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 3 set. 2020.

BRASIL. **Diário oficial da União. PORTARIA N° 544, DE 16 DE JUNHO DE 2020** Brasil, 2020. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=17/06/2020&jornal=515&pagina=62>>. Acesso em: 2 set. 2020

CAMPEIZ, A. F. et al. **A escola na perspectiva de adolescentes da Geração Z**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322971404_A_escola_na_perspectiva_de_adolescentes_da_Geracao_Z>. Acesso em: 31 jul. 2020.

CASTRO, L. H. M. DE. **O USO DO ARDUINO E DO PROCESSING NO ENSINO DE FÍSICA**. 2016. 181f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Programa de PósGraduação em Ensino de Física. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <<http://www.unirio.br/mnpef/dissertacoes/o-uso-do-arduinoedo-processing-no-ensino-de-fisica/view>>. Acesso em: 5 jun. 2019.

CHANG, C. C.; CHEN, Y. **Using mastery learning theory to develop task-centered hands-on STEM learning of Arduino-based educational robotics: psychomotor performance and perception by a convergent parallel mixed method**. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10494820.2020.1741400?journalCode=nile20>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

COMENIUS, J. A. **Didactica Magna**. 1647, tradução Joaquim Ferreira Gomes. Copyright, 1ª ed. Recife: Editora Massangana, 2006.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DAVID MERRILL, M. **A task-centered instructional Strategy**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/271755915_A_Task-Centered_Instructional_Strategy>. Acesso em: 15 jul. 2020.

DUKISH, B. **Coding the Arduino**. 1ª ed. Canfield, Ohio, USA: Apress, 2018.

FELDER, R.M; BRENT,R. **Teaching and Learnin STEM Aprtical Guide**, Jossey-Bass, Copyright, 2016. Ebook.

FETZNER FILHO, G. **Experimentos de baixo custo para o ensino de Física em Nível Médio usando a placa Arduino-UNO**. 2015. 207f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Porto Alegre. 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/127987>>. Acesso em: 2 maio. 2021.

Garcia, R. A. G. (2015). **A didática magna: uma obra precursora da pedagogia moderna?** Revista HISTEDBR On-Line. <https://doi.org/10.20396/rho.v14i60.8640563>. Acesso em: 10 fev. 2021.

KUHN, T. S. **Estrutura revoluções Científicas**. 9ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Fundamentos da Pesquisa Ciêntífica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LARKIN, B. G.; BURTON, K. J. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais**. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0104-530X2010000200015&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 12 maio. 2020.

MACHADO, D. P.; CORDEIRO, G. DO R.; SANTOS, E. O. **Formação de professores em diferentes cenários**. 1. ed. Curitiba: Dialética e Realidade, 2020.

MARTINS, M. R. **O uso da plataforma microcontrolada arduino no ensino de eletrodinâmica**. 2016. 72f. Dissertação (Mestrado). Fundação Universidade Federal do Pampa. Programa de PósGraduação em Ensino de Ciências. Bagé. 2016. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNIP_b1186ff8f93a88e32b3d49997c410c58>. Acesso em: 4 jul. 2019. MOURÃO, O. **Arduino e ensino de física**. 1a ed. Ceará: Clube dos Autores, 2018a.

MOURÃO, O. **Arduino e ensino de física**. 1ª ed. Ceará: Clube dos Autores, 2018a.

MOURÃO, O. DE S. **Uso da Plataforma Arduino como uma Ferramenta Motivacional para a Aprendizagem de Física**. 2018. 221f. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará. Universidade Estadual Vale do Acaraú. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Sobral. 2018. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_oseias.pdf>. Acesso em: 11 set. 2019b

PEREIRA, J. A. **Um recurso didático para o ensino de energia baseado na plataforma arduino**. 2018. 148f. Dissertação (Mestrado). Universidade Tecnológica do Paraná. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Ponta Grossa. 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3717/1/PG_PPGECT_M_Pereira%2CJaninhaAparecida_2018.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2019a.

PEREIRA, T. Q. **Aplicação da metodologia de taxonomia de Bloom revisada no ensino de física a partir da análise de dados de estações meteorológicas**. 2018. 138f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação. Araranguá. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/194613>>. Acesso em: 2 out. 2020b. Ob.

ROBERTS, A. S. **Preferred instructional design strategies for preparation of pre-service teachers**

of integrated STEM education. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=ED556305>>. Acesso em: 8 out. 2019.

RODRIGUES, R. F. DE. **ARDUINO COMO UMA FERRAMENTA MEDIADORA NO ENSINO DE FÍSICA.** 2014. 90f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestrado Profissional em Ensino de Física. Porto Alegre. 2014. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/108542>>. Acesso em: 4 jul. 2019

RUBIM JUNIOR, J. R. **Microcontrolador Arduino no ensino de Física : Proposta e aplicação de uma situação de aprendizagem sobre o tema Luz e Cor.** 2014. 154f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas. São Carlos. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/7274>>. Acesso em: 4 jul.2019.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de Pesquisa.** 5ª ed. Porto Alegre: McGrawHill, 2013.

SANTOS, A. A. M.; AMORIM, H. S.; DEREZYNSKI, C. P. **Investigação do fenômeno ilha de calor urbana através da utilização da placa Arduino e de um sítio oficial de meteorologia.** Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172017000100605&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 11 jun. 2019.

SEGURA, E.; KALHIL, J. B. **A Metodologia Ativa Como Proposta Para O Ensino De Ciências.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318992980_A_METODOLOGIA_ATIVA_COMO_PROPOSTA_PARA_O_ENSINO_DE_Ciencias>. Acesso em: 18 set. 2019.

SILVEIRA, S. **DESENVOLVIMENTO DE UM KIT EXPERIMENTAL COM ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO.** 2016. 275f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Araraguá. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/167485/dissertacao.pdf?sequence=5>>. Acesso em: 11 set. 2019

SMITH, A. R. D. **Self-Efficacy of Early Childhood Teachers in Science, Technology, Engineering and Mathematics.** Disponível em: <https://digitalcommons.brandman.edu/edd_dissertations/223/>. Acesso em: 8 out. 2019.

SOUZA, M. R. DE C. E. **UM NOVO OLHAR NO ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA NA AMAZÔNIA.** 2011. 141f. Universidade do Estado do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências na Amazônia. Manaus. 2011. Disponível em: <<http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/34-8.PDF>>. Acesso em: 4 jul. 2019.

SOUZA, M. R. DE C. E. **CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DA FÍSICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL.** 2016. 143f. Universidade do Estado do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática. Manaus. 2016. Disponível em: <<http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/2603>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

SRIKOO, W.; FAIKHAMTA, C.; HANUSCIN, D. L. **Dimensions of Effective STEM Integrated Teaching Practice.** Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f70e/61c9196d3af8ae6990753d12ecbc4c0ea758.pdf?_ga=2.194362734.2132636689.1570570157-155469691.1570570157>. Acesso em: 8 out. 2019.

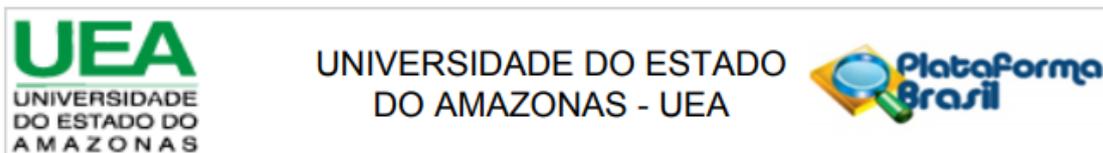
STEWART ET AL, **Converting STEM into STEAM Programs Methods and Examples from and for education**. Springer, 2019. Ebook.

THIBAUT, L. et al. **Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education**. Disponível em: <<https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>>. Acesso em: 8 out. 2019.

TORRES, J. D. et al. **Aquisição de dados meteorológicos através da plataforma Arduino: construção de baixo custo e análise de dados**. *Scientia Plena*, v. 11, n. 2, p. 021712-1- 021712-13, 2015.

WATSON, A. D.; WATSON, G. H. **Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education**. Disponível em: <www.asq.org/pub/jqp%0Ahttp://rube.asq.org/quality-participation/2013/10/bonus-article-transitioning-stem-to-steam-reformation-of-engineering-education.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

APÊNDICE A – Parecer do Comitê de Ética- 2020



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DA FÍSICA

Pesquisador: DANIEL GOMES DA SILVA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 27930719.6.0000.5016

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.016.670

Apresentação do Projeto:

Trata-se de protocolo de pesquisa, na terceira versão. Na segunda o pesquisador reapresentou o protocolo ainda com pendências nos riscos, assim como no TCLE e no termo de assentimento, conforme parecer número 3.978.699, emitido pelo CEP-UEA 17 de Abril de 2020.

Status do Comitê de Ética na Pesquisa:

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 08 de Maio de 2020

Assinado por:
DOMINGOS SÁVIO NUNES DE LIMA
 (Coordenador(a))

APRESENTAÇÃO DA OFICINA

O processo de ensino e aprendizagem da Física pode ser potencializado a partir de recursos tecnológicos e metodologias coerentes com as demandas e necessidade do Século XXI. A educação STEAM, acrônimo de *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics* é uma abordagem educacional alinhada a esse contexto atual, como verificamos a partir da implementação da Aprendizado Centrado em Tarefas ACT , cujo cerne consiste na definição clara de um problema do mundo real adaptado em tarefas que serão desenvolvidas pelos discentes. Agregando a presente proposta temos a Taxonomia de Bloom Revisada, instrumento instrucional que visa orientar e definir os objetivos da aprendizagem de forma consciente por parte do docente, sendo essa uma ferramenta de planejamento didático-pedagógico destinado a estruturar os objetivos de aprendizagem da presente oficina. Nossa proposta se justifica como forma de contrapor a lógica do ensino tradicional, além de conciliar problemas e temáticas do cotidiano com as peculiaridades dos discentes, denominados por especialista na área de educação por nativos digitais. Esta oficina de física se destina a montagem, programação e medição de grandeza físicas a partir de uma estação meteorológica digital portátil EMDP de baixo custo baseada na plataforma de prototipagem eletrônica *Arduino* que os alunos irão construir passo a passo ao longo das atividades. Esta oficina foi concebida para a modalidade presencial de ensino, mas foi adaptada para o ensino remoto, como prevê a portaria nº 544 do Conselho Nacional de Educação, devido a pandemia que acomete o mundo e mais especificamente a cidade de Manaus. Ao final das subtarefas o discente terá construído uma estação meteorológica digital de baixo custo baseada na plataforma de prototipagem eletrônica *Arduino* possibilitando fazer medições de luminosidade, temperatura e umidade do ar, nível de água, detecção de chuva, umidade do solo, velocidade do ar.

1 INTRODUÇÃO À INTRODUÇÃO A EDUCAÇÃO STEAM

Esta etapa apresenta formação básica sobre a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino dividida em três Subtarefas norteadas pelos objetivos de aprendizagem.

Objetivos da Etapa 1 de acordo com a Taxonomia de Bloom Revisada

Dimensão conhecimento	Dimensão processo cognitivo					
	conhecer	compreender	Aplicar	Analisar	Sintetizar	Criar
Efetivo/factual	Teste- etapa 1					
Conceitual	Subtarefa 1.1,1.2,1.3	Subtarefa 1.1,1.2,1.3				
Procedural			Subtarefa 1.1,1.2,1.3			
Metacognitivo						

Fonte: os autores, (2020)

1.1 SUBTAREFA 1:

ASSUNTO: Conhecendo a placa NANO e a IDE do *Arduino*

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 1:00h

NATUREZA DA ATIVIDADE: individual

LOCAL: Sala de aula virtual do google classroom

1.1.2 OBJETIVOS DA SUBTAREFA:

Ao final da subtarefa o aluno será capaz de:

- **Reconhecer** as principais funcionalidades do Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do Arduino;
- **Inferir** a montagem de um circuito eletrônico para piscar um Diodo Emissor de Luz (LED);
- **Executar** a programação de um *Sketch* da placa *Arduino Nano*.

1.1.3 LISTA DE MATERIAIS:

1 prntoboard;

1 LED verde 3mm;

1 resistor de 270Ω ±5% 1/8W;

1 placa *Arduino Nano*;

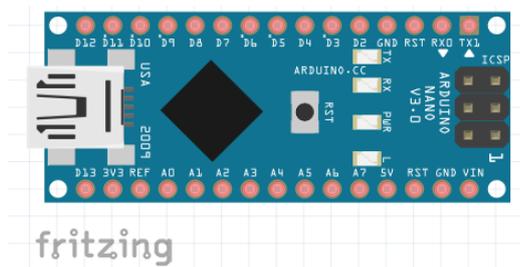
Jumpers macho-macho;

1.1.4 Conhecendo a placa Nano:

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS			
Microcontroller	ATmega328	EEPROM	1 KB
Architecture	AVR	DC Current per I/O Pins	40 mA (I/O Pins)
Operating Voltage	5V	Input Voltage	7-12 V
Flash Memory	32 KB of which 2 KB used by bootloader	Digital I/O Pins	22 (6 of which are PWM)
SRAM	2 KB	PWM Output	6
Clock Speed	16 MHz	Power Consumption	19 mA
Analog IN Pins	8	PCB Size	18 x 45 mm
		Weight	7 g

FONTE: Site do Arduino⁴

A PLACA DO ARDUINO Nano (ver anexo 1):



FONTE: os autores, (2020)

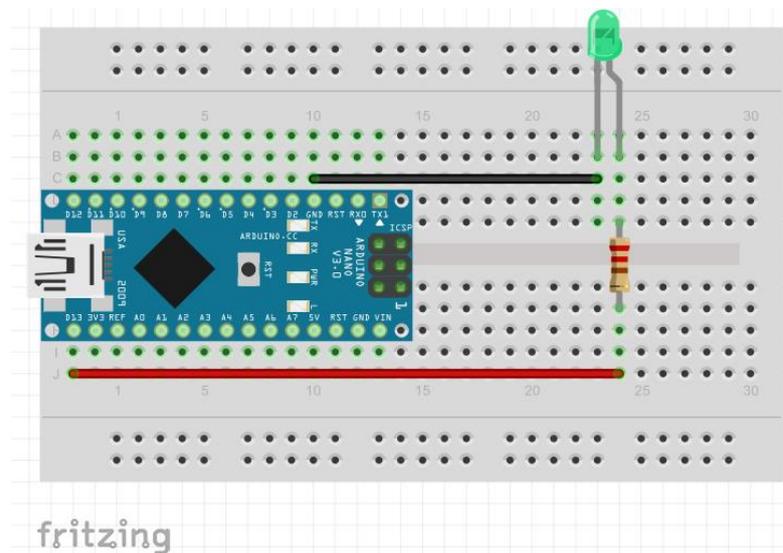
AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO (IDE)

FONTE: os autores, (2020)

⁴ Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>. Acesso 06/2020

1.1.5 MONTAGEM DO CIRCUITO:

Monte o circuito abaixo. Siga as instruções no Vídeo Tutorial VT1 disponível na Sala de Aula Virtual.



FONTE: os autores, (2020)

1.1.6 SKETCH:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual. Siga o Vídeo Tutorial 1 (VT1) .

```
void setup() {
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  delay(1000);
}
```

1.1.7 Exercício Aplicar/Procedural:

Execute a mudança dos valores do tempo em que o LED fica ligado e o tempo em que ele fica desligado e analise seu comportamento. Siga as orientações do Vídeo Tutorial 1 (VT1) disponível na Sala de Aula Virtual.

1.2 SUBTAREFA 2:

ASSUNTO: Entradas digitais e entradas analógicas do *Arduino*

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 1:00h


```

int estadoBotao = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(botao, INPUT);
}
void loop() {
  estadoBotao = digitalRead(botao);
  if (estadoBotao == 1) {
    digitalWrite(led, 1);
    Serial.println("1");
  }
  else {
    digitalWrite(led, 0);
    Serial.println("0");
  }
}

```

1.2.5 Exercício Aplicar/Procedural:

Ao entrar na ferramenta Plotter da IDE, **execute** o seguinte: pressione diversas vezes o *pushbutton* e faça um *print* ou tire uma foto da tela para comparar com o comportamento do LDR da próxima atividade. Siga as orientações do vídeo tutorial VT2.

1.2.6 ESPECIFICAÇÕES GERAIS DO LDR:

Features

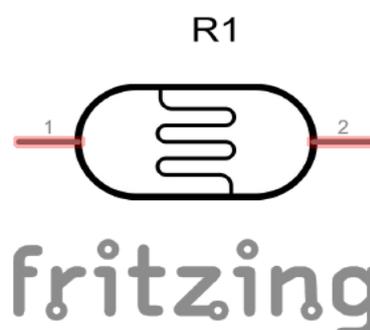
- Quick Response
- Reliable Performance
- Epoxy or hermetical package
- Good Characteristic of Spectrum

Applications

- Photoswitch
- Photoelectric Control
- Auto Flash for Camera
- Electronic Toys, Industrial Control

FONTE: <http://yourduino.com/docs/Photoresistor-5516-datasheet.pdf> .Acesso: 01/2020

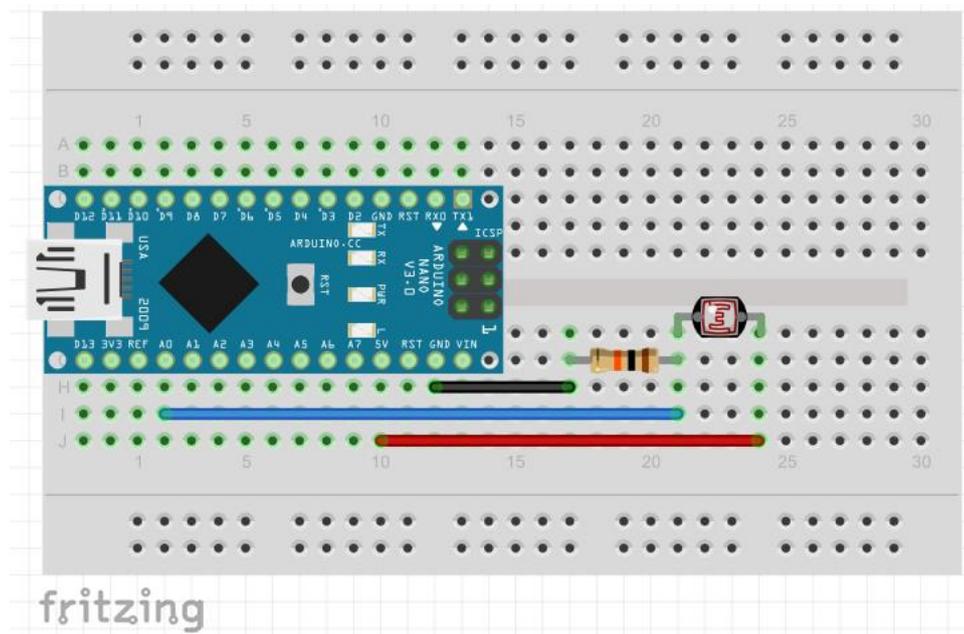
Imagem do LDR e símbolo respectivamente.



FONTE: os autores, (2020).

1.2.7 CIRCUITO COM LDR:

Monte o circuito abaixo. Siga as instruções no Vídeo Tutorial3 (VT3) disponível na Sala de Aula Virtual.



FONTE: os autores, (2020)

1.2.7 SKETCH:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível no Vídeo Tutorial 3 (VT3) disponível na Sala de Aula Virtual.

```
int pinoLDR = (A0);
int valorLDR = 0;
void setup() {
  Serial.begin (9600);
}
void loop() {
  valorLDR = analogRead(pinoLDR);
  int sensorValue = analogRead(A0);
  Serial.println(sensorValue);
  delay(500);
}
```

1.2.8 Exercício Aplicar/Procedural:

Ao entrar na ferramenta Plotter da IDE, **execute** a variação a luminosidade sobre o LDR e faça um *print* ou tire uma foto da tela para comparar com o comportamento do *pushbutton* da subtarefa anterior. Siga as orientações do vídeo tutorial VT3.

1.3 SUBTAREFA 3:

ASSUNTO: FUNÇÃO MAP COM POTENCIÔMETRO

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 1:00h

NATUREZA DA ATIVIDADE: individual

LOCAL: em casa

1.3.1 OBJETIVOS DA SUBTAREFA:

Ao final da atividade o aluno será capaz de:

- **Reconhecer** uma aplicação com a função MAP;
- **Inferir** a montagem de circuitos eletrônicos com potenciômetro;
- **Executar** a logica de variar a luminosidade de um LED através de potenciômetro.

1.3.2 LISTA DE MATERIAL:

- 1- *prontoboard*;
- 1- LED;
- 1- potenciômetro 10k Ω ;
- 1- placa *Arduino Nano*;
- 1- computador instalado a IDE do *Arduino*;
- Jumpers macho-macho.

1.3.3 O potenciômetro:

O potenciômetro é um resistor cuja resistência varia. Esse termo é utilizado se refere a qualquer resistor de resistência variável (ALBUQUERQUE, 1995).

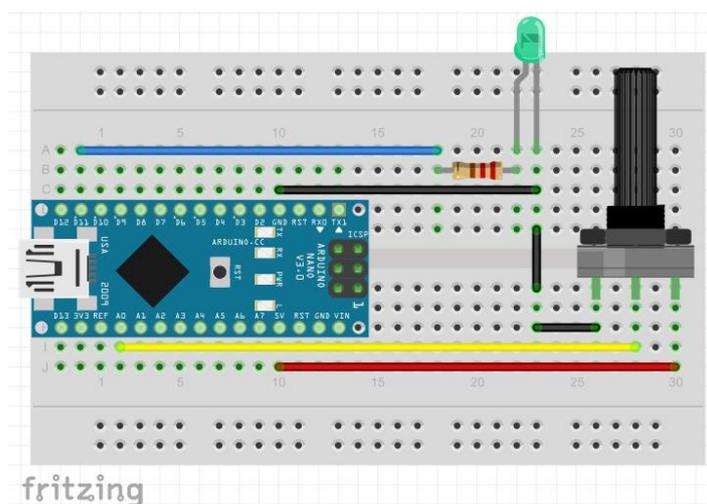
Desenho, imagem e símbolo de um potenciômetro de 10k Ω



FONTE: os autores, (2020)

1.3.4 CIRCUITO PARA APLICAÇÃO DA FUNÇÃO MAP:

Monte o circuito abaixo. Siga as orientações do Vídeo Tutorial 4 (VT4) disponível na Sala de Aula Virtual.



FONTE: os autores, (2020)

1.3.5 SKETCH:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual. Siga as orientações do Vídeo Tutorial 4 (VT4) .

```
int LED = 11;
int potenciometro = A0;

void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode (potenciometro,INPUT);
}
void loop ()
{
  LED = analogRead(potenciometro);
  LED = map (LED,0,1023,0,255);
  analogWrite (11, LED);
  delay (10);
}
```

1.3.6 Exercício Aplicar/Procedural:

Ao **executar** o Sketch, acompanhe o comportamento do LED no Plotter da IDE a partir da variação da variação do potenciômetro. Siga as orientações do Vídeo Tutorial 4 (VT4).

2 ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DIGITAL PORTÁTIL - EMDP

Esta etapa tem por finalidade a montagem da estação meteorológica digital portátil - EMDP composta por sete Subtarefas, sendo duas sugeridas e cinco implementadas nesta oficina. As Subtarefas foram concebidas a partir dos objetivos de aprendizagem como preconiza a Taxonomia de Bloom Revisada.

Objetivos da Etapa 2 de acordo com a Taxonomia de Bloom Revisada

Dimensão conhecimento	Dimensão processo cognitivo					
	Conhecer	Compreender	Aplicar	Analisar	Sintetizar	Criar
Efetivo/factual	Teste- etapa 2 Questões 1 a 4					
Conceitual	Subtarefa 2.1,2.2,2.3, 2.4,			Subtarefa 2.1 Exercício 2.1	Subtarefa 2.2 Exercício 2.2	
Procedural		Subtarefa 2.1,2.2,2.3, 2.4,	Subtarefa 2.1,2.2,2.3, 2.4,			Subtarefa 2.7
Metacognitivo						Teste etapa 2 Questão 5

FONTE: os autores, (2020)

2.1 SUBTAREFA 1:

ASSUNTO: Medição de temperatura e umidade do ar com sensor DHT22.

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 2:30h

NATUREZA DA ATIVIDADE: individual

LOCAL: em casa

2.1.1 OBJETIVOS DA SUBTAREFA:

Ao final da atividade o aluno será capaz de:

- **Compreender** os fundamentos relacionados a bibliotecas do I2C para LCD e o sensor DHT22;
- **Inferir** os conceitos de conversão de escalas termométricas na construção de *Sketchs*;
- **Executar** o sketch do Display LCD sensor DHT22;

2.1.2 LISTA DE MATERIAIS:

- 1 *Prontoboard*;
- 1 Resistor de 10kΩ ±5% 1/4W;
- 1 Placa *Arduino Nano*;
- Jumpers macho-macho;
- 4 Jumpers macho-fêmea;
- 1 Computador instalado a IDE do *Arduino*;
- 1 LCD 16x2 com módulo I2C;

1 DHT22.

2.1.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO SENSOR DHT22:

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	Digital signal via single-bus
Sensing elemento	Polymer capacitor
Operating range	Humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	Humidity $\pm 2\%$ RH(Max $\pm 5\%$ RH); temperature ± 0.5 Celsius
Resolution or sensitivity	Humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	Humidity $\pm 1\%$ RH; temperature ± 0.2 Celsius
Humidity hysteresis	$\pm 0.3\%$ RH
Long-term Stability	$\pm 0.5\%$ RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	Fully interchangeable
Dimensions	Small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

FONTES: *Datasheet da Sparkfun*⁵.

Imagem do DHT22 e símbolo respectivamente.



FONTES: os autores. (2020)

2.1.4 AS ESCALAS TERMOMÉTRICAS:

Um dos ramos da física é a termodinâmica, área muito importante para o entendimento de uma infinidade de fenômenos físicos envolvendo calor, trabalho e energia. Um dos conceitos fundamentais da termodinâmica é a temperatura. Há diversas escalas de temperatura e sua conversão é de fundamental importância (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012).

	Celsius	Fahrenheit	Kelvin
Ebulição da água	100°C	212°F	373 K
B	X°C	Y°F	Z K
Fusão do gelo	0°C	32°F	273 K

A vertical red bracket labeled 'A' spans from 0°C to 100°C. A horizontal dashed blue line is drawn between the 0°C/32°F and X°C/Y°F rows. A vertical yellow bracket labeled 'B' spans from the 0°C/32°F row to the X°C/Y°F row.

⁵ Disponível em: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>. Acesso: 04/2020

FONTE: os autores, (2020).

2.1.5 CONVERSÃO ENTRE AS ESCALAS TERMOMÉTRICAS:

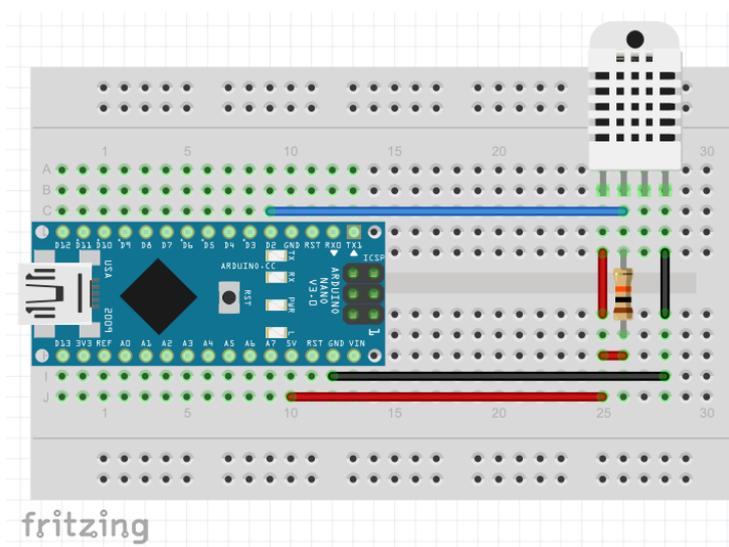
$$\frac{A}{B} = \frac{X - 0}{100 - 0} = \frac{Y - 32}{212 - 32} = \frac{Z - 273}{373 - 273}$$

Logo:

$$\frac{X}{5} = \frac{Y - 32}{9} = \frac{Z - 273}{5}$$

2.1.6 CIRCUITO PARA MEDIÇÃO DE TEMPERATURA E UMIDADE DO AR:

Monte o circuito abaixo. Siga as orientações do Vídeo Tutorial 5 (VT5) disponível na Sala de Aula Virtual.



FONTE: os autores, (2020)

2.1.7 SKETCH PARA O CIRCUITO:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual. Siga o Vídeo Tutorial 5 (VT5) .

```
#include "DHT.h" //Adiciona a biblioteca do sensor DHT11 e DHT22
#define DHT_DATA_PIN 2 // Define do pino a ser utilizado no Arduino para o sensor 2
#define DHTTYPE DHT22 // Define o modelo do sensor a ser utilizado: DHT11 ou DHT22
DHT dht(DHT_DATA_PIN, DHTTYPE);
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Configuração da Serial
  dht.begin(); // Inicializa o sensor
}
void loop() {
  delay(2000); // Espera 2 segundos para fazer um nova leitura
  float umidade = dht.readHumidity(); // Realiza a leitura da umidade
  float temperatura = dht.readTemperature(); // Realiza a leitura da temperatura
  if (isnan(umidade) || isnan(temperatura)) // Se não for um numero retorna erro de leitura
  {
    Serial.println("Erro ao ler o sensor!");
    return;
  }
}
```

```

}
else {
  Serial.print("Umidade....: " + String(umidade));
  Serial.println("%");
  Serial.print("Temperatura: " + String(temperatura));
  Serial.println("°C");
}
}
}

```

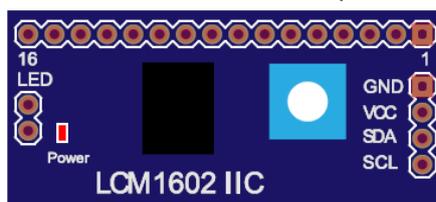
2.1.8 Exercício Aplicar/Procedural:

Ao **executar** o *Sketch*, observe o comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar no local onde você está. Veja esses valores no Plotter da IDE. Siga o Vídeo Tutorial 5 (VT5).

2.1.9 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO MÓDULO I2C:

Este LCD2004 é uma excelente interface I2C para displays LCD 2x16 e 4x20. Com os recursos limitados de pino, seu projeto pode ficar sem recursos usando a pinagem normal do LCD. Com este módulo LCD da interface I2C, você precisa de 2 linhas (I2C) para exibir as informações. Se você já possui dispositivos I2C em seu projeto, esse módulo de LCD não custa mais recursos. Fantástico para projetos baseado em *Arduino*(MANTECH ELECTRONICS, 2017).

Vista de cima do Módulo I2C para LCD .



fritzing

FONTE: os autores, (2020)

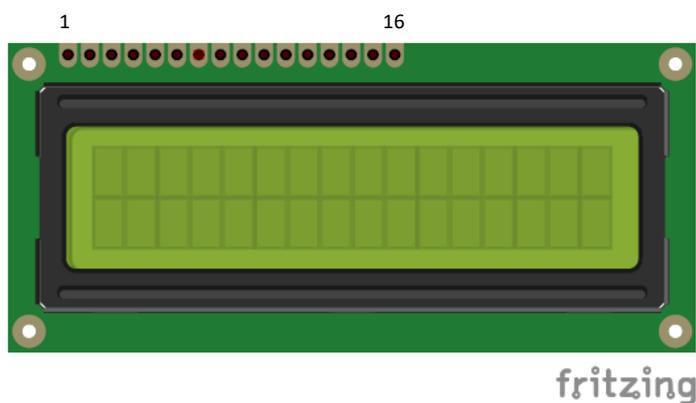
Pinagem do LCD 16X2.

No.	Symbol	Level	Function
1	Vss	0V	GND
2	Vdd	+5V	Power Supply
3	V0	--	for LCD
4	RS	H/L	Register Select: H:Data Input L:Instruction Input
5	R/W	H/L	H--Read L--Write
6	E	H,H-L	Enable Signal
7	DB0	H/L	Data bus used in 8 bit transfer
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	Data bus for both 4 and 8 bit transfer
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	BLA	--	BLACKLIGHT +5V
16	BLK	--	BLACKLIGHT 0V-

FONTE: *Openhaker*.⁶

⁶ Disponível em: <https://www.openhacks.com/uploadsproductos/eone-1602a1.pdf>. Acesso 01/2020.

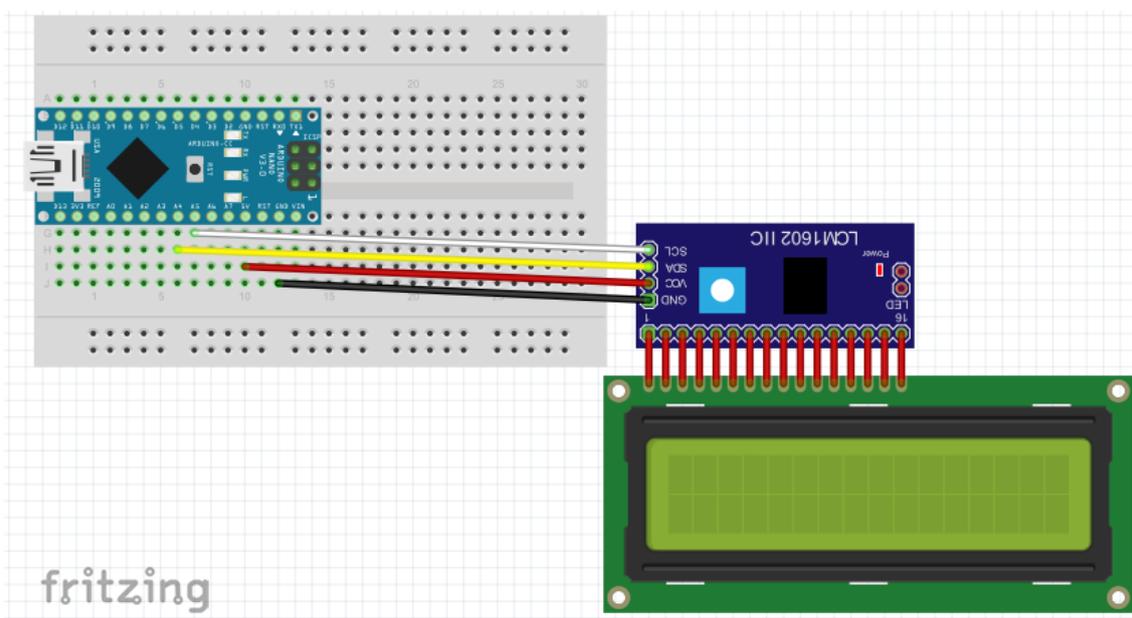
Vista de cima do LCD 16X2.



Fonte: os autores, (2020)

2.1.10 CIRCUITO DO LCD 16X2 COM MÓDULO I2C:

Monte o circuito abaixo. Siga as orientações do Vídeo Tutorial 6 (VT6) disponível na Sala de Aula Virtual.



FONTE: os autores, (2020)

2.1.11 SKETCH :

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual. Siga o Vídeo Tutorial 6 (VT6) .

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  lcd.init();           // initialize the lcd
```

```
  //lcd.init();
```

```
// Print a message to the LCD.  
  
}  
  
void loop()  
{  
  lcd.backlight();  
  delay(2000);  
  lcd.noBacklight();  
  delay(1000);  
  lcd.backlight();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print(" Na AIECAM tem ");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("  STEAM ");  
}
```

2.1.12 Exercício Aplicar/Procedural:

Após carregar o circuito com o *Sketch* acima, **execute** a mudança dos caracteres “printados” na tela pelo seu nome ou alguma frase curta que você achar interessante . Siga as orientações do Vídeo Tutorial 6 (VT6).

2.1.13 A Física das unidades de medida:

Estamos rodeados pelas unidades de medidas, seja no supermercado em produtos que indicam a quantidade de massa em quilogramas, o volume em litros. Indicar corretamente essas unidades é fundamental para o entendimento do valor padronizado da grandeza física. Infelizmente no dia a dia vemos diversos estabelecimentos comerciais que não tem o mesmo cuidado.

Foto 01: Grandeza física (tempo) apresentando erro na unidade



FONTE: os autores, (2020)

Foto 02: Grandeza física (diâmetro) apresentando ausência da unidade de medida.



FONTE: os autores, (2020).

Vimos que as unidades de medida da temperatura mais utilizadas é o Celsius e Fahrenheit.

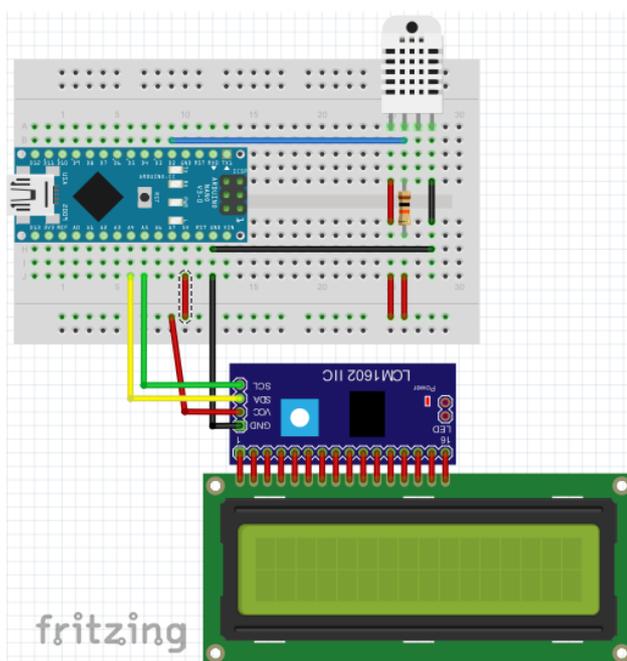
Exemplo 1: 18°C

Exemplo 2: 56 °F

Esquecer o caracter (°) que acompanha a unidade Fahrenheit implica errar quanto a unidade medida da temperatura, pois 100 F, por exemplo significa dizer que o valor corresponde a 100 Farad cuja unidade referida é da capacitância e não da temperatura.

2.1.13 CIRCUITO PARA LCD 16X2 COM MÓDULO I2C E DHT22:

Monte o circuito abaixo. Siga as instruções no Vídeo Tutorial 7 (VT7) disponível na Sala de Aula Virtual.



FONTE: os autores, (2020)

2.1.14 SKETCH com caracter especial de grau:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual. Siga o Vídeo Tutorial 7 (VT7) .

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "DHT.h" //Adiciona a biblioteca do sensor DHT11 e DHT22
#define DHT_DATA_PIN 2 // Define do pino a ser utilizado no Arduino para o sensor 2
#define DHTTYPE DHT22 // Define o modelo do sensor a ser utilizado: DHT11 ou DHT22

DHT dht(DHT_DATA_PIN, DHTTYPE);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2);
byte a[8]= {B00110,B01001,B00110,B00000,B00000,B00000,B00000,B00000,};

void setup()
{
  lcd.init();
  dht.begin();
}
void loop()
{
  lcd.backlight();
  float umidade = dht.readHumidity(); // Realiza a leitura da umidade
  float temperatura = dht.readTemperature(); // Realiza a leitura da temperatura

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Umid: "+String(umidade));
  lcd.setCursor(12,0);
  lcd.print("%");
  lcd.createChar(1,a);
  lcd.setCursor(11,1);
  lcd.write(1);
  lcd.setCursor(12,1);
  lcd.print("C ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Temp: "+String(temperatura));
}
```

2.1.15 Exercício Aplicar/Procedural:

Após carregar o circuito com o *Sketch* acima, **execute** a mudança da temperatura do ambiente onde você está e observe a variação de temperatura no display LCD. Siga as orientações do Vídeo Tutorial 7 (VT7).

2.2 SUBTAREFA 2:

ASSUNTO: SENSOR DS18B20

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 1:00h

NATUREZA DA ATIVIDADE: individual

LOCAL: em casa

2.2.1 OBJETIVOS DA SUBTAREFA:

Ao final da atividade o aluno será capaz de:

- **Reconhecer** a montagem de um circuito com o sensor DS18B20;
- **Inferir** sobre as aplicações deste circuito e sensor para mediação de temperatura em ambientes molhados ou úmidos;
- **Executar** medição da temperatura de um líquido na temperatura ambiente, após aquecida e após congelamento.

2.2.2 LISTA DE MATERIAIS:

1 *Prontoboard*;
 1 Resistor de 10kΩ ±5% 1/4W;
 1 Placa *Arduino Nano*;
 Jumpers macho-macho;
 1 Computador instalado a IDE do *Arduino*;
 1 Sensor DS18B20.

2.2.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO MÓDULO SENSOR DS18B20:

Descrição:

A sonda adota o novo chip sensor de temperatura DS18B20 importado original. Cada pino do chip é separado por um tubo termoretrátil para evitar curtos-circuitos, vedação interna, à prova d'água e à prova de umidade. O pacote de tubos de aço inoxidável de alta qualidade é à prova d'água, à prova de umidade e ferrugem. O sensor de temperatura digital DS18B20 da Dallas Semiconductor dos Estados Unidos é encapsulado com um selante altamente condutor térmico para garantir alta sensibilidade do sensor de temperatura e atraso mínimo de temperatura. O sensor de temperatura suporta uma interface "barramento de um fio" (1 fio) com uma faixa de temperatura de -55 ° C a + 125 ° C e uma precisão de ± 0,5 ° C na faixa de -10 a + 85 ° C . A temperatura no local é transmitida diretamente na maneira digital do "barramento de uma linha", o que melhora bastante a antiparasitária do sistema. Adequado para medição de temperatura no local em ambientes agressivos. O sensor de temperatura digital DS18B20 possui um número único e o dispositivo de aquisição de temperatura identifica o sensor de temperatura correspondente por número.

Características técnicas:

Power supply range: 3.0V to 5.5V
 Operating temperature range: -55 ° C to + 125 ° C (-67 ° F to + 257 ° F)
 Storage temperature range: -55°C to + 125°C (-67F to + 257F)
 Accuracy in the range of -10 ° C to + 85 ° C: ± 0.5 ° C
 Waterproof stainless steel sheath
 Sheath size: 6 * 50mm or custom

Aplicações:

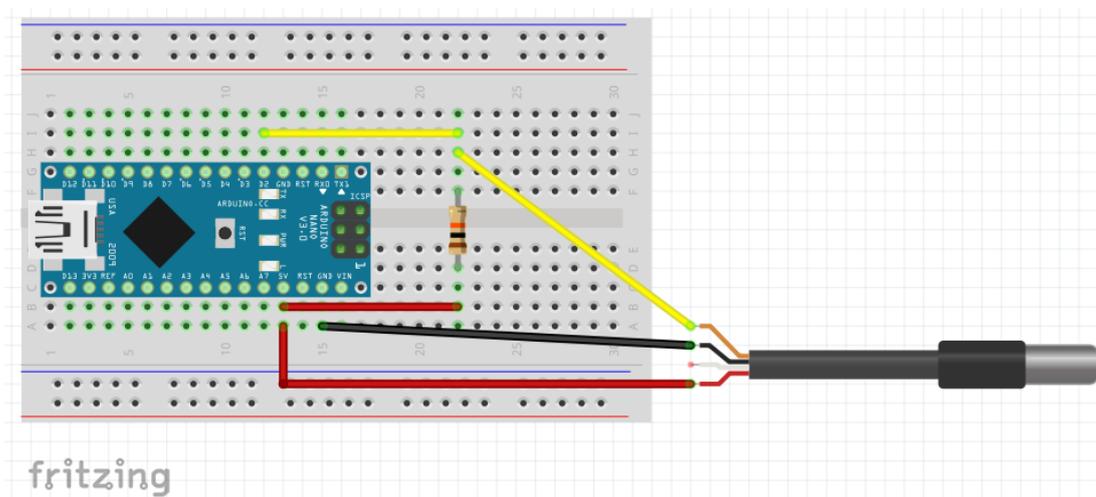
O sensor de temperatura DS18B20 é usado principalmente no monitoramento de temperatura do refrigerador, sistema de monitoramento de fábrica farmacêutica GMP, monitoramento de sala de telecomunicações, produção de cerveja, automação de edifícios, monitoramento de temperatura do armazém, monitoramento ambiental, monitoramento de temperatura de processo, monitoramento de ar condicionado, monitoramento de ar condicionado, monitoramento de

temperatura de incubação, medição de temperatura de aquicultura. monitoramento de temperatura em estufa.

FONTE: Site Gaimc.⁷

2.2.4 CIRCUITO PARA O SENSOR DS18B20

Monte o circuito abaixo. Siga as orientações do Vídeo Tutorial 8 (VT8) disponível na Sala de Aula Virtual.



FONTE: os autores, (2020).

2.2.5 SKETCH:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual. Siga o Vídeo Tutorial 8 (VT8) .

```
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>

#define EMPTemp 2

OneWire ourWire(EMPTemp);
DallasTemperature sensors(&ourWire);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin();
  delay(1000);
}

void loop()
{
  sensors.requestTemperatures();
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
  Serial.println("*C");
  delay(250);
}
```

⁷ Disponível em: <https://www.gaimc.com/Uploads/Download/Temperature/GTS200.pdf>. Acesso: 01/2020

2.2.6 Exercício Aplicar/Procedural:

Após carregar o circuito com o *Sketch* acima, **executar** a medição da temperatura da água ou outro líquido em temperatura ambiente. Depois aqueça no microondas por 30 segundo e repita o procedimento. Siga as orientações no Vídeo Tutorial 8 (VT8).

2.3 SUBTAREFA 3:

ASSUNTO: HIGRÔMETRO

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 1:00h

NATUREZA DA ATIVIDADE: individual

LOCAL: em casa

2.3.1 OBJETIVOS DA SUBTAREFA:

Ao final da atividade o aluno será capaz de:

- **Reconhecer** um circuito para medição da umidade do solo com o sensor YL-69;
- **Inferir** sobre o funcionamento do higrômetro (YL-69).
- **Executar** uma aplicação prática deste circuito no monitoramento de da umidade do solo.

2.3.2 LISTA DE MATERIAIS:

- 1 *Prontoboard*;
- 1 Placa *Arduino Uno*;
- Jumpers macho-macho;
- 1 Computador instalado a IDE do *Arduino*;
- 1 Sensor YL-69.

2.3.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO MÓDULO SENSOR YL-69:

Este sensor tem a capacidade de medir a umidade do solo. Aplicando uma tensão específica entre os terminais do módulo YL-69, você pode corrigir um erro que depende basicamente da resistência que se gera no solo e depende muito da umidade. Por isso, tanto aumente o valor do crédito, quanto o valor da transação⁸.

CARACTERÍSTICAS:

2 estados binários de saída;

Sensibilidade ajustável.

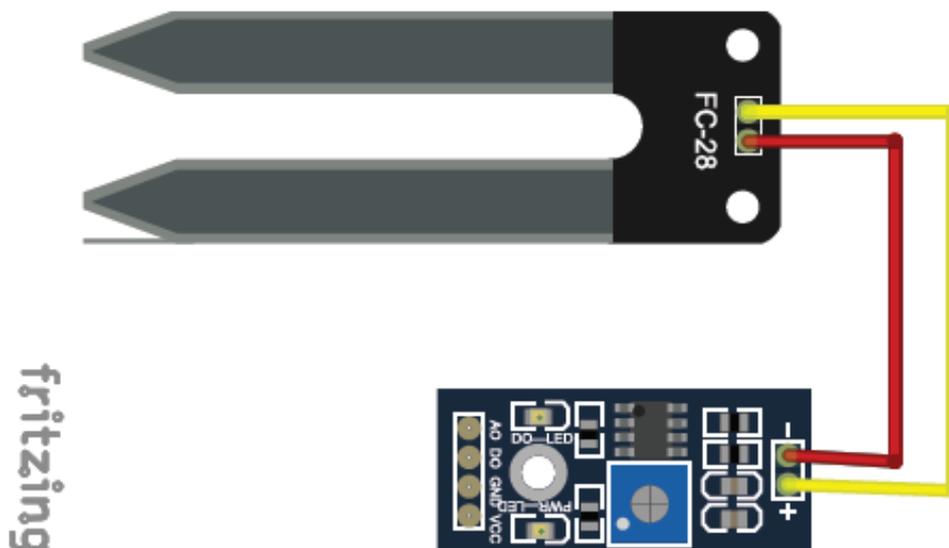
ESPECIFICAÇÕES:

Tensão de operação: 3.3 to 5V

⁸ Disponível em: <https://idoc.pub/download/modulo-yl69-y-yl38-d49o0jpgxo49>. Acesso: 02/2020

Conexão de hardware: O sensor possui um conector macho de 3 pinos. Os pinos são os seguintes VCC (3.3V-5V externo) GND (GND externo) e interface de saída digital da placa DO (0 e 1)⁹. A explicação do pino para cada pino é mostrada abaixo.

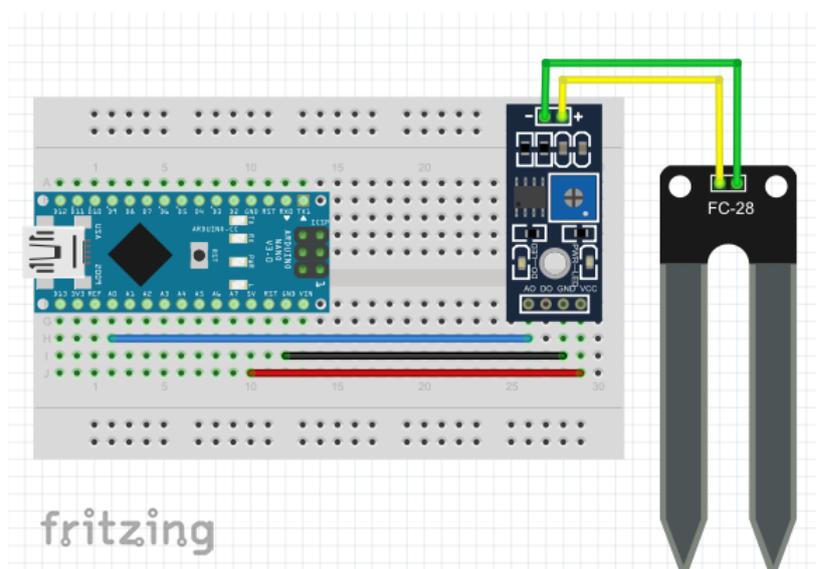
2.3.4 IMAGEM DO YL-69:



FONTE: os autores, (2020).

2.3.5 CIRCUITO COM SENSOR YL-69 :

Monte o circuito abaixo.



FONTE: os autores, (2020).

2.3.6 SKETCH:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual.

⁹ Disponível em: <https://nexiot.com/wp-content/uploads/2017/08/manual.pdf>. Acesso: 02/2020

```

int PinoDetector = A0;
int limiar = 600;

void setup()
{
  pinMode(PinoDetector, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  int ValorMedido = analogRead(PinoDetector);
  Serial.print(ValorMedido);
  if(ValorMedido < limiar)
  {
    Serial.println(" - Não Necessita Regar ");
  }
  Else
  {
    Serial.println(" - Está na Hora de Regar ");
  }
  delay(500);
}

```

2.3.7 Exercício Aplicar/Procedural:

Após carregar o circuito com o *Sketch* acima, pegue um copo com areia e um pouco molhado e insira a ponta de prova do higrômetro. **Executar** a medição da umidade do solo a partir dos valores registrados no monitor serial.

2.4 SUBTAREFA 4:

ASSUNTO: DETECTOR DE CHUVA

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 1:00h

NATUREZA DA ATIVIDADE: individual

LOCAL: em casa.

2.4.1 OBJETIVOS DA SUBTAREFA:

Ao final da atividade o aluno será capaz de:

- **Reconhecer** um circuito com o sensor YL83 para detecção de chuva;
- **Inferir** sobre o funcionamento do higrômetro (YL-83).
- **Executar** um procedimento para simular a intensidade da chuva.

2.4.2 LISTA DE MATERIAIS:

1 *Prontoboard*;
 1 Placa *Arduino Uno*;
 Jumpers macho-macho;

Jumpers macho-fêmea;
 1 Computador instalado a IDE do *Arduino*;
 1 Módulo YL-83
 2 Resistores 270Ω ±5% 1/8W
 1 LED VERDE 3mm;
 1 LED AMARELO 5mm.

2.4.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO MÓDULO DETECTOR DE CHUVA (YL-83):

Chuva e neve são detectadas com rapidez e precisão com o detector de chuva YL-83. O YL-83 opera através da detecção de gotículas em vez do limite do nível do sinal.

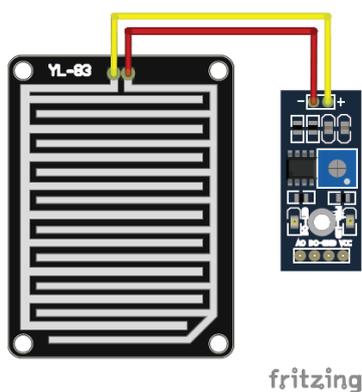
O YL-83 também possui um sinal de chuva analógico para estimar a intensidade da chuva. Como esse sinal é proporcional à porcentagem de área úmida ou úmida na placa do sensor, a intensidade da chuva afeta diretamente a amplitude e a variação desse sinal analógico.

Especificações técnicas do sensor YL-83.

SENSITIVITY OF RAIN DETECTION	TEMPERATURE RANGE
Minimum wet area 0.05 cm ² OFF-delay (active) < 5 min	Operating: -15...+55 °C (+5...+131 °F) Storage: -40...+65 °C (-40...+149 °F)
PHYSICAL	ELECTRICAL
Sensing area: 7.2 cm ² Angle: 30° Housing material: Polypropylene Windshield and support bracket: Aluminum Moisture shield: Polyurethane With wind shield : 110 × 80 × 175 mm Without wind shield: 90 × 46 × 157 mm Weight: 500 g	Supply voltage: 12 VDC ± 10 % Supply current Typical less than: 150 mA Maximum: 260 mA Heater OFF Sensor plate: 25 mA Heating power: 0.5...2.3W

FONTE: Site Urolakostapk¹⁰.

2.4.4 IMAGEM DO SENSOR YL-83:

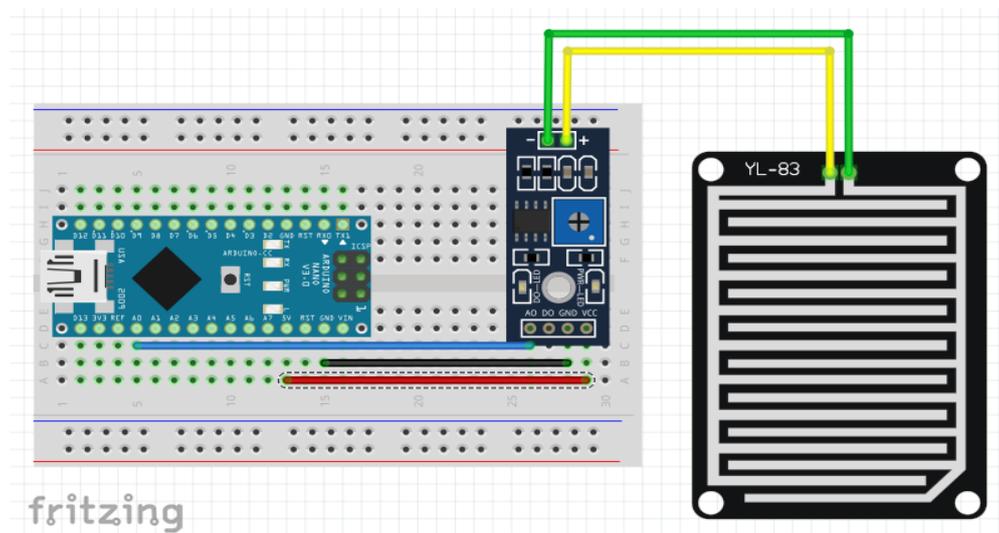


FONTE: os autores, (2020).

2.4.5 CIRCUITO DETECTOR DE CHUVA COM SENSOR YL-83:

¹⁰ Disponível em: https://urolakostapk.files.wordpress.com/2016/10/yl-83-rain-detector-datasheet_low.pdf
 . Acesso: 01/2020

Monte o circuito conforme o *LAY OUT* abaixo.



FONTE: os autores, (2020).

2.4.7 SKETCH:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual.

```
int PinoDetector = A0;
int LedVerde = 10;
int LedAmarelo = 11;
int limiar = 700;
```

```
void setup(){
  pinMode(PinoDetector, INPUT);
  pinMode (LedVerde,OUTPUT);
  pinMode (LedAmarelo,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int ValorMedido = analogRead(PinoDetector);
  Serial.print(ValorMedido);
  if(ValorMedido < limiar){
    Serial.println(" - CHUVA FORTE! ");
    digitalWrite(LedAmarelo, HIGH);
    digitalWrite(LedVerde,LOW);
  }
  else {
    Serial.println(" - CHUVA FRACA! ");
    digitalWrite(LedAmarelo, LOW);
    digitalWrite(LedVerde,HIGH);
  }
  delay(500);
}
```

2.4.8 Exercício Aplicar/Procedural:

Após carregar o circuito com o *Sketch* acima, **executar** o seguinte procedimento: pegue um algodão úmido e passe por cima da placa detectora do sensor YL83, verifique a variação dos valores medidos no monitor serial.

2.5 SUBTAREFA :

ASSUNTO: MONTAGEM DA EMDP

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 50 min

NATUREZA DA ATIVIDADE: individual

LOCAL: em casa

2.5.1 OBJETIVOS DA SUBTAREFA:

Ao final da atividade o aluno será capaz de:

- **Desenvolver** diversas medições com uma estação meteorológica digital.

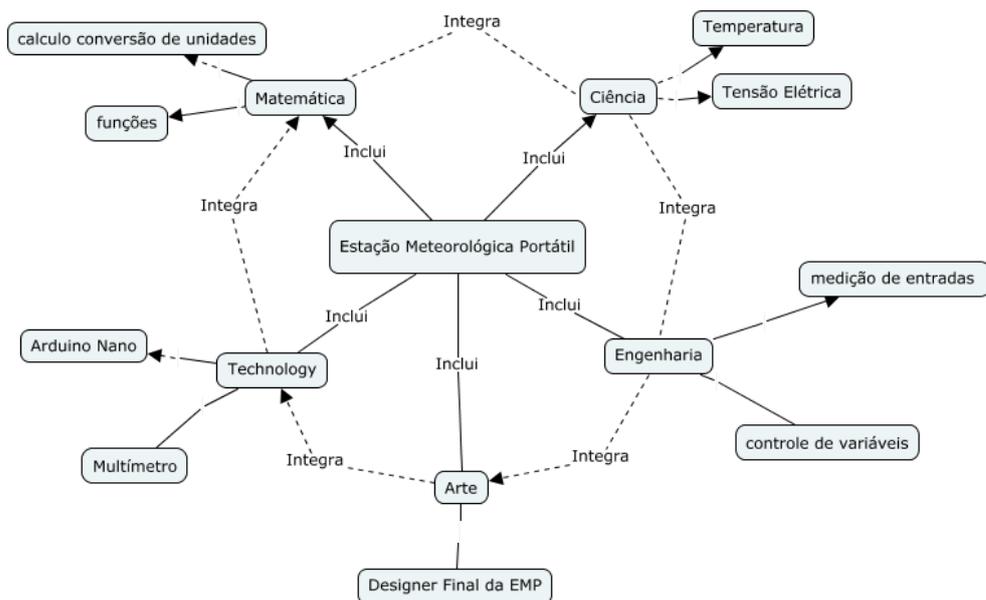
2.7.2 LISTA DE MATERIAIS:

1 Placa de Circuito Impresso da EMP;	1 Placa <i>Arduino Nano</i> ;
1 Computador instalado a IDE do <i>Arduino</i> ;	1 LDR;
1 DHT 22;	1 DS18B20;
1 Reed Switch; (SUGESTÃO)	3 <i>push button</i> ;
1 LCD com módulo I2C;	1 Módulo FD-10; (SUGESTÃO)
1 Módulo YL-83;	1 Módulo YL-69;
1 Módulo μ SDCARD; (SUGESTÃO)	1 μ SDCARD; (SUGESTÃO)
2 Resistores $10k\Omega \pm 5\%$ 1/4W;	1 Resistor $4,7k\Omega \pm 5\%$ 1/4W.
1 Bateria 9V	

FONTE: os autores, (2020).

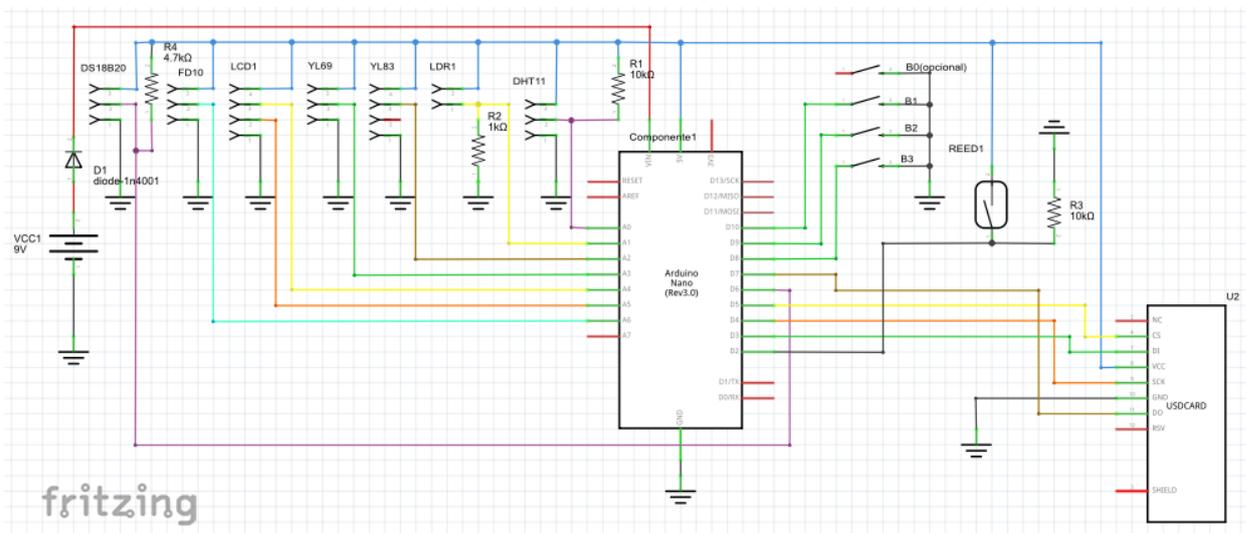
2.7.3 MAPA DA EMDP:

O material que compõem a estação meteorológica digital portátil, envolvem a integração de diversas áreas do conhecimento, principalmente: ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática. Elas integram um aprendizado baseado no STEAM (CHANG;CHEN,2020).



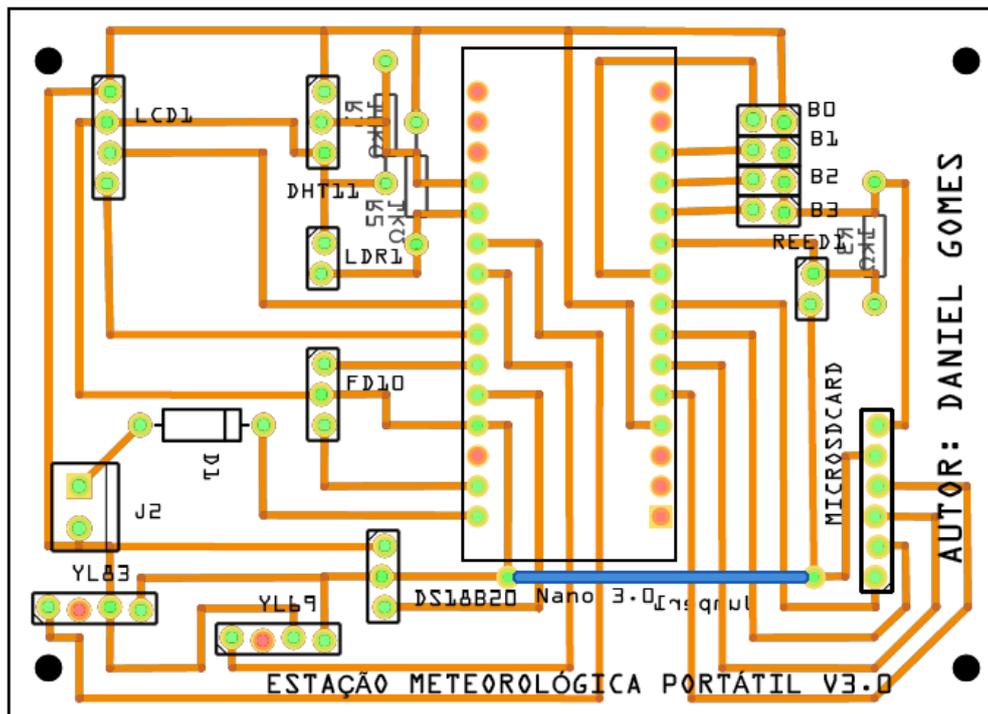
FONTE: os autores, (2020).

2.5.4 DIAGRAMA ELÉTRICO:



FONTE: os autores, (2020).

2.5.5 LAY OUT DA SHIELD da EMP:



fritzing

FONTE: os autores, (2020).

Shield da Estação Meteorológica Digital Portátil (EMDP):

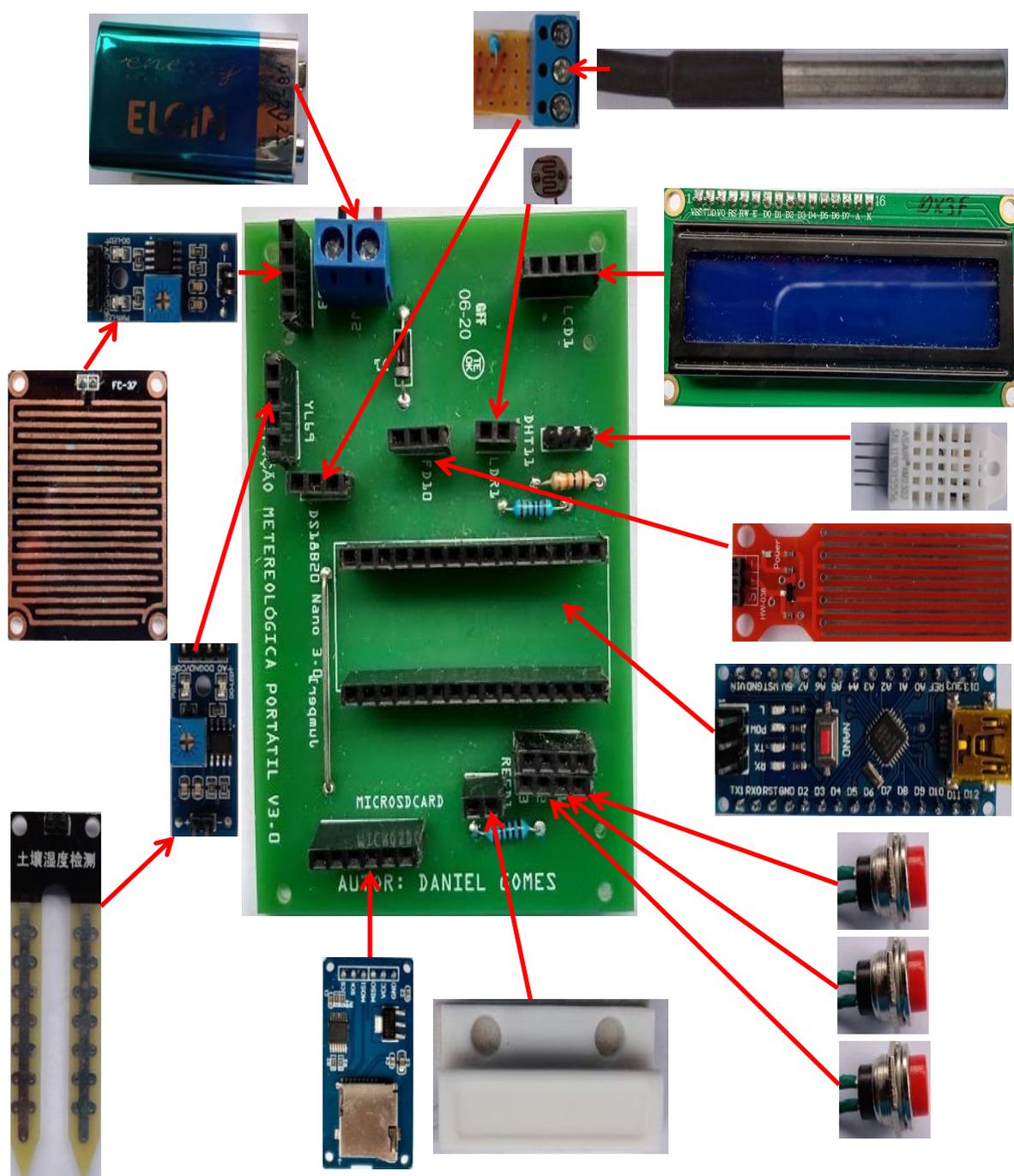


FONTE: os autores, (2020).

2.5.6 MONTAGEM DA EMP:

Monte a placa (Shield) abaixo. Siga as orientações disponível na Sala de Aula Virtual.

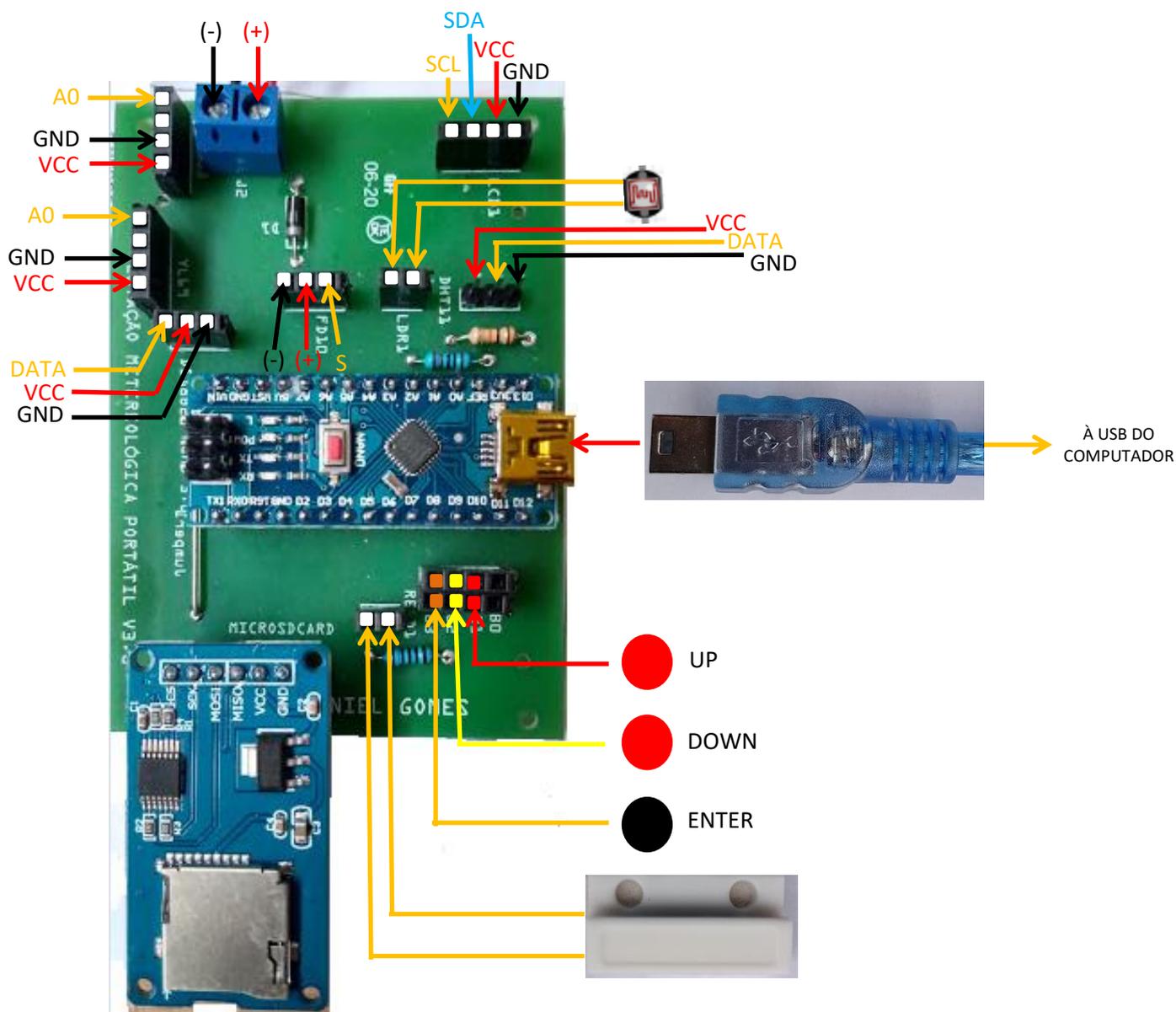
Figura 04: EMP.



FONTE: os autores, (2020).

2.5.7 PINAGEM DOS SENSORES NA EMP:

Figura 05: Pinagem dos sensores na placa principal.



FONTE: os autores, (2020).

2.5.8 SKETCH:

Carregue o Sketch abaixo disponível na Sala de aula Virtual.

```
//
// --- Bibliotecas auxiliares ---
#include <Wire.h> // para o módulo i2c
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //download:https://www.arduino-libraries.info/libraries/liquid-crystal-i2-c
#include <DHT.h> // para o sensor dht22
#include <DallasTemperature.h> // para o sensor ds18b20
#include <OneWire.h> // para o sensor ds18b20
```

```

//--- Mapeamento de Hardware ---

#define DHT_DATA_PIN 14
#define DHTTYPE DHT22 // define o sensor da família DHT a ser utilizado
#define EMPTemp 6// para o sensor ds18b20

//--- Constantes e Objetos ---

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2); // o endereço do lcd utilizado é 0x3F

int up = 10;      //botão sobe pino D10
int down = 9;     //botão desce pino D9
int enter = 8;    //botão seleção pino D8

int menu = 1;

int pinLDR = 15;  // pino de leitura do LDR pino A1
int valorLDR = 0; // variável com valor lido do LDR

int pinSCHUVA = 20; // pino de leitura do FD10 pino A6
int valorSCHUVA = 0; // variável com valor lido do SCHUVA

int PinoDetector = 17; // sensor yl69
int limiar = 600;// sensor yl69

int PinoDetectorChuva = A2; // sensor yl83;
int limiarS = 700;// sensor yl83

DHT dht(DHT_DATA_PIN, DHTTYPE);

//Array que desenha o simbolo de grau
byte a[8]= {B00110,B01001,B00110,B00000,B00000,B00000,B00000,B00000,};

OneWire ourWire(EMPTemp);// para o sensor ds18b20
DallasTemperature sensors(&ourWire);// para o sensor ds18b20

// --- Constantes ---
const float pi = 3.14159265; //Número de pi
int period = 5000;          //Tempo de medida(miliseconds)
int radius = 100;          //Raio do anemometro(mm)

// --- Variáveis Globais ---
unsigned int Sample = 0;    //Armazena o número de amostras
unsigned int counter = 0;   //Contador para o sensor
unsigned int RPM = 0;       //Rotações por minuto
float vento = 0;           //Velocidade do vento (m/s)
float windspeed = 0;       //Velocidade do vento (km/h)

void setup()
{
  // botões

```

```

pinMode(up, INPUT_PULLUP);
pinMode(down, INPUT_PULLUP);
pinMode(enter, INPUT_PULLUP);
updateMenu();

// LCD e apresentação inicial
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("  OFICINA ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" FISICAnaPRATICA ");

// DHT22
dht.begin();

// Higrômetro
pinMode (PinoDetector, INPUT);

// Detector Chuva
pinMode (PinoDetectorChuva, INPUT);

// Medidor de temperatura
sensors.begin();

// Anemômetro
pinMode(2,INPUT);

}

//--- Loop Infinito ---

void loop() {

  if(!digitalRead(down)){
    menu++;
    updateMenu();
    delay(300);
    while(!digitalRead(down));
  }
  if (!digitalRead(up)){
    menu--;
    updateMenu();
    delay(300);
    while(!digitalRead(up));
  }
  if (!digitalRead(enter)){
    executeAction();
    updateMenu();
    delay(300);
    while (!digitalRead(enter));
  }
}

```

```
// end loop

// --- Desenvolvimento das Funções ---

void updateMenu(){

switch (menu){

    case 0:

        menu = 1;
        break;

    case 1:

        lcd.clear();
        lcd.print(">AR    ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" LUMINOSIDADE");
        break;

    case 2:

        lcd.clear();
        lcd.print(" AR    ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(">LUMINOSIDADE");
        break;

    case 3:

        lcd.clear();
        lcd.print(">AGUA");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" SOLO");
        break;

    case 4:

        lcd.clear();
        lcd.print(" AGUA");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(">SOLO");
        break;

    case 5:

        lcd.clear();
        lcd.print(">CHUVA");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" VENTO");
        break;
```

case 6:

```
lcd.clear();  
lcd.print(" CHUVA");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print(">VENTO");  
break;
```

case 7:

```
lcd.clear();  
lcd.print(">AUTORES");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print(" VERSAO da EMP");  
break;
```

case 8:

```
lcd.clear();  
lcd.print(" AUTORES");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print(">VERSAO da EMP");  
break;
```

case 9:

```
menu = 8;  
break;
```

```
}
```

```
}
```

```
void executeAction(){
```

```
switch(menu){
```

```
case 1:
```

```
action1();  
break;
```

```
case 2:
```

```
action2();  
break;
```

```
case 3:
```

```
action3();  
break;
```

```
case 4:
```

```
    action4();
    break;

    case 5:

    action5();
    break;

    case 6:

    action6();
    break;

    case 7:

    action7();
    break;

    case 8:

    action8();
    break;

    }
}

void action1()
{
    lcd.clear();

    // Realiza a leitura da temperatura
    float temperatura = dht.readTemperature();

    // Realiza a leitura da umidade
    float umidade = dht.readHumidity();

    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("Temp: " + String(temperatura));
    lcd.createChar(1,a); //Atribui o numero "1" ao valor do array a, que desenha o simbolo de grau
    lcd.setCursor(12,0);
    lcd.write(1);
    lcd.setCursor(13,0);
    lcd.print(" C ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" Umid: " + String(umidade));
    lcd.setCursor(13,1);
    lcd.print(" % ");
    delay(3000);
}

void action2(){
```

```

lcd.clear();
valorLDR = analogRead(pinLDR); // lendo o valor do LDR
int valorLDR = analogRead(15); // lendo o valor de entrada do LDR A1

lcd.setCursor(1,0);
lcd.print(" Intensidade ");
lcd.setCursor (6,1);
lcd.print (valorLDR);// mostra no LCD o valor lido do LDR
//lcd.setCursor(8,1);
//lcd.print(" ");
delay(3000);
}

void action3(){

  lcd.clear();
  sensors.requestTemperatures();
  lcd.print(" Temperatura");
  lcd.setCursor (4,1);
  lcd.print (sensors.getTempCByIndex(0));// mostra no LCD o valor lido do ds18b20
  lcd.createChar(1,a); //Atribui o numero "1" ao valor do array a, que desenha o simbolo de grau
  lcd.setCursor(9,1);
  lcd.write(1);
  lcd.setCursor(10,1);
  lcd.print("C");
  delay(1500);
}

void action4(){

  lcd.clear();
  int ValorMedido = analogRead(PinoDetector); // lendo o valor de entrada do LDR A1

  lcd.print(ValorMedido);
  if(ValorMedido < limiarS){
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" Solo Umido! ");
  }
  else {

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print (" Solo Seco! ");
  }
  lcd.setCursor (6,1);
  lcd.print (ValorMedido);// mostra no LCD o valor lido do y169
  delay(1500);
  }

void action5(){

  lcd.clear();
  valorSCHUVA = analogRead(pinSCHUVA); // lendo o valor do FD10

```

```

int valorSCHUVA = analogRead(20); // lendo o valor de entrada do SCHUVA A6
int ValorMedido = analogRead (PinoDetectorChuva);
lcd.print(ValorMedido);
if(ValorMedido < limiar){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" Chovendo!");
}
else {

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print (" Sem Chuva!");
}
lcd.setCursor (7,1);
lcd.print (valorSCHUVA);// mostra no LCD o valor lido do SCHUVA
delay(3000);
}

void action6(){

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" lendo ");
    delay(700);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" aguarde... ");
    delay(500);
    velocidadevento();
    RPMcalc();
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(RPM);
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print("RPM");
    VelocidadeVento();
    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.print(vento);
    lcd.print("m/s");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" RESULTADO ");
    delay(1500);
}

void action7(){

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print ("Dra Maud Souza");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print ("MsC Daniel Gomes");
    delay(2000);
}

void action8(){

```

```

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print (" Versao 1.7 ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print ("Data 08/06/2020");
delay(2000);
}

//Função para medir velocidade do vento
void velocidadevento() {
vento = 0;

counter = 0;
attachInterrupt(0, addcount, RISING);
unsigned long millis();
long startTime = millis();
while (millis() < startTime + period) {}
}

//Função para calcular o RPM
void RPMcalc() {
RPM = ((counter) * 60) / (period / 1000); // Calculate revolutions per minute (RPM)
}

//Velocidade do vento em m/s
void VelocidadeVento() {
vento = (((4 * pi * radius * RPM) / 60) / 1000); //Calcula velocidade do vento em m/s
} //VelocidadeVento

//Incrementa contador
void addcount() {
counter++;
}

```

2.5.9 Exercício Desenvolver/Metacognitivo:

Após montar a estação meteorológica digital (EMD) de baixo custo, **desenvolver** diversas medições disponibilizadas pela EMP.

2.6 SUBTAREFA 5 (Atividade sugerida):

ASSUNTO: NÍVEL DE ÁGUA

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 50 min

NATUREZA DA ATIVIDADE: individual

LOCAL: em casa

2.5.1 OBJETIVOS DA SUBTAREFA:

Ao final da atividade o aluno será capaz de:

- **Reconhecer** um circuito com sensor FD-10 para medição de nível de água;
- **Inferir** sobre o funcionamento do sensor FD-10;
- **Comparar** o *Sketch* destinado a medir o nível de água utilizando recipientes com formato cúbico e outro com formato cilíndrico.

2.5.2 LISTA DE MATERIAIS:

- 1 *Prontoboard*;
- 1 Placa *Arduino Nano*;
- Jumpers macho-macho;
- Jumpers macho-fêmea;
- 1 Computador instalado a IDE do *Arduino*;
- 1 Módulo FD-10
- 2 Resistores 270Ω ±5% 1/8W
- 1 LED VERDE 3mm;
- 1 LED AMARELO 5mm.

2.5.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO MÓDULO SENSOR FD-10:

O mais recente sensor de água de 2013 é fácil de usar, compacto e leve, com alta sensibilidade para detecção da água e gotas. Este sensor funciona baseado no princípio de medir o tamanho da quantidade de gotas de água na linha com uma série de fios paralelos expostos. Ele é pequeno, poderoso e inteligentemente projetado com os seguintes recursos: primeiro, a quantidade de água para simular a conversão; segundo, plasticidade, com base nos valores analógicos de saída do sensor; Terceiro, baixo consumo de energia, alta sensibilidade; Em quarto lugar, pode ser conectado diretamente a um microprocessador ou outro circuito lógico e à placa controladora para uma variedade de exemplos: Controlador *Arduino*, microcontrolador STC, μ controlador AVR e assim por diante.

The specification parameters:

- 1 product name: water level sensor
- 2 item: K-0135
- 3 Operating voltage: DC5V
- 4 Working current: less than 20mA
- 5 Sensor Type: Analog
- 6 detection area: 40mmx16mm
- 7 Production process: FR4 double-sided HASL
- 8 mounting hole size: 3,0mm
- 9 user-friendly design: half-moon-slip handle depression
- 10 working temperature: 10°C – 30°C
- 11 Operating Humidity: 10% a 90% non-condensing
- 12 Weight: 3g

FONTE: Site Fecegypt¹¹.

¹¹ Disponível em: http://www.fecegypt.com/uploads/dataSheet/1480850810_water.pdf . Acesso: 01/2020

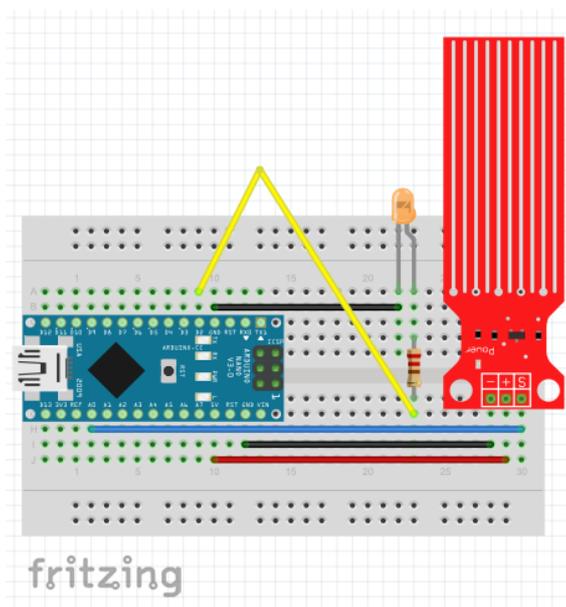
2.5.4 IMAGEM FD-10:



FONTE: os autores, (2020).

2.5.5 CIRCUITO COM SENSOR FD-10:

Monte o circuito do LAY OUT abaixo disponível na Sala de Aula Virtual.



FONTE: os autores, (2020).

2.5.7 SKETCH:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual.

```
const int pinoSensor = A0;
const int pinoLED1 = 2;
```

```
void setup(){
```

```
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pinoSensor, INPUT);
  pinMode(pinoLED1, OUTPUT);
}
```

```
void loop()
```

```
{
  int ValorMedido = analogRead(pinoSensor);
  Serial.println(ValorMedido);
  if(analogRead(pinoSensor) > 690)
  {
    digitalWrite(pinoLED1, HIGH);
  }
}
```

```

}
else
{
  digitalWrite(pinoLED1, LOW);
}
delay(500);
}

```

2.5.8 Exercício Analisar/Procedural:

Após carregar o circuito com o *Sketch* acima, coloque o sensor FD10 em um recipiente com formato cubico, despejar água e verifique a mudança de valores a medida que se varia a posição vertical do sensor dentro do copo com agua. Repita o procedimento com outro recipiente com formato cilíndrico. **Comparar** as medições entre as duas formas.

2.7 SUBTAREFA 6 (Atividade sugerida):

ASSUNTO: Anemômetro

DURAÇÃO DA ATIVIDADE: 50 min

NATUREZA DA ATIVIDADE: individual

LOCAL: em casa

2.6.1 OBJETIVOS DA SUBTAREFA:

Ao final da atividade o aluno será capaz de:

- **Reconhecer** um circuito para medir a velocidade do vento a partir do uso de um Reed Switch;
- **Inferir** sobre o funcionamento de um anemômetro.
- **Justificar** o uso do sensor *Reed Switch* como componente principal de um anemômetro de baixo custo.

2.6.2 LISTA DE MATERIAIS:

1 *Prontoboard*;
 1 Placa *Arduino Nano*;
 Jumpers macho-macho;
 Jumpers macho-fêmea;
 1 Computador instalado a IDE do *Arduino*;
 1 Resistor de 10kΩ ±5% 1/4W;
 1 Sensor Reed Switch;
 1 Imã permanente.

2.6.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO MÓDULO SENSOR REED SWITCH:

The reed switch was invented by Dr. W. B. Ellwood at Bell Telephone Laboratories in 1936. The first application was made during 1938 when the reed switch was used as a selector switch in coaxial carrier equipment. Later, reed switch improvements were made in parallel with the development of the telecommunications technology. At the same time, the advantages of reed switches such as speedy response time, hermetically sealed contacts, compact size and long mechanical life have contributed greatly to the development of telecommunications technology.

Reed switches display the following characteristics. (1) Hermetically sealed within a glass tube with inert gas, reeds contacts are not influenced by the external atmospheric environment. (2) Quick response because of small mass of moving parts (3) Comprising of operating parts and electrical parts arranged coaxially, reed switches are suited to high-frequency applications. (4) Compact and light weight. (5) Superior corrosion resistance and wear resistance of the contacts assures stable switching operation and long life. (6) With a permanent magnet installed, reed switches economically and easily become proximity switches.

FONTE: Metaltex¹².

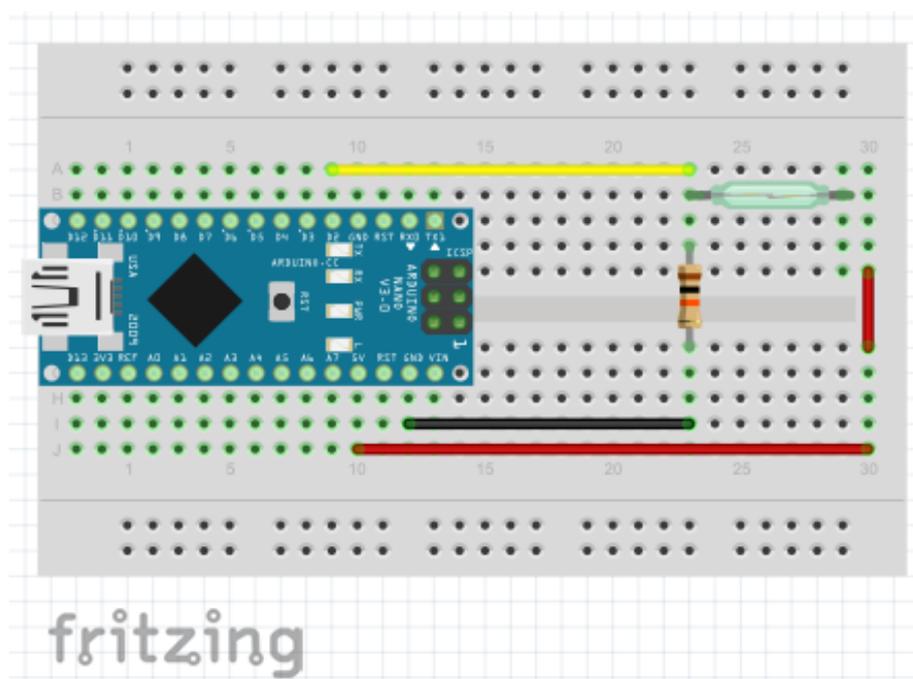
2.6.3 IMAGEM REED-SWITCH:



FONTE: os autores, (2020).

2.6.4 CIRCUITO COM SENSOR REED-SWITCH:

Monte o circuito do *LAY OUT* abaixo disponível na Sala de Aula Virtual.



FONTE: os autores, (2020).

¹² Disponível em: <https://www.metaltex.com.br/assets/produtos/pdf/oki.pdf> . Acesso: 06/2020

2.6.5 SKETCH:

Carregue o *Sketch* abaixo disponível na Sala de aula Virtual.

```

/*
  Anemômetro para Estações Meteorológicas com Arduino
  WR Kits & Usina Info
  Plataforma utilizada: Arduino UNO
  Autor: Eng. Wagner Rambo Data: Novembro de 2016
  www.wrkits.com.br | facebook.com/wrkits | youtube.com/user/canalwrkits
*/

// --- Constantes ---
const float pi = 3.14159265; //Número de pi
int period = 5000; //Tempo de medida(miliseconds)
int delaytime = 2000; //Intervalo entre as amostras (miliseconds)
int radius = 147; //Raio do anemometro(mm)

// --- Variáveis Globais ---
unsigned int Sample = 0; //Armazena o número de amostras
unsigned int counter = 0; //Contador para o sensor
unsigned int RPM = 0; //Rotações por minuto
float speedwind = 0; //Velocidade do vento (m/s)
float windspeed = 0; //Velocidade do vento (km/h)

// --- Configurações Inicias ---
void setup() {
  pinMode(2, INPUT); //configura o digital 2 como entrada
  digitalWrite(2, HIGH); //internall pull-up active

  Serial.begin(9600); //inicia serial em 9600 baud rate
} //end setup

// --- Loop Infinito ---
void loop() {
  Sample++;
  Serial.print(Sample);
  Serial.print(": Inicia Leitura...");
  windvelocity();
  Serial.println(" Finalizado.");
  //Serial.print("Contador: ");
  //Serial.print(counter);
  Serial.print("; RPM: ");
  RPMcalc();
  Serial.print(RPM);
  Serial.print("; Vel. Vento: ");

  //*****
  //print m/s
  WindSpeed();
  Serial.print(windspeed);
  Serial.print(" [m/s] ");

```

```

//*****
//print km/h
SpeedWind();
Serial.print(speedwind);
Serial.print(" [km/h] ");
Serial.println();

delay(delaytime);          //taxa de atualização
} //end loop

//Função para medir velocidade do vento
void windvelocity() {
  speedwind = 0;
  windspeed = 0;

  counter = 0;
  attachInterrupt(0, addcount, RISING);
  unsigned long millis();
  long startTime = millis();
  while (millis() < startTime + period) {}
}

//Função para calcular o RPM
void RPMcalc() {
  RPM = ((counter) * 60) / (period / 1000); // Calculate revolutions per minute (RPM)
}

//Velocidade do vento em m/s
void WindSpeed() {
  windspeed = ((4 * pi * radius * RPM) / 60) / 1000; //Calcula a velocidade do vento em m/s
} //end WindSpeed

//Velocidade do vento em km/h
void SpeedWind() {
  speedwind = (((4 * pi * radius * RPM) / 60) / 1000) * 3.6; //Calcula velocidade do vento em km/h
} //end SpeedWind

//Incrementa contador
void addcount() {
  counter++;
}

```

2.6.6 Exercício Justificar/Procedural:

Após a verificação do funcionamento do circuito, **justificar** o uso do sensor Reed Switch para a construção de um Anemômetro de baixo custo.

APÊNDICE C – Questionário Diagnóstico - 2020

PREZADOS ESTUDANTES:

ESTE QUESTIONÁRIO É PARTE INTEGRANTE E FUNDAMENTAL DE UMA PEQUISA NO ENSINO DE FÍSICA, CUJO TEMA É: A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DA FÍSICA ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO STEAM.

PRECISAMOS QUE VOCÊ SEJA O MAIS SINCERO POSSÍVEL, NÃO É NECESSÁRIO ESCREVER SEU NOME.

PESQUISADORES: Daniel Gomes da Silva e Maud Rejane de Castro e Souza

01- Assinale o(s) equipamento(s) eletrônico(s) que você possui:

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

02- Se possui ou utiliza o computador, notebook ou netbook, qual(is) a(s) plataforma(s) que você utiliza?

- Windows*
- Macintosh*
- Linux*
- Outros

03- Se você possui ou usa computador, notebook ou netbook, quantas horas por dia, em média, você utiliza esses equipamentos?

04- Se você acessa a internet, para que finalidades você utiliza essa ferramenta:

- Pesquisa para trabalhos
- Ver vídeos, filmes ou ouvir música
- Ler e enviar e-mails
- Acesso às redes sociais
- Acessar notícias, revistas ou jornais on line
- Outro

05- Se você possui ou utiliza smartphone, quantas horas por dia, em média, você usa esses equipamentos?

06- Em caso de utilizar um *smartphone*, que recursos você utiliza:

- Ligações telefônicas
- Jogos
- Conexão com internet

- Redes Sociais (*Whatsapp, Facebook, Instagram, Twitter, etc*)
- Ouvir música
- Outro:

07-Você já criou algum jogo eletrônico, aplicativo ou programa usando linguagem de computadores? Não Sim. Neste caso, descreva o que você criou:

08-Você já ouviu falar de Arduino? Sim ou Não. Comente abaixo o que você sabe sobre o *Arduino*:

APÊNDICE D – Teste Etapa 1-2020

ESTE TESTE É PARTE INTEGRANTE E FUNDAMENTAL DE UMA PEQUISA NO ENSINO DE FÍSICA, CUJO TEMA É: “A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA *ARDUINO* NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DA FÍSICA ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO STEAM”. NÃO É NECESSÁRIO ESCREVER SEU NOME.

PESQUISADORES: Daniel Gomes da Silva e Maud Rejane de Castro e Souza

01- O que é *Arduino*:

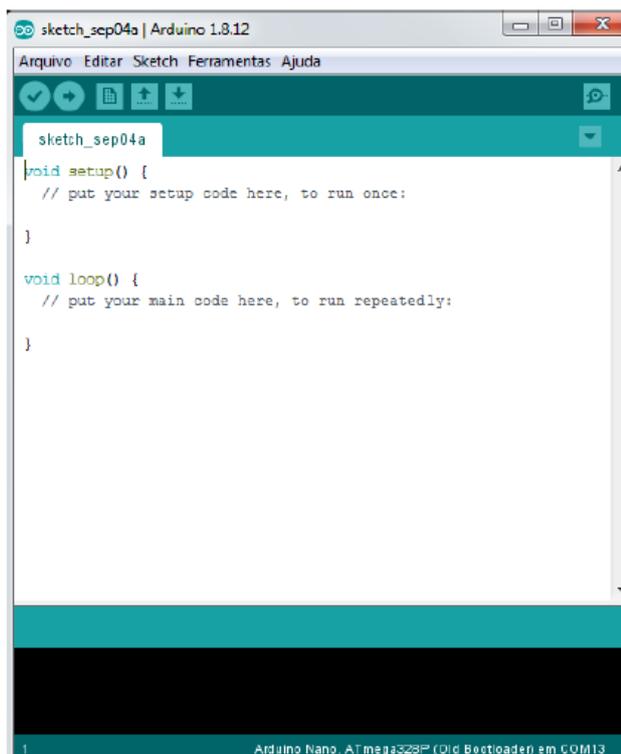
- É uma placa programável de prototipagem eletrônica de hardware e software livre.
- É uma placa de prototipagem eletrônica não programável.
- É um kit com uma placa eletrônica programável, LEDs, sensores e *proto-board*.
- É uma placa eletrônica que vem com programas instalados prontos para uso.



Fonte: os autores, (2020).

02-O que é a IDE do *Arduino* e para quê serve?

- É o nome de uma placa de *Arduino*.
- Arduino* IDE é um software que permite programar uma placa *Arduino*.
- IDE é o cabo que usamos para ligar a placa *Arduino* à porta USB do computador.
- IDE é um software que faz o LED da placa *Arduino* piscar.



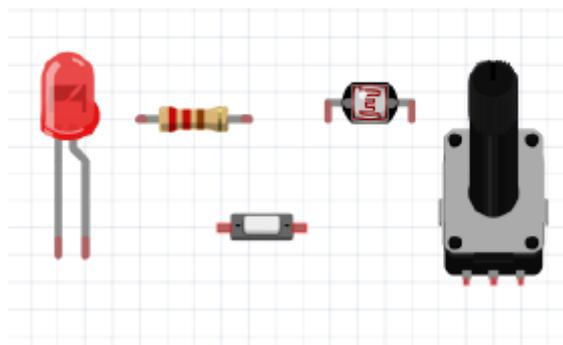
Fonte: os autores, (2020).

03- Quais os componentes da figura abaixo:

() Capacitor, Diodo, *Pushbutton*, LDR, LED;

() LED, Potenciômetro, Resistor, Servomotor, *Protoboard*;

() LED, Resistor, LDR, *Pushbutton*, Potenciômetro;



Fonte: os autores, (2020).

() *Bluetooth*, LDR, *Pushbutton*, Indutor, Resistor.

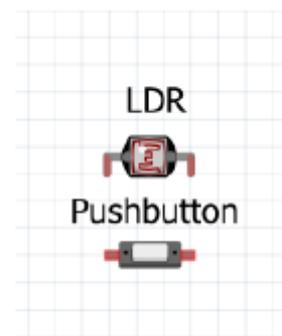
04- Classifique corretamente um *Pushbutton* e um LDR:

() LDR: sensor Digital; *Pushbutton*: atuador.

() LDR: atuador; *Pushbutton*: atuador.

() LDR: Sensor Analógico; *Pushbutton*: Sensor Analógico.

() LDR: Sensor Analógico; *Pushbutton*: Sensor Digital



Fonte: os autores, (2020).

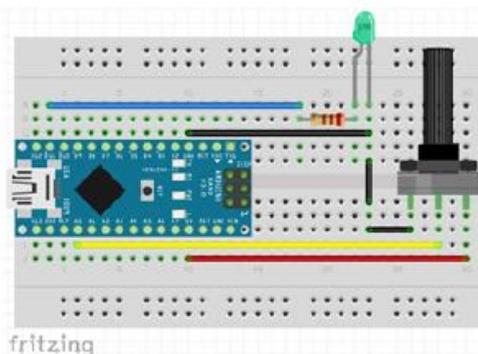
05- Qual o nome dos componentes do circuito da figura abaixo:

() *Arduino Nano*, *jumpers*, capacitor, diodo, indutor;

() LED, *Arduino Nano*, *Jumpers*, Resistor, Potenciômetro;

() Potenciômetro, LED, Transistor, Relé, *Jumpers*;

() FET, Capacitor, Potenciômetro, LED, Resistor.



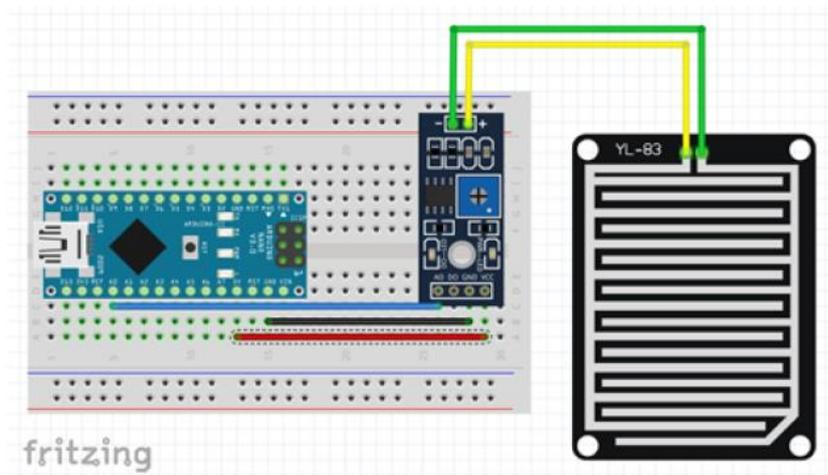
Fonte: os autores, (2020).

APÊNDICE E – Teste Etapa 2-2020

ESTE TESTE É PARTE INTEGRANTE E FUNDAMENTAL DE UMA PEQUISA NO ENSINO DE FÍSICA, CUJO TEMA É: “A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA *ARDUINO* NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DA FÍSICA ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO STEAM”. NÃO É NECESSÁRIO ESCREVER SEU NOME.

PESQUISADORES: Daniel Gomes da Silva e Maud Rejane de Castro e Souza

01- Escolha o item que descreve os componentes eletrônicos do circuito detector de chuva da figura abaixo:



Fonte: os autores, (2020).

- () *Arduino* Mega, Fio *Jumper*, *Display* LCD, Indutores.
- () Cabo USB, Fio *Jumper*, DHT22, LED.
- () *Arduino* Nano, Fio *Jumper*, *Protoboard*, Sensor YL-83.
- () Sensor YL-83, Fio *Jumper*, Microcontrolador, Diodo.

02- Explique resumidamente o passo a passo para carregar o *Arduino* Nano com um *Sketch*.

03- Responda a alternativa correta:

DHT22. Sensor para medição de velocidade da luz.



LCD 16x2. Sensor para medição da gravidade.



LDR. Sensor para medição da luminosidade.



04- São grandezas físicas mensuráveis por uma estação meteorológica:

- () Temperatura e Umidade relativa do ar, Velocidade da Luz, Velocidade do Vento, Luminosidade.
- () Velocidade do Som, Massa do Corpo, Luminosidade, Velocidade do Vento.
- () Velocidade do Vento, Temperatura e Umidade relativa do ar, Luminosidade, Quantidade de Chuva.
- () Resistência Elétrica do Ar, Luminosidade, Velocidade do Vento, Pressão Atmosférica.

05- Crie um cenário no qual seja imprescindível a utilização de uma estação meteorológica. Para isso, elabore um texto dissertativo com 15 a 20 linhas discorrendo sobre suas ideias e se baseando na experiência obtida com as atividades realizadas em sala de aula. Na sua argumentação utilize hipóteses, aplicações, situações, vantagens etc. Selecione uma das áreas elencadas abaixo para esta atividade:

- 1-Saúde e conforto térmico;
- 2-Geração de energia;
- 3-Agricultura;
- 4- Turismo
- 5-Meio ambiente.

APÊNDICE F – Exercícios 2.1 e 2.2 - 2020

2.1 Preencha os quadros a seguir com os dados de temperatura e umidade relativa do ar medido pelo circuito montado com o sensor DHT 22 e o display LCD i2c para a cidade de Manaus. Faça a conversões de unidade necessárias e calcule o erro relativo.

$$\text{INFORMAÇÕES: } \frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5}; |\text{ERRO}(\%)| = \left(\frac{\text{VALOR}_{\text{SITE}} - \text{VALOR}_{\text{EMP}}}{\text{VALOR}_{\text{SITE}}} \right) \times 100$$

A) medição da temperatura do ar da cidade de Manaus.

MEDIÇÃO DA TEMPERATURA PARA A CIDADE DE MANAUS			
Estação Meteorológica	Temperatura Celsius (°C)	Temperatura Kelvin (K)	Temperatura Fahrenheit (F)
Obtida do DHT 22			
Site do Google ¹³			

B) Calcule o erro relativo da temperatura em Celcius (°C):

C) Medição da umidade relativa do ar da cidade de Manaus

MEDIÇÃO DA UMIDADE DO AR PARA A CIDADE DE MANAUS		
	Umidade	Erro relativo
Obtida do DHT 22		
Site do Google		

2.2

A) Após a instalação do sensor DS18B20 e realização de algumas medições de líquidos, compare as possíveis aplicações, vantagens, desvantagens e limitações desse sensor de temperatura com o sensor DHT 22.

OBSERVAÇÃO: O sensor DS18B20 por usar a biblioteca OneWire pode ser utilizado diversos sensores em apenas uma porta(pino) do Arduino enquanto que o sensor DHT 22 não possui essa propriedade. Além do mais o DS18B20 é a prova d'água e o DHT 22 não.

Pesquise outras informações do sensor DS18B20 e do sensor DHT 22 e conclua esse exercício.

¹³ Disponível em: https://www.google.com/search?rlz=1C1CHBD_pt-PTBR917BR917&biw=1366&bih=608&sxsrf=ALeKk00hEOci6iNGqU4U1xRqy997x2W85w:1601769882361&q=temperatura+em+manaus+agora&sa=X&ved=2ahUKewiPgObm0ZnsAhU0lbnkGHbZFATEQ1QloAHoECAsQAQ
 Acesso em: 04/10/2020

APÊNDICE G – Roteiro de Entrevista da Oficina - 2020



Data: _____ Hora: _____

Lugar: Plataforma *Google Meet*

Entrevistador: Daniel Gomes da Silva

PREZADO PARTICIPANTE

ESTA ENTREVISTA É PARTE INTEGRANTE E FUNDAMENTAL DE UMA PEQUISA NO ENSINO DE FÍSICA, CUJO TEMA É: “A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DA FÍSICA ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO STEAM”. PRECISAMOS QUE VOCÊ SEJA O MAIS SINCERO POSSÍVEL, NÃO É NECESSÁRIO INFORMAR SEU NOME

Características da Entrevista:

Nesta entrevista prezaremos pela confidencialidade do participante. Ela tem uma duração aproximada de 15 minutos.

Perguntas:

1ª Na sua opinião como o aprendizado da Termodinâmica é facilitada pela educação STEAM?

2ª Na sua opinião como o aprendizado da Termodinâmica é facilitada com a mediação da plataforma Arduino?

3ª Comente as dificuldades enfrentadas por você ao trabalhar com o Arduino?

4ª Comente as dificuldades enfrentadas por você ao trabalhar com o Ensino Remoto?

5ª Na sua opinião a plataforma Arduino mediada pela Educação STEAM contribui para uma aprendizagem prática da Termodinâmica e prepara os alunos para resolverem os problemas e desafios do mundo real no século XXI?

Agradecemos sua participação e enfatizamos na confidencialidade dos seus dados.