



ENSINO DE TERMODINÂMICA: CONSTRUÇÃO DE MINI  
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM ARDUINO, BASEADA NA  
TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.

Nájala Cristina Fernandes Cruz

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Regional do Cariri) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Job Saraiva Furtado Neto

Juazeiro do Norte


2024

ENSINO DE TERMODINÂMICA: CONSTRUÇÃO DE MINI  
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM ARDUINO, BASEADA NA  
TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.

Nájala Cristina Fernandes Cruz  
Orientador: Job Saraiva Furtado Neto

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

Aprovada por:

Documento assinado digitalmente  
 **JOB SARAIVA FURTADO NETO**  
Data: 14/03/2025 17:14:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

**Dr. Job Saraiva Furtado Neto**  
(Orientador - UFCA)

 **CARLOS HENRIQUE MOREIRA LIMA**  
Data: 17/03/2025 08:40:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Dr. Carlos Henrique Moreira Lima**  
(Membro externo UFAC)

Documento assinado digitalmente  
 **JAMIL SAADE**  
Data: 17/03/2025 11:47:04-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Dr. Jamil Saade**  
(Membro Interno - URCA)

Aos meus pais, Nazário José da Cruz e Maria Aparecida Fernandes Cruz, por todo amor e apoio em tudo que faço.

Ao meu esposo José Aauto Gonçalves, por sempre acreditar e incentivar-me a lutar pelos meus objetivos.

A minha filha Ana Izabel Cruz Gonçalves, por ser minha maior motivação para concluir essa preciosa etapa e que sirva de incentivo aos seus estudos.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal Nível Superior (CAPES) – código de financiamento 001.

A Deus pela vida, por ter me dado forças, paciência e persistência para superar os desafios que surgiram ao longo desta dissertação.

A nossa senhora, por me proteger e ser meu apoio nos momentos de aflição.

Aos meus pais por me incentivarem aos estudos e mostrarem tanto entusiasmo ao me ver cursando o tão sonhado mestrado, sendo sempre fonte de inspiração para mim.

Ao meu amado esposo, José Aduato Gonçalves, companheiro que sempre soube, com calma e muita paciência, me ajudar a vencer os desafios e lutar pelos meus objetivos. Por ficar com nossa filha todos os momentos da escrita deste trabalho e me incentivar cada vez mais a continuar estudando.

A minha filha, Ana Izabel, por ser minha maior fonte de inspiração e desejo de ser bom exemplo para sua vida acadêmica.

Aos meus irmãos, Arllys Natanael, Ayane Nayara e Aduata Monalisa, por me incentivarem e apoiar nas minhas decisões.

A minha sogra, Antônia Figueiredo, pelas palavras de conforto e apoio durante a escrita da dissertação e em todo percurso do mestrado.

Ao meu orientador, Job Saraiva Neto, pela oportunidade de conhecer o Arduino e usar como ferramenta metodológica não só no projeto de mestrado, mas também nas minhas aulas de Física, por me orientar tão bem e dividir um pouco do seu vasto conhecimento durante todo o processo da escrita.

A todos os professores da Universidade Regional do Cariri – URCA, responsáveis pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, que proporcionaram uma experiência enriquecedora, contribuindo para minha formação acadêmica e profissional.

Aos meus alunos da Escola de Ensino Médio Monsenhor Antônio Feitosa, turma de eletiva, Robótica Educacional, por terem recebido e desenvolvido tão bem todas as etapas da sequência didática.

A escola Monsenhor Antônio Feitosa que gentilmente me acolheu tão bem para o desenvolvimento do produto educacional, meu muito obrigada.

## RESUMO

A tecnologia no ensino de ciências tem despertado cada vez mais o interesse dos alunos e professores do ensino médio. Diante disso, indaga-se o que seria mais interessante e envolve os estudantes de forma dinâmica. Este trabalho busca evidências sobre a utilização das tecnologias no Ensino da Termodinâmica, pois sabemos a dificuldade de relacionar o cotidiano do aprendiz com o conhecimento acadêmico de forma significativa. O objetivo desta dissertação é a construção de uma miniestação meteorológica com o Arduino, pretendendo diminuir as dificuldades no ensino da Termodinâmica, possibilitando o estudo das variáveis de estado como a temperatura, umidade, pressão e, para efeito visual, o uso do sensor ultrassônico de distância HC-SR04. A metodologia utilizada é a dos três momentos pedagógicos e a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que busca promover um maior desenvolvimento do aluno promovendo a exploração de seus conhecimentos ou concepções prévias, buscando assim tornar significativa a aprendizagem por meio da experimentação e da tecnologia. Os alunos foram apresentados a dois questionários avaliativos, antes e após a sequência didática, a fim de verificar os conhecimentos sobre Termodinâmica, onde foi possível pontuar a satisfação com a metodologia e a sequência utilizada, possibilitando uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física, Arduino, termodinâmica, três momentos pedagógicos.

2024

## **ABSTRACT**

Technology in science teaching has increasingly aroused the interest of high school students and teachers. Given this, the question is what would be more interesting and involve students in a dynamic way. This work seeks evidence on the use of technologies in Teaching Thermodynamics, as we know the difficulty of relating the learner's daily life with academic knowledge in a meaningful way. The objective of this dissertation is the construction of a mini meteorological station with Arduino, intending to reduce the difficulties in teaching Thermodynamics, enabling the study of state variables such as temperature, humidity, pressure and, for visual effect, the use of the ultrasonic temperature sensor. distance HC-SR04. The methodology used is that of the three pedagogical moments and David Ausubel's theory of meaningful learning, which seeks to promote greater student development by promoting the exploration of their knowledge or previous conceptions, thus seeking to make learning meaningful through experimentation and technology. The students were presented with two evaluative questionnaires, before and after the didactic sequence, in order to verify their concepts about Thermodynamics, where it was possible to assess their satisfaction with the methodology and sequence used, enabling meaningful learning.

Keywords: Teaching Physics, Arduino, thermodynamics. three pedagogical moments

RESUMO	
ABSTRACT	
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO .....	10
CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA COM O ARDUINO.....	14
CAPÍTULO 3.APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	22
3.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL.....	22
3.2 TIPOS DE APRENDIZAGENS SIGNIFICATIVAS. ....	25
3.3 PRINCÍPIO DA DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA. ....	29
3.4 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS .....	33
CAPÍTULO 4. FÍSICA DO CLIMA E TERMODINÂMICA .....	35
4.1 CALOR E TEMPERATURA .....	35
4.2 ESCALA DE TEMPERATURA .....	36
4.3 TERMODINÂMICA .....	40
4.3.1 LEI ZERO DA TERMODINÂMICA .....	40
4.3.2 1ª LEI DA TERMODINÂMICA .....	42
4.4 TRANSFORMAÇÕES TERMODINÂMICAS.....	44
4.4.1 ISOTÉRMICA.....	44
4.4.2 ISOBÁRICA .....	45
4.4.3 ISOCÓRICA.....	46
4.4.4 ADIABÁTICA.....	47
4.5 UMIDADE E PRESSÃO ATMOSFÉRICA.....	49
CAPÍTULO 5: ARDUINO .....	53
5.1. BREVE HISTÓRIA SOBRE O ARDUÍNO .....	53
5.2 CONHECENDO O ARDUINO.....	54
5.3 ARDUINO UNO .....	55
CAPÍTULO 6. METODOLOGIA (INTERVENÇÃO).....	65
CAPITULO 7. RESULTADOS .....	71
CAPÍTULO 8. CONCLUSÕES .....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
APÊNDICE: PRODUTO EDUCACIONAL	

## Capítulo 1

### Introdução

Um dos maiores desafios no ensino de física é conseguir a atenção e o interesse dos discentes em estudar e aprender construindo o conhecimento a partir do que foi vivenciado no seu cotidiano. A maioria dos professores está acostumados a ensinar de forma mecânica, com fórmulas, gráficos, formulação de perguntas e respostas prontas, em que não necessita do senso investigativo e crítico dos estudantes. Pinheiro enfatiza que:

Quando falamos sobre o ensino de Física e de Matemática logo pensamos na questão em que ambas são tratadas como as disciplinas em que boa parte dos estudantes apresentam alguma dificuldade devido os cálculos, como por exemplo, nas aulas no qual o professor apresenta o conteúdo de forma tradicional, enaltecendo a memorização dos conceitos e das fórmulas, mas que logo os aprendizes não são capazes de explicar o que está sendo ensinado e a resolver os problemas matemáticos. (PINHEIRO, 2023, p.11)

Os professores, como mediadores do processo de ensino e aprendizagem, precisam promover a mudança no ensino, começando a considerar os conhecimentos prévios dos alunos, pois é a partir desses conhecimentos que as novas informações serão conectadas. Para Pivatto:

Se faz necessário transformar o conhecimento prévio em ações e expressá-las em forma de linguagens faladas, escritas ou por meio de símbolos. O fato é que subestimar as experiências pessoais dos estudantes seria um erro por parte dos professores, uma vez que a educação ocorre através da própria experiência do estudante. (PIVATTO, 2014, p.2014)

Para Batista, Fusinato e Blini (2009) o modelo tradicional de ensino traz consigo o conhecimento como um conjunto de informações transmitidas pelos professores aos estudantes. Os conhecimentos transmitidos pelos professores não são realmente absorvidos pelos estudantes, pois os alunos têm o papel de ouvintes, então, na maioria das vezes, esses conhecimentos são memorizados por curto período e esquecidos posteriormente, comprovando a não-ocorrência de uma aprendizagem significativa. Portanto a aprendizagem da física será potencialmente significativa para o estudante quando ele enxergar e compreender que essa ciência está em todo lugar e em constante transformação.

Vilaça (2012) relata que as aulas experimentais podem oportunizar aos

alunos o desenvolvimento de habilidades e favorecer ao professor momentos de aprendizagens, aperfeiçoando sua prática didática. No ensino de física a aula experimental é um grande aliado na compreensão e assimilação dos conteúdos, através dela o estudante consegue entender o que foi estudado, pois muitas vezes o objeto de estudo não é para ele de fácil visualização. A aula experimental chama atenção dos discentes, despertando a curiosidade e o interesse em estudar física, tornando-os mais assíduos ao participar das aulas.

É muito importante que a aula, além de experimental, traga os conhecimentos prévios do aluno, pois ele verá que tudo que acontece no seu dia a dia tem outra forma de explicação. No entanto, a aula experimental não pode ser feita apenas de materiais e métodos, como por exemplo, seguir uma receita pronta e acabada, pois isso significa que o aluno não adquiriu o conhecimento. Ele deve atuar na realização da experimentação de modo a reconhecer o conhecimento científico no seu cotidiano.

Esse diálogo se faz necessário, uma vez que a partir dele, o aluno pode interagir com seu cotidiano, fazendo uma relação entre tal cotidiano com a Física de forma consciente e concreta. Para o professor, a atividade experimental possibilita uma melhoria na sua postura didática, uma vez que possibilita o diálogo com os alunos e com isso ele pode inferir melhorias em sua postura didática, contribuindo para uma melhor relação de ensino aprendizagem. (VILAÇA, 2012, p.08)

É perceptível que a escola está longe de proporcionar o que deveria ao aluno e os educadores precisam rever suas práticas, propiciando a participação ativa/reflexiva do estudante na obtenção dos conhecimentos, estimulando-os a pensar, pesquisar, confrontar ideias e avaliar resultados, reavaliando suas concepções e aplicando os conhecimentos relativos ao estudo da termodinâmica dentro e fora do âmbito escolar. É corriqueiro os alunos relatarem que não gostam da disciplina de física, por ser difícil e com muitas fórmulas, deixando explícito o desinteresse e certa aversão aos conteúdos estudados.

Tomando por base esta problemática, o questionamento que norteou essa investigação foi: o uso do Arduíno pode facilitar a aprendizagem significativa no ensino da termodinâmica? No processo de ensino aprendizagem que vise a aprendizagem significativa é de extrema importância a utilização de diversas e diferentes estratégias (tendo em vista a pluralidade de sujeitos presentes em sala de aula) para explorar ao máximo as potencialidades e promover a percepção

entre ciências e tecnologia, possibilitando a compreensão do mundo através do desenvolvimento de conceitos básicos que percebam a aplicação desses conteúdos no cotidiano e aplicação para a vida em sociedade.

Para desenvolver essa pesquisa buscou-se fundamentação teórica na Teoria da Aprendizagem significativa descrita por David Ausubel apud Moreira e Masini (1982) e aplicando uma sequência didática descrita por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

A proposta de ensino adotada neste trabalho está ancorada com a aprendizagem significativa de Ausubel apud Moreira, Moreira e Masini, que define como o processo pelo qual uma nova informação se relaciona com outras ideias existente na estrutura cognitiva indivíduo, de modo que essas idéias estejam bem claras e disponíveis para servir de subsunçor. (Moreira, 2006, p. 13).

De acordo com essa perspectiva, o presente trabalho tem por objetivo investigar e aplicar a aprendizagem significativa com a sequência didática pautada nos três momentos pedagógicos, proposta por por Delizoicov e Angotti (1990), por meio da construção de uma mini estação meteorológica com enfoque no estudo da termodinâmica.

A dissertação deste projeto de pesquisa será organizada em sete capítulos, com as seguintes distribuições por temas: No capítulo 2, será abordada a fundamentação teórica, com a aprendizagem significativa de David Ausubel apud Moreira e Masini com aplicação na termodinâmica.

No capítulo 3, será explanado o conteúdo de termodinâmica, que tratará das relações entre calor e energia, e as variáveis de temperatura, pressão e umidade.

No capítulo 4, será detalhado o Arduíno e a construção de uma mini estação meteorológica, que consiste em uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto, para desenvolvimento de projetos, constituída de hardware (a placa para construir o projeto) e software (a IDE que é onde escrevemos o que o Arduino vai executar).

No capítulo 5, será explanada a metodologia de intervenção da sequência didática e no capítulo 6, será apresentado a aplicação e os resultados do produto educacional na sala de aula. Por último, será explanada a conclusão do trabalho, a partir da metodologia aplicada no produto educacional, com ênfase na

atividade experimental.

No capítulo seguinte faremos uma breve revisão sobre trabalhos que abordam o uso do microcontrolador Arduino como ferramenta pedagógica, dinâmica e não puramente observacional. As referidas dissertações têm como principal objetivo aliar os conteúdos a experimentação, auxiliando o aluno em suas construções pessoais, no despertar de seu interesse pela ciência e tecnologia.

## Capítulo 2

### Revisão bibliográfica com o Arduíno

Ao longo deste capítulo é feita uma breve descrição de dez trabalhos publicados sobre o uso do Arduíno. Como estratégia de busca das dissertações usamos o Google Acadêmico e o banco de dados de dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) escrevendo o descritor Arduíno como busca. Os trabalhos, abaixo, fazem referências ao uso da plataforma de prototipagem eletrônica, como ferramenta pedagógica no ensino de física.

Silveira (2016) discute que a Física Moderna, consolidada na primeira metade do século vinte, ainda apresenta-se como desafio à compreensão da grande maioria dos estudantes. Mesmo após mais de um século da produção dos artigos de Einstein, a Física Moderna no Ensino Médio ainda continua inicial. Ele defende que o desenvolvimento tecnológico a partir deste conhecimento está cada vez mais inserido na vida das pessoas nas mais variadas atividades humanas. Segundo ele, várias iniciativas têm sido desenvolvidas no intuito de introduzir conceitos de Física Moderna no ensino de Física, como o uso de simulações computacionais e pacotes experimentais comerciais em experimentos didáticos, porém, tais pacotes estão fora do alcance da maioria das escolas públicas devido ao custo elevado.

Buscando contornar esta situação e demonstrar a realidade da Física Moderna, Silva (2016) integrou às simulações, um pacote experimental real, de baixo custo, criado para demonstrar qualitativamente o efeito fotoelétrico e as propriedades elétricas do plasma. Optou pelo uso do microcontrolador Arduino na construção do kit experimental pela facilidade de aquisição aliada à disponibilidade de referências e a ferramenta de desenvolvimento apresentar-se na forma de software livre e fácil acesso. O autor relata que o microcontrolador é extremamente versátil e pode facilmente ser reutilizado em outros experimentos de física, diferente de kits comerciais, que somente servem ao experimento a que foram projetados.

O docente afirma que o kit foi desenvolvido e testado com sucesso, que o aplicativo é atrativo, pois foi possível demonstrar o efeito fotoelétrico e as propriedades elétricas dos plasmas aos alunos por meio da interação entre

hardware e software. As informações exibidas no gráfico foram julgadas compreensíveis pelos alunos, embora relate a necessidade de melhorias a serem feitas na interface e. O professor acredita ter conseguido êxito nos objetivos propostos para este projeto e que a proposta tenha um alto grau de aplicabilidade no Ensino Médio.

Paiva (2021) desenvolveu um produto educacional que reúne uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa que relaciona a temática dos conceitos vistos na cinemática do lançamento oblíquo com a prática experimental por meio da telemetria de lançamento de foguete de garrafa PET. O objetivo principal da pesquisa foi descrever a elaboração de um kit experimental para lançamento de foguetes de garrafas PET com uso do Arduino, através de cinco etapas de uma sequência didática que parte desde a investigação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos relacionados à cinemática até a demonstração que o ensino de Física pode ser promovido de uma maneira organizada, traduzindo seus fenômenos em problemas interessantes para os alunos, possíveis de serem resolvidos, observados na prática.

Os lançamentos dos projéteis foram realizados fora dos limites da escola devido às exigências de segurança dos envolvidos, em que num deles, os estudantes puderam observar uma boa precisão para o cálculo do alcance quando comparadas a trajetória real produzida pelo movimento do foguete com seu trajeto ideal, além de uma compreensão mais detalhada de outros conceitos inerentes ao movimento oblíquo como aceleração e a ação da força gravitacional. Ele declara que a prática proposta nas diferentes etapas da sequência didática e a participação efetiva somada à produtividade dos estudantes, evidenciou indícios de aprendizagem significativa, pois conseguiu identificar as dificuldades e desenvolveu estratégias de como os estudantes poderiam superar tais desafios. O professor almeja tornar o material instrucional para uso em qualquer ambiente educacional que motive e enriqueça as aulas sobre o tema proposto.

Souza (2023) apresenta um percurso investigativo qualitativo sobre o desenvolvimento, implementação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o Ensino Médio, abordando conceitos

de Movimento fundamentado na teoria da Cinemática Clássica e Cinemática Relativística. O seu objetivo foi identificar evidências de aprendizagem com significado e crítica. Como ferramentas pedagógicas foram utilizadas um experimento com a plataforma Arduino, simulações, vídeos e mapas conceituais. O seu referencial teórico é da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel articulada com elementos de outras teorias que compõem os princípios da UEPS, a saber: a Teoria de Educação de Novak, o Modelo de Gowin, a Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira. Ele relata ter conseguido bons resultados para o ensino de Cinemática Relativística com avanços significativos quanto ao desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

Júnior (2020) aborda o uso da plataforma Arduino como facilitadora de ensino ao apresentar no seu trabalho a elaboração de uma sequência didática nos moldes de Unidade Potencialmente Significativa (UEPS), com o propósito de contribuir para o ensino de Ondas no Ensino Médio. A pesquisa foi realizada com alunos do terceiro ano do Ensino Médio, do Centro Educacional Interativo, localizado no Distrito de Icoaraci, no município de Belém, Estado do Pará. Ele propôs um produto Educacional composto por procedimentos para a sua construção, exemplo de dados obtidos, comprovação da qualidade do seu funcionamento e os roteiros de atividades para serem utilizados em sala de aula a fim de viabilizar, através de atividades com o sensores ultrassônico do Arduino, para melhor aprendizado dos conceitos no Ensino de Física.

Segundo o autor, a forma de avaliação proposta, que não define numericamente uma nota para cada etapa do processo, deixa livre o docente para realizar tal estipulação, podendo causar dificuldades aos estudantes na interpretação de seus resultados. A ideia foi refletir e entender, de maneira preliminar, como a avaliação foi construída na presente proposta didática e como pode ser adaptada e reformulada pelo docente que a realizará em sala de aula. Os resultados positivos, descritos por ele, na aceitação das estratégias apresentadas, possibilitam e incentivam a continuar utilizando as UEPS no Ensino. Desse modo conclui-se que seu produto pode contribuir para o objetivo de ensinar ondas para os alunos do Ensino Médio preenchendo uma lacuna da formação do aluno nesse período.

Gomes (2022) discute o uso do microcontrolador Arduino acoplado a um sensor ultrassônico, usado para encontrar experimentalmente o período do movimento harmônico simples (MHS). A autora afirma a necessidade de inovar os métodos e técnicas de regência em sala de aula, principalmente na disciplina de física e com os alunos jovens e adultos, que trazem consigo grandes barreiras e limites de aprendizagem. Ela defende que seu objetivo geral foi analisar se houve um ganho na aprendizagem dos alunos por meio das aulas teóricas aliadas ao experimento com um microcontrolador Arduino.

Segundo Gomes (2022) utilizou como base para fundamentação teórica, assim como para a metodologia, a teoria da aprendizagem significativa, proposta pelo psicólogo David Ausubel. Considerou também dois pontos importantes da teoria: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Foram desenvolvidas quatro aulas com uma duração estimada de 2 horas/aula cada. A primeira aula foi voltada para a teoria, a segunda foi mais focada na revisão e aprofundamento, a terceira para realização de atividades contextualizadas e leitura do roteiro experimental e a última para o desenvolvimento da atividade experimental com o microcontrolador Arduino.

No seu trabalho foi apresentado como proposta o produto educacional, o roteiro experimental, a sequência didática, os questionários inicial e final e as atividades desenvolvidas. Ao analisar todo contexto do seu trabalho, como o conteúdo estudado, os materiais utilizados, a metodologia aplicada, a situação de aprendizagem que os alunos se encontravam, as muitas dificuldades, os conhecimentos prévios expostos, às atividades contextualizadas e os questionários desenvolvidos, ele declara que houve um indício de ganho na aprendizagem do conteúdo de movimento harmônico simples, pois por mais difícil que tenha sido tanto para os alunos, que nunca tinham ouvido falar em mhs e Arduino e para a professora apresentar algo novo, os resultados ao final do trabalho se apresentaram positivos e satisfatórios.

A professora destaca que os poucos alunos que participaram se mostraram interessados, curiosos com o experimento e demonstraram por meio dos questionários que gostaram de ter aprendido o conteúdo de MHS com o uso do Arduino, sentiram ser mais fácil de aprender a teoria com a aula prática, gostariam sim de ter novas aulas com o Arduino e compreenderam melhor situações do cotidiano que envolvem este conteúdo, além disso apresentaram

resultados satisfatórios nas atividades contextualizadas. Por meio do seu trabalho, ela espera fortalecer o exercício de união e amizade em grupo no ambiente escolar e também aumentar o interesse dos alunos pelo estudo do MHS.

Castro (2016) aborda em seu trabalho o emprego do Arduino e do Processing como ferramentas para o desenvolvimento de experimentos relevantes, de baixo custo e de qualidade adequada para o uso em substituição ou complementação aos laboratórios tradicionais de Física. Afim de realizar experimentos com adequada medição de variáveis físicas e apresentação destas medições em uma interface computacional. De acordo com ele, a interface computacional, comprovadamente, permite a apresentação dos dados de forma textual ou de forma gráfica, bem como o registro destes dados em arquivos do tipo texto para futuras análises.

O autor propôs três objetos educacionais contendo as informações e o procedimento para sua construção, exemplo de dados obtidos e comprovação da qualidade do seu funcionamento, bem como roteiros de atividades para serem utilizados em sala de aula a fim de viabilizar, através de atividades práticas, o aprendizado dos conceitos de Física aos alunos do Ensino Médio. Os objetos propostos por ele, estão acompanhados de atividades didáticas complementares que possibilitam a análise dos dados obtidos como principal ferramenta pedagógica para a introdução de alguns conceitos de Física aos alunos do ensino médio.

A proposta de montagem do experimento foi de forma colaborativa com os alunos, oportunizando a experiência de lidar com situações, fossem elas cotidianas ou acadêmicas, exigindo dos estudantes soluções ou elaboração de estratégias e de planos de ação para resolvê-las. O professor conclui que essa prática desenvolveu o interesse e a curiosidade do grupo, fundamentais para a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico, mas também favorece o desenvolvimento das habilidades e das competências necessárias para agir de forma objetiva na busca de uma solução para um desafio original dentro ou fora do contexto escolar.

Guedes (2019) desenvolveu o seu produto visando a utilização aberta do Arduino como ferramenta avaliativa, apresentando a vantagem de ser um software de plataforma aberta e apresenta inúmeros sensores adaptáveis

facilmente encontrados no mercado, os códigos de programação utilizados para o desenvolvimento do experimento desejado também podem ser encontrados em diversas bibliotecas virtuais e fóruns, tornando acessível à comunidade de programadores possibilitando a divulgação científica, o que facilita sua adequação a qualquer tema a que “o professor” queira abordar. Ele defende que o Arduíno possibilita o professor a entender e auxiliar o aluno em suas construções pessoais e no despertar de seu interesse pela ciência mostrando-a como uma ferramenta dinâmica e não puramente observacional.

O professor escolheu o assunto Cinemática para elaboração do seu estudo devido o grande destaque como primeiro conteúdo e sua ampla abordagem no ensino médio. Em seu trabalho foi utilizado o Arduino junto a experimentação e por meio da utilização de sensores específicos foi possível explorar e demonstrar a fenomenologia fugindo do abstrativismo. O autor relatou que o uso dos experimentos abordados complementou a aula e tornaram-se ferramentas motivadoras para a mesma, sendo bem recebidos pelos alunos que expressaram esse ponto de vista por meio de suas respostas apresentadas nos questionários. Foram utilizados por ele os pensamentos metodológicos de David Ausubel, que promoveram um maior desenvolvimento do aluno devido a exploração de suas concepções prévias.

O professor elaborou um questionário discursivo avaliativo e pessoal a respeito dos assuntos abordados durante o desenvolver da aula, onde foi possível pontuar sua satisfação com a metodologia e trabalhou dentro de suas respostas possibilitando a construção de uma aprendizagem significativa que, segundo o escritor, possibilitou o entendimento dos alunos a respeito dos conceitos, onde foi possível compreender e posteriormente corrigir as ideias, quando mal formuladas. Ele conclui que o seu produto educacional foi observado como o desenvolvimento de processo avaliativo baseado na utilização da tecnologia garantindo uma maior reflexão sobre os conceitos abordados e estabelecendo uma maior significância nas aulas podendo ser desenvolvido com a utilização de outros aparatos e abordando diferentes assuntos.

Vidal (2018) afirma que não é fácil ensinar os princípios da Termodinâmica para os alunos do Ensino Médio, dada a dificuldade de relacionar o dia a dia do aprendiz com o conhecimento acadêmico de forma significativa. Portanto, o seu

trabalho teve como objetivo propor um manual didático para a confecção de uma miniestação meteorológica portátil, tornando possível o estudo das variáveis de estado termodinâmicas utilizando o Arduino como plataforma de monitoramento, visando diminuir as dificuldades no ensino da Termodinâmica. Inicialmente ela apresentou uma breve explanação do ensino da Termodinâmica, posteriormente abordou a construção de instrumentos que serviram para tornar significativa a aprendizagem por meio da experimentação e da tecnologia. Na sequência, foi apresentada a aplicação do produto no Centro Educacional Agnus Dei. Por fim, ela afirma que a sua proposta pedagógica é diferenciada e viável, tanto para as escolas públicas quanto para as instituições privadas.

Pinto (2018) buscou discutir e apresentar evidências sobre as possibilidades do uso da tecnologia no ensino de Física, desenvolvendo seu produto educacional na forma de uma sequência didática, utilizando a tecnologia da plataforma de prototipagem Arduino para o desenvolvimento e utilização de uma mini estação meteorológica automática com o Arduino para ensinar e aprender os conteúdos prescritos e as habilidades pretendidas no Currículo da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

O autor planejou e executou, de forma colaborativa entre alunos e o professor, um projeto de inovação tecnológica para aquisição e monitoramento de dados meteorológicos de modo remoto e automático, que culminou em uma ação integrada de conscientização à comunidade local sobre os fatores de risco ao bem-estar físico e ambiental. Através da aplicação da sequência didática, ele afirmou ter observado a melhora significativa na aprendizagem dos conteúdos de Física pelos alunos, bem como o desenvolvimento de habilidades requeridas pelo Currículo. Para o término da sua proposta, os alunos fizeram a divulgação e a distribuição dos panfletos aos pais dos estudantes e para comunidade local, o que, segundo ele, originou ampla motivação e aceitação da comunidade escolar e do público alvo da campanha.

Coelho (2019) discute em seu trabalho a realização de um desenvolvimento teórico básico e um experimento sobre conceitos de luz e das cores com a utilização da plataforma Arduino. Ele fez observações e análises de como as pessoas enxergam os objetos e os distinguem a partir da luz e das cores. Para isto, ele e seus alunos iluminaram alguns objetos com as cores primárias vermelha, verde e azul, sendo a plataforma Arduino o controlador

básico.

O professor citado relata que os professores iniciantes na plataforma Arduino devem ter experimentos de fácil construção, para que suas aulas sejam mais lúdicas e produtivas tornando o aprendizado do aluno mais atualizado com as tecnologias que os alunos utilizam no seu dia a dia. Segundo o autor, avançar com experimentos mais complexos e que demandam mais tempo e envolvimento dos alunos na sua elaboração e construção, desempenhando um trabalho em grupo de acordo com as necessidades profissionais dos dias atuais.

O autor defende que esses experimentos auxiliam na aprendizagem do aluno, pois torna a aula mais próxima do cotidiano do aluno. O conhecimento da plataforma Arduino, segundo ele, dá oportunidade de o professor desenvolver e realizar outros experimentos para os alunos e compartilhar com outros professores, pois os professores podem utilizar e modificar o experimento de acordo com suas necessidades, já que é uma placa prototipadora de circuitos e controles de baixo custo, onde sua programação é de fácil compreensão e “open source”, ou seja, o software da plataforma Arduino chamado de IDE é grátis, onde esses experimentos são para o ensino de física destinados a alunos do ensino médio.

Coelho (2019) conclui que a utilização da caixa de cores em diversos públicos tornaria mais eficaz o estudo desta metodologia e sua aplicação em sala de aula, podendo realizar extensões e complementos deste experimento e outros, seus erros e acertos, para a sua melhoria ou modificação, assim a utilização do Arduino em sala de aula seria mais abrangente, atualizando o ensino como ferramentas tecnológicas.

## Capítulo 3

### Aprendizagem significativa

Neste capítulo realizamos uma apresentação da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, destacando as características mais importantes da teoria, nas quais organizamos este trabalho. Pontuamos sobre alguns teóricos relacionados, discutimos os métodos de avaliação e uma abordagem sobre a aprendizagem significativa em no ensino de física.

#### 3.1 A teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel.

Para Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante consegue relacionar uma nova informação com conceitos preexistentes e relevantes da sua estrutura de conhecimentos (MOREIRA; MASINI, 1982). Por isso, na aprendizagem significativa acontece uma interação entre a nova informação e o conhecimento prévio.

O conhecimento prévio necessário para a realização da aprendizagem significativa é chamado de subsunçor ou ideia-âncora, na qual o conhecimento adquirido interage com ele e se internaliza corroborando para uma diferenciação da estrutura cognitiva do sujeito que aprende (ARAGÃO, 1976).

Sendo assim, a aprendizagem significativa acontece quando a nova informação está ancorada a um subsunçor preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz. Ou seja, novos conceitos podem ser aprendidos significativamente, desde que outras ideias ou proposições relevantes e inclusivas estejam bem definidas na estrutura cognitiva do indivíduo e sirva como subsunçor para o novo conhecimento.

Segundo Moreira (2006, p.15) subsunçor é um conceito existente na estrutura cognitiva do aprendiz, que serve de ancoradouro para uma nova informação, de modo a atribuir significado para o novo conhecimento. Vale ressaltar que a aprendizagem significativa não é uma simples associação com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Com isso o subsunçor vai adquirindo novos significados, ficando mais diferenciado e capaz de servir de ancoradouro para novas informações.

Por exemplo, se o conceito de calor e temperatura já existem na estrutura cognitiva do estudante, estes servirão de subsunçores para o estudo de transferência de calor por condução, irradiação e convecção, na medida que esses novos conceitos forem aprendidos resultaria no crescimento, diferenciação e modificação dos subsunçores (calor e temperatura). Com isso opondo-se a aprendizagem mecânica, onde prevalece apenas a memorização das novas informações, deixando de lado o conhecimento prévio presente na estrutura cognitiva do estudante, com isso causando a não ampliação ou modificação desses conceitos relevantes, tornando a nova informação praticamente sem significado.

Segundo Moreira e Masini (1982, p.9), Ausubel define a aprendizagem mecânica ou por memorização é a aprendizagem de novas informações sem nenhuma conexão com os conhecimentos prévios do aluno, sendo armazenada de maneira arbitrária e literal, sem ligar-se a subsunçores existentes na estrutura cognitiva, que não resulta na aquisição de aprendizagem significativa.

Para a ocorrência da aprendizagem significativa, onde as ideias são relacionadas de maneira não literal ao conhecimento prévio do aluno, Ausubel diz que são necessárias duas condições: O material a ser aprendido ser potencialmente significativo e o aluno ter predisposição a aprender.

A aprendizagem significativa exige que os aprendizes manifestem um mecanismo de aprendizagem significativa (ou seja, uma disposição para relacionarem o novo material a ser apreendido, de forma não arbitrária e não literal, à própria estrutura de conhecimentos) e que o material que apreendem seja potencialmente significativo para os mesmos, nomeadamente relacional com as estruturas de conhecimento particulares, numa base não arbitrária e não literal. (AUSUBEL, 2000, p.72)

O material potencialmente significativo é aquele relacionável aos subsunçores relevantes e dentro da capacidade de aprendizagem do aluno. De acordo com (AUSUBEL, 2000, p.57) “Um mecanismo ou abordagem intencional significativos da aprendizagem, tal como já foi indicado, apenas ocorre num processo e em resultado da aprendizagem significativa, desde que o próprio material de aprendizagem seja potencialmente significativo.”

Para a ocorrência da aprendizagem significativa, além do material ser potencialmente significativo, é necessário e imprescindível a vontade do aluno à predisposição a aprender, o aluno deverá ter os subsunçores adequados e

relacionáveis ao novo material, pois se a sua intenção é somente de memorização, tanto a aprendizagem como o resultado dessa aprendizagem serão mecânicos ou sem significados.

Assim, independentemente da quantidade de potenciais significados que pode ser inerente a uma determinada proposição, se a intenção do aprendiz for memorizá-los de forma arbitrária e literal (como uma série de palavras relacionadas de modo arbitrário), quer o processo, quer o resultado da aprendizagem devem ser, necessariamente, memorizados ou sem sentido. Pelo contrário, independentemente da significação que o mecanismo do aprendiz pode ter, nem o processo nem o resultado da aprendizagem podem ser significativos, se a própria tarefa de aprendizagem não for potencialmente significativa – se não for relacional, de forma não arbitrária e não literal, com qualquer estrutura cognitiva hipotética na mesma área de matérias, bem como com a estrutura cognitiva idiossincrática particular do aprendiz. (AUSUBEL, 2000, p.72)

Para ter evidências da ocorrência da aprendizagem significativa, onde a autenticidade de um conceito causa retenção de sentidos evidentes, compreensíveis, discernidos e que podem ser transferíveis. É preciso tomar cuidado ao realizar testes simples e comuns, que contenham problemas onde os alunos se acostumem a memorizar exemplos, fórmulas, explicações, podendo obter apenas respostas inconscientemente memorizadas. Segundo Ausubel (2000, p. 131) “pode evitar-se melhor o perigo da simulação memorizada da compreensão significativa através de colocação de questões e de problemas que possuam uma forma nova e desconhecida e exigem uma transformação máxima de conhecimentos existentes.”

Moreira e Masini (1982) dizem que outra maneira de evidenciar a aprendizagem significativa é realizar testes de aprendizagem com conceitos dependentes de conhecimentos anteriores, e que não possam ser realizados sem o perfeito domínio do antecessor. Para a ocorrência da aprendizagem significativa surge a possibilidade da assimilação de um novo conceito com um mais inclusivo existente na estrutura cognitiva dos estudante, ocasionando a modificação da nova informação e do subsunçor.

Podemos tomar como exemplo o estudo da transferência de calor, se o estudante já possui o conceito de calor e temperatura bem estabelecidos em sua estrutura cognitiva, os novos conceitos (transferência de calor por condução, irradiação e convecção) serão assimilados aos conceitos mais inclusivos (calor e temperatura) já adquiridos. Agora, não somente o conceito de transferência de

calor adquirirá significado para o aluno, mas também o conceito geral de calor e temperatura que ele já tinha será modificado e mais inclusivo, tornando-se um produto da interação entre o novo conhecimento, potencialmente significativo, e o já existente, mais inclusivo. Assim, o princípio da assimilação pode facilitar na retenção do conhecimento, que acontece quando a nova informação aprendida permanece indissociável do seu subsunçor por um período variável de tempo, podendo ser reproduzida individualmente. Como afirma Ausubel:

A teoria da assimilação possui um valor explicativo considerável para a elucidação da natureza dos fenômenos quer da aprendizagem, quer da retenção significativas, pois ajuda a explicar a aquisição, retenção e esquecimento de ideias aprendidas de forma significativa e, também, o modo como se organiza o conhecimento na estrutura cognitiva. Acredita-se que a assimilação de uma nova ideia pode melhorar a retenção. (AUSUBEL, 2000, p. 107)

Para Moreira e Masini (1982), o significado da nova ideia tende a ser assimilado pelo conceito mais estável existente, e essa nova ideia torna-se pouco a pouco desligável do conjunto de ideias-âncoras do estudante, até não ser mais possível separá-las do produto da interação entre elas, e assim, poder dizer que houve o esquecimento. Daí surge a assimilação obliteradora.

Os significados de conceitos ou proposições componentes podem já não ser dissociáveis (recuperáveis) das respectivas ideias ancoradas, afirmando-se ter ocorrido uma assimilação obliterante ou um esquecimento significativo: a assimilação relativamente completa da especificidade do novo significado faz com que este já não seja dissociável (recuperável) da generalidade da ideia mais inclusiva ancorada na estrutura cognitiva (devido à subsunção obliterante) e considera-se, por conseguinte, estar esquecido. (AUSUBEL, 2000, 106)

Então, a assimilação obliteradora, é a continuação da aprendizagem significativa, não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Aqui, não significa que o subsunçor volta a ter o mesmo significado de antes da assimilação, mas sim ele é modificado. Vale ressaltar que se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que a aprendizagem tenha sido mecânica, não significativa.

### **3.2 Tipos de Aprendizagens significativas.**

De acordo com Ausubel há três tipos de aprendizagem significativa: a

*representacional, conceitual e proposicional.*

A aprendizagem *representacional* é a mais básica e a que mais se aproxima da aprendizagem por memorização, pois atribui significados de símbolos arbitrários (palavras) a seus objetos relacionados, que são reconhecidos com seus significados próprios ao que eles significam. É uma aprendizagem significativa pois há uma relação não arbitrária entre símbolo e objeto, ocorrendo uma equivalência representacional a conceitos relevantes na estrutura cognitiva.

Na aprendizagem por recepção (por memorização ou significativa), o conteúdo total do que está por aprender apresenta-se ao aprendiz em forma acabada. A tarefa de aprendizagem não envolve qualquer descoberta independente por parte do mesmo. Ao aprendiz apenas se exige que interiorize o material (ex.: uma lista de sílabas sem sentido ou de pares de associações, um poema ou um teorema da geometria) que lhe é apresentado, de forma a ficar disponível e reproduzível numa data futura. (AUSUBEL, 2000, p. 48)

Aprendizagem *conceitual* é também representacional, pois quando o aprendiz usa símbolos para representar objetos, porém separa as características suas essenciais, ele atribui significados a símbolos, contudo de forma categórica. Sendo assim, a aprendizagem conceitual ocorre quando o estudante percebe individualidades em eventos e passa a representá-los por símbolo e não depende mais do evento para dar significado ao símbolo. Ausubel define aprendizagem conceitual como:

...é necessário explicar-se a forma como a aprendizagem conceptual está relacionada com a aprendizagem representacional. Visto que os conceitos, assim como os objectos e as situações, se representam através de palavras ou nomes, apreender o que significam as palavras conceptuais (apreender qual o conceito representado por uma determinada palavra conceptual nova ou que a nova palavra conceptual possui um significado equivalente ao do próprio conceito) é, evidentemente, um importante tipo de aprendizagem representacional. (AUSUBEL, 2000, p.85)

Por exemplo, se para uma criança a palavra cadeira, que é um símbolo, significa apenas uma cadeira de uma residência, ela não tem ainda o conceito formado de cadeira, apenas uma representação. Mas quando uma pessoa tem o conceito de cadeira, esse símbolo representa uma infinidade de objetos, com propriedades e características comuns, diferente da aprendizagem representacional. No entanto, para chegar ao conceito de cadeira, provavelmente, o sujeito passou por representações de cadeira, uma vez

construído o conceito, ele passa a ser representado por um símbolo, geralmente linguístico.

A aprendizagem *proposicional* se contrapõe à aprendizagem representacional, pois a intenção não é aprender significados de símbolos ou conceitos isolados, mas aprender em forma de proposição significados de ideias expressas por grupos de palavras que representam conceitos, combinados em proposições ou sentenças. Dar significado a novas ideias expressas na forma de proposição.

Na aprendizagem proposicional, a tarefa de aprendizagem significativa não consiste em apreender o que as palavras representam individualmente ou combinadas, mas antes apreender o significado de novas ideias expressas na forma proposicional. Desta forma, na verdadeira aprendizagem proposicional, o objectivo da actividade de aprendizagem não é apreender proposições de equivalência representativa, mas sim o significado de proposições verbais e expressar ideias que não as de equivalência representativa. Por outras palavras, o significado da proposição não é simplesmente a soma dos significados das palavras componentes. (AUSUBEL, 2000, p.84-85)

As aprendizagens *representacional* e *conceitual* são pré-requisito para a *proposicional*, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos. A aprendizagem proposicional pode ser subordinada, superordenada ou combinatória. Analogamente, a aprendizagem conceitual pode ocorrer por subordinação, superordenação ou combinação, relativamente a conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva.

De acordo com Moreira e Masini (1982) a aprendizagem significativa tem três subclassificações propostas por David Ausubel para esse tipo de aprendizagem: *subordinada*, *superordenada* e *combinatória*.

A aprendizagem de conceitos do tipo *subordinada* é quando um novo conceito é potencialmente significativo relacionado a outro existente na estrutura cognitiva e adquire significado por meio da interação, ou seja, o novo material fica subordinado ao conhecimento que o aprendiz já tem.

A aprendizagem significativa é *subordinada* quando os novos conhecimentos potencialmente significativos são ancorados e interagem com conceitos prévios relevantes e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

A nova aprendizagem gera uma relação subordinante com a estrutura

cognitiva, quando um indivíduo apreende uma nova proposição inclusiva, à qual se podem subordinar várias ideias preexistentes, estabelecidas, mas menos inclusivas. A aprendizagem subordinante ocorre no decurso do raciocínio indutivo, quando se organiza o material apresentado de forma indutiva e se dá a síntese de ideias componentes, e na aprendizagem de abstrações de ordem superior. (AUSUBEL, 2000, 94-95)

Por exemplo, se o aprendiz já tem uma representação do que seja calor, a aprendizagem significativa de transferência de calor como por irradiação, condução e convecção, serão aprendidos por ancoragem e subordinados à ideia inicial de calor. Mas, ao mesmo tempo, como o processo é interativo, essa ideia inicial vai se modificando, ficando cada vez mais elaborada, mais rica e mais capaz de servir de ancoradouro cognitivo para novas aprendizagens.

A aprendizagem *subordinada* pode ser do tipo *derivativa* e *correlativa*. A *derivativa* é quando o novo conceito é derivado de outro já bem estabelecido existente na estrutura cognitiva do estudante. Na *correlativa* o novo material é uma extensão ou qualificação do conhecimento já existente.

De acordo com Moreira (2006) a aprendizagem *superordenada* é quando um conceito potencialmente significativo, mais geral e inclusivo é adquirido e passa a assimilar os conceitos que já existiam na estrutura cognitiva e que são menos desenvolvidos.

Retomando ao exemplo anterior, quando o aluno adquire os conhecimentos sobre transferência de calor por condução, irradiação e convecção, ele pode aprender que esses conceitos são dependentes do conceito de calor. Ao passo que a ideia de calor é adquirida, os conceitos, anteriormente aprendidos, assumem a condição de subordinados e o conceito de calor a condição de superordenado. Na aprendizagem superordenada os novos conceitos subordinam os que lhes originaram.

...quando um conceito ou proposição potencialmente significativo A, mais geral e inclusivo que ideias ou conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva a1, a2, a3, é adquirido a partir destes e passa a assimilá-los. As ideias a1, a2, a3, são identificadas como instâncias mais específicas de uma nova ideia A e subordinam-se a ela; a ideia superordenada A é definida por um novo conjunto de atributos criteriosos que abrange os das ideias subordinadas. Em outras palavras, à medida que ocorre a aprendizagem significativa, além da elaboração dos conceitos subsunçores, é também possível a ocorrência de interações entre esses conceitos originando, assim, outros mais abrangentes. (MOREIRA, 2006, p.34)

Existem situações em que a aprendizagem significativa não é

subordinada e nem superordenada. Quando o significado não é adquirido por um subsunçor, mas sim com um conhecimento mais amplo e mais abrangente, que o sujeito já tem em determinado campo de conhecimentos, então esse significado é adquirido por interação. Por exemplo, para entender o significado das expressões matemáticas na física, não basta ter os conceitos nelas envolvidos, é preciso um conhecimento mais amplo e bem estruturado de matemática e física. Ausubel define a aprendizagem combinatória como:

A aprendizagem significativa de novas proposições que não gera nem uma relação subordinada, nem uma subordinante, com ideias relevantes particulares na estrutura cognitiva (que não se podem subordinar a conceitos ou proposições inclusivos ou estabelecidos, ou não podem, por sua vez, subordinar ideias específicas e menos inclusivas), dá origem a significados *combinatórios*. Estes são potencialmente significativos porque consistem em novas combinações sensíveis de ideias anteriormente apreendidas, que se podem relacionar, de forma não arbitrária, a um vasto conjunto anterior de conteúdo geralmente relevante na estrutura cognitiva, em virtude da congruência geral dos mesmos em relação a tal conteúdo como um todo. (AUSUBEL, 2000, p.95)

Portanto, a aprendizagem *combinatória* é uma aprendizagem significativa onde a atribuição de significados a um novo conhecimentos é resultante de uma interação com outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, não há uma relação de subordinação nem superordenação entre os conceitos, e sim uma interação entre conteúdos mais amplo e geral existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

### **3.3 Princípio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.**

“A medida que a aprendizagem significativa ocorre, conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados, em decorrência de sucessivas interações” (MOREIRA; MASINI, 1982, p.21) Através de interações um dado subsunçor vai adquirindo novos significados, vai ficando mais diferenciado, mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas e esse processo está presente na aprendizagem significativa subordinada, principalmente na correlativa, pois os subsunçores estão sendo progressivamente diferenciados. É isso que se entende por diferenciação progressiva de um conceito, de uma proposição, de uma ideia, ou seja, de um

subsunçor.

Por exemplo, consideremos o conceito de força. Todo estudante já tem esse conceito antes de chegar à escola, mas com significados do tipo puxar, empurrar, fazer algum esforço físico que necessite aplicar uma força, etc. Na escola, aprenderá que existe a força gravitacional, que é devida à massa dos corpos, e que essa força é muito importante para o sistema planetário, é atrativa, permite o entendimento da queda dos corpos, é regida por uma determinada lei, etc.. Para entender que os corpos materiais se atraem e dar significado a essa força, o aluno provavelmente usará o subsunçor força, que já tem em sua estrutura cognitiva com significados de seu cotidiano, dessa forma, ao passo que ocorre interação, a força gravitacional adquirirá significados tornando o subsunçor força mais rico em significados, pois agora, além de significar puxar, empurrar e fazer esforço, significará também atração entre corpos que têm massa. Com o passar do tempo esse aluno poderá estudar outras forças fundamentais da natureza, e, se a aprendizagem for significativa, haverá uma interação entre o subsunçor força e o novos conhecimentos forças. Nessa interação, o conceito de força adquirirá novos significados para o aluno e o subsunçor força ficará mais diferenciado.

Segundo Ausubel, o princípio *diferenciação progressiva* deve ser levado em conta ao se programar o conteúdo, e as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas no início para, somente então, serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhes e especificidades. (MOREIRA; MASINI, 1982, P.21)

Ao se programar o conteúdo, além de partir de ideias mais gerais para mais inclusivas, deve-se conhecer e explorar as relações entre os conceitos, assim como diferenças e similaridades, ordenar hierarquicamente, elucidar inconsistências e integrar significados, dessa forma teremos uma *reconciliação integrativa*.

Na *reconciliação integradora* as novas informações são adquiridas e conceitos existentes na estrutura cognitiva são reorganizados, adquirindo novos significados. Esta reconciliação está presente na aprendizagem superordenada e combinatória, onde as ideias estabelecidas, no decorrer de novas aprendizagens, podem ser reconhecidas e relacionadas.

Seguindo o exemplo anterior relativo a força, se o aluno continuar

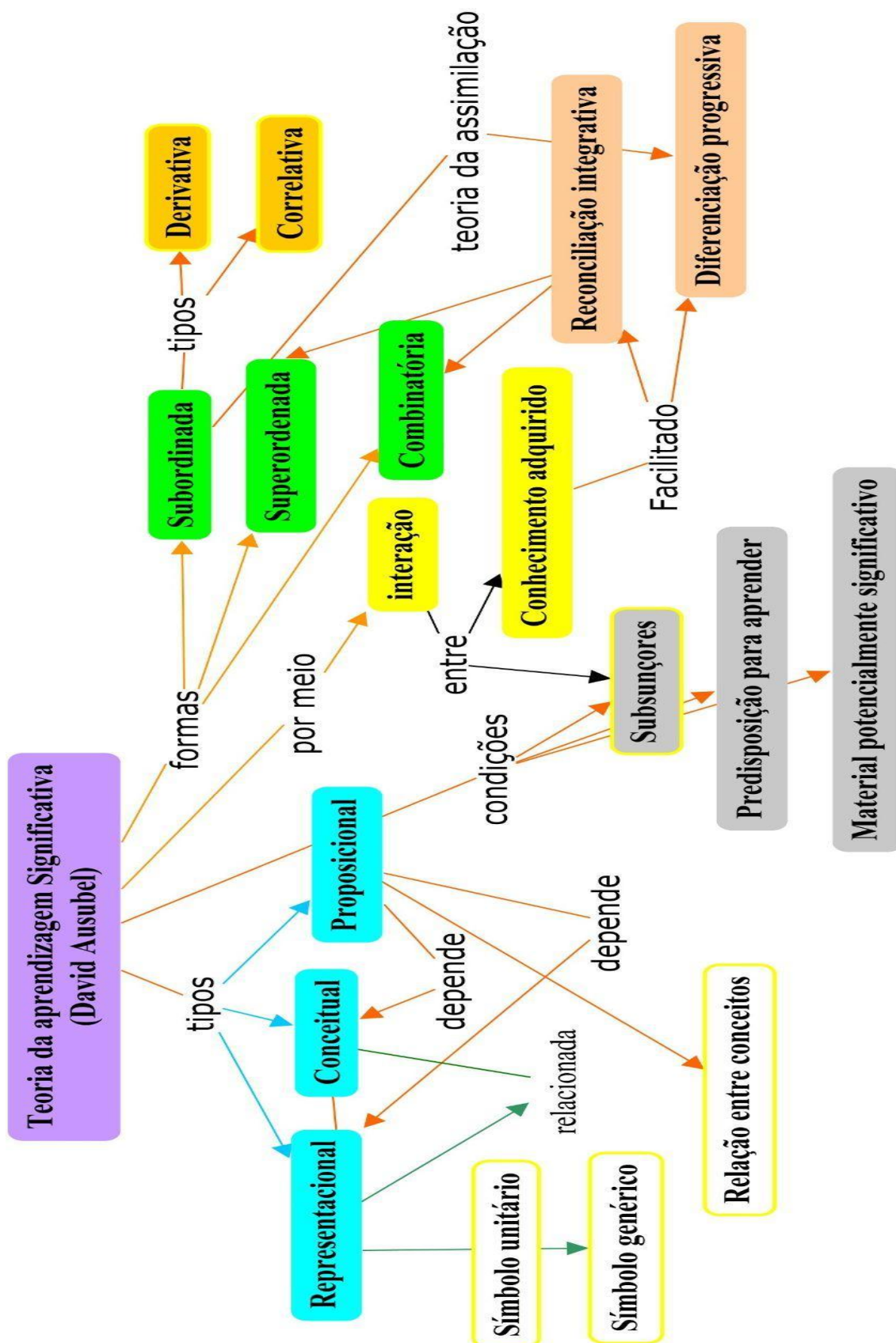
estudando Física, acabará incorporando ao subsunçor força, os significados relativos a, por exemplo, forças nucleares forte e fraca. Vários anos terão passado até que esse aluno, tenha, no subsunçor força, significados relativos à força gravitacional, à força nuclear fraca e à força nuclear forte. Para chegar nesse estágio o discente precisará ter feito muitas reconciliações entre as diferenças das forças que são apresentadas a ele (força resultante, força normal, força de atrito, força peso, força centrípeta, força centrífuga, força de empuxo). Então pode-se dizer que teriam sido feitas reconciliações integradoras.

A *reconciliação integradora, ou integrativa*, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significado, fazer superordenação (MOREIRA, 2006, P.36-37).

De acordo com Moreira e Masini (1982), a *diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa* são a essência da aprendizagem significativa, pois modificam a estrutura psicológica do aprendiz, ressignificando seus subsunçores, aprimorando os conceitos de forma hierárquica, facilitando a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos.

Na figura 1 está representado o mapa conceitual com a teoria da significativa de Ausubel, resumidamente, a fim de organizar ideias, facilitar o entendimento e ressaltar os conceitos usados neste trabalho.

Figura 1: Mapa conceitual teoria da Aprendizagem Significativa.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Para ocorrência da aprendizagem de novos conhecimentos é necessário a consolidação cognitiva dos conhecimentos prévios com novos conceitos. Para uma possível aprendizagem significativa é necessário a utilização de estratégias através de metodologias que auxiliem nesta aprendizagem. Portanto, a metodologia abordada foi os três momentos pedagógicos, será discutido na próxima seção.

### **3.4 Os três momentos pedagógicos**

A sequência didática escolhida foi os três momentos pedagógicos proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), originada da concepção de Paulo Freire (1987) para um contexto de educação dialógica, na qual enfatiza o professor como mediador do conhecimento fazendo conexão entre ciências e a realidade do cotidiano.

Para uma educação dialógica, segundo Moreira (2014, p.4) “estudar requer apropriação da significação dos conteúdos, a busca de relações entre os conteúdos e entre eles e aspectos históricos, sociais e culturais do conhecimento. Requer também que o educando se assuma como sujeito do ato de estudar e adote uma postura crítica e sistemática”. “Ensinar é criar possibilidades para produção ou criação do conhecimento, e não uma transferência”, de acordo com Paulo Freire (1987). A abordagem dos três momentos pedagógicos mostra-se como um meio facilitador para o crescimento e apropriação científica do conhecimento pelo estudante, sendo uma ferramenta metodológica. Nesse sentido, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) caracterizam a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos em três etapas: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. Que são detalhados a seguir.

**Problematização Inicial:** Esta primeira etapa do momento pedagógico caracteriza-se em apresentar questões ou situações elaboradas com temas que eles já conhecem no seu cotidiano, a partir de um tema significativo ao educando, permitindo que eles exponham suas opiniões e conhecimentos das Problematizações expostas. O objetivo deste momento é realizar explicações e um distanciamento crítico do estudante em relação às questões propostas, fazendo ele perceber a necessidade de se apropriar de novos conhecimentos

ainda não detidos. A postura do professor, nesse primeiro momento, deve ser questionadora, no sentido de lançar dúvidas sobre o assunto a ser estudado, e não fornecer explicações ou responder.

**Organização do conhecimento:** Este segundo momento é onde o professor, como mediador entre educando e o conhecimento a ser estudado, trabalha os conteúdos necessários para compreensão das questões lançadas na primeira etapa. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) enfatiza a importância da diversidade nas atividades a serem trabalhadas para organizar a aprendizagem. Sugerem exposições e definições pelo professor, exercícios de fixação, textos e experiências. Vale ressaltar que podemos usar as mídias (filmes e vídeos), aplicativos, simuladores, entre outros auxiliares da facilitação do conhecimento. É nesta etapa que os estudantes começam a desenvolver compreensão a respeito da Problematização Inicial.

**Aplicação do Conhecimento:** Este é o último momento pedagógico, onde o estudante vai aplicar seus novos conhecimentos, adquiridos na organização do conhecimento e na problematização inicial. O professor mantém a postura de problematizador, trazendo novas questões ou situações para serem interpretadas, de acordo com o conhecimento adquirido no segundo momento. Por meio dos três momentos pedagógicos é esperado que o estudante consiga relacionar o conhecimento científico com o vivenciado no seu dia a dia e um diálogo entre professor e estudante valorizando as opiniões e ideias, problematizando e contextualizando com objetivo de ampliar sua visão de mundo e acontecimentos a sua volta.

No capítulo 4 serão discutidos os referenciais teóricos da Física, que serviram de pilar para aplicação da metodologia deste trabalho, tendo como fundamentação teórica a teoria da Aprendizagem significativa descrita, sucintamente aplicada.

## Capítulo 4

### Física do Clima e Termodinâmica

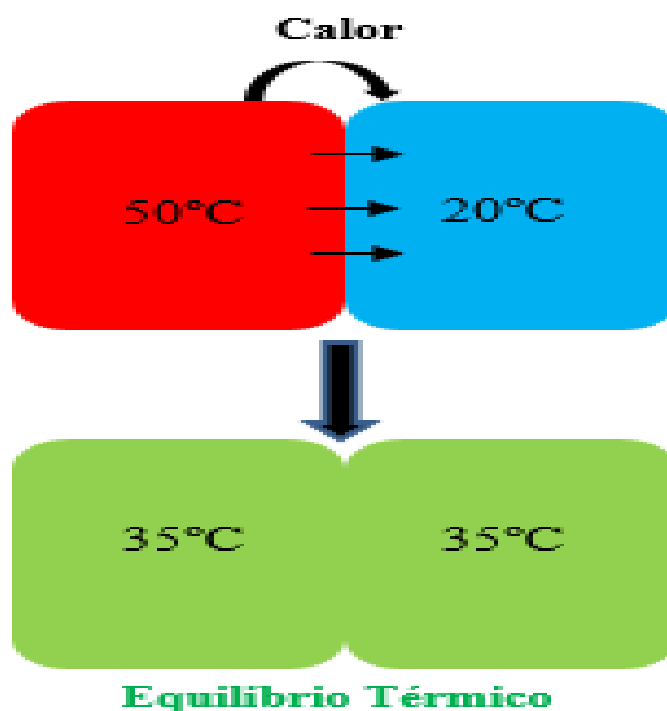
Neste capítulo discutiremos as relações e diferenças entre calor e temperatura, escalas termométricas, as leis da termodinâmica (lei zero e primeira lei), e, por fim, abordaremos as definições e relações entre temperatura, umidade e pressão.

#### 4.1 Calor e Temperatura

As ideias de “quente” e “frio” estão comumente presentes no nosso cotidiano, ao tocarmos um objeto, quanto mais quente ele estiver, dizemos que maior estará sua temperatura. Os conceitos de calor e temperatura geralmente são confundidos e definidos como sinônimos, porém calor é a energia térmica transferida de um corpo para outro devido a diferença de temperatura. Temperatura é a grandeza que mede o grau de agitação das partículas constituintes de um corpo. A diferença de temperatura entre os corpos é o que provoca a transferência de calor, ou o fluxo de calor de um corpo para outro. No processo de aquecimento da água em um fogão, temos a energia térmica sendo transferida da chama (alta temperatura) para o corpo (baixa temperatura), que, ao receber energia térmica em forma de calor, sofrerá um aumento de temperatura. Em outras palavras, “a energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas é chamada de calor”. (HEWITT, 2015, p. 287)

Um corpo só poderá transferir calor para outro enquanto houver diferença de temperatura, “assim o sistema de maior temperatura inicial, ao ceder calor, tem sua temperatura diminuída e o sistema de menor temperatura inicial, ao receber calor do primeiro, tem sua temperatura aumentada até o momento em que o equilíbrio térmico entre eles ocorre.”(FREIRE, 2019, p.26). Na figura 2 temos dois corpos de mesmo material e mesma massa, com temperaturas diferentes, são postos em contato, o corpo de maior temperatura tende a ceder calor para o de menor temperatura, até atingir o equilíbrio térmico.

Figura 2: Trocas de calor



Fonte: Autoria própria, 2024.

Para saber a temperatura que estão os corpos da figura 2 seria necessário o auxílio de um termômetro colocado em contato com os materiais até o termômetro atingir um valor estacionário, ou seja, o equilíbrio térmico com os corpos. De acordo com Youg e Freedman (2016) é atingido o equilíbrio térmico quando não existe mais nenhuma variação de temperatura do termômetro e dos corpos.

Na seção 4.2 vamos conhecer as três principais escalas termométricas mais conhecidas e usadas na construção dos termômetros, buscando relacioná-las através de dois pontos principais, ebulição da água e fusão do gelo.

## 4.2 Escala de Temperatura

Como vimos anteriormente, a temperatura está relacionada a sensação térmica de quente e frio, porém esses conceitos são muito relativos e não são suficientes para afirmar se um corpo está quente ou frio, principalmente quando são feitos de materiais e massas diferentes. Diante desse problema, surgiu a necessidade da criação de termômetros, que são equipamentos capazes de aferir, com maior precisão, a temperatura dos corpos.

Os termômetros têm sido historicamente graduados nas mais diferentes escalas, porém hoje em dia os mais conhecidos são na escalas Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) e Kelvin (K). Para Ramalho (2015), ao se graduar um termômetro é necessária a escolha de dois sistemas com temperaturas fixas e invariáveis no decorrer do tempo, essas temperaturas podem ser denominadas pontos fixos, sendo eles: ebulição da água (ponto de vapor) e fusão do gelo (ponto do gelo), sob pressão atmosférica de 1 atm. Para a graduar um termômetro comum de mercúrio, deve-se ter dois recipientes, como mostra a figura 3, um recipiente com gelo e água em equilíbrio térmico, e o outro recipiente com água em ebulição. Em cada recipiente, um por vez, o termômetro deve ser mergulhado e esperado um tempo, até que o termômetro fique também em equilíbrio térmico com o sistema. A cada um deles, vai corresponder uma altura da coluna de mercúrio, e a essas alturas são atribuídos valores numéricos de temperaturas. O ponto fixo mais baixo corresponde a fusão do gelo ou ponto de gelo e o mais alto, ebulição da água ou ponto de vapor.

Figura 3: Graduação de um termômetro.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A escala mais conhecida e usada no cotidiano é a escala Celsius, criada por Anders Celsius, sua graduação atribui ao primeiro ponto fixo  $0^{\circ}\text{C}$  (congelamento da água pura) e ao segundo ponto fixo  $100^{\circ}\text{C}$  (ebulição da água), dividindo em 100 partes iguais, com divisão de  $1^{\circ}\text{C}$ , vale ressaltar que, de acordo com Calçada e Sampaio (2012) esses valores correspondem a uma pressão de

1 atm, para outra pressão atmosférica, esses valores são inválidos.

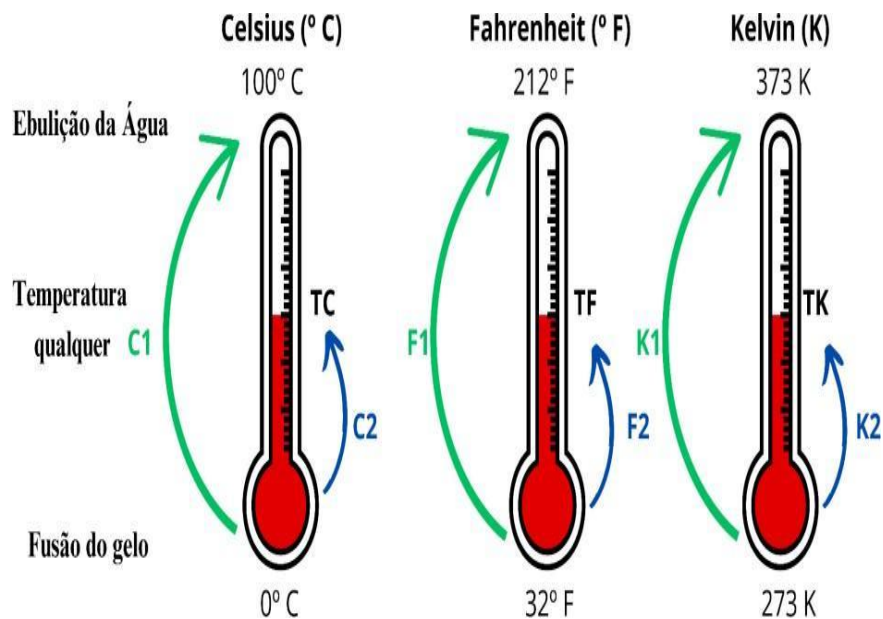
A escala Fahrenheit, comumente usada nos países de língua inglesa, principalmente Estados Unidos e Inglaterra, criada por Daniel Gabriel Fahrenheit, que escolheu 32°F para o primeiro ponto fixo, fusão do gelo e o segundo ponto fixo 212°F, ebulição da água, com 180 divisões com partes iguais, cada unidade de 1°F.

A escala Kelvin, usada principalmente pelos cientistas e denominada como escala padrão do Sistema Internacional de Unidades (S.I), foi criada pelo físico William Thompson, conhecido por Lord Kelvin. Esta escala termométrica é baseada na ideia do zero absoluto.

A definição do zero absoluto foi feita por William Thompson, e de acordo com Hewitt (2015), quando um gás sofre um resfriamento de 0 °C para - 1 °C, a pressão sofre uma diminuição de 1/273 do valor inicial. Portanto, Lord Kelvin entendeu que, ao levar a temperatura do gás até cerca de - 273 °C, a pressão deveria diminuir ao máximo e, por consequência, o movimento das partículas que compõem o gás cessaria. Para essa temperatura, o cientista determinou o valor 0 K, temperatura na qual a agitação das moléculas e partículas é interrompida. “Não existe nenhum limite superior de temperatura para um corpo, mas apenas um limite inferior, o zero absoluto: - 273,15 °C.” (CALÇADA; SAMPAIO, 2012, p.21). Por tanto o zero absoluto é o limite inferior de temperatura na natureza, que corresponde à menor temperatura possível a ser atingida e equivale a 0 K.

Kelvin determinou 0k para o primeiro ponto fixo, que corresponde a - 273,15 °C, e 373,15 para o segundo ponto fixo, correspondente a 100°C. A variação de 1 grau, é equivalente a exatamente 1 grau na escala Celsius. A relação entre as escalas termométricas Celsius, Fahrenheit e Kelvin pode ser observada na figura 4.

Figura 4: Relação entre as três escalas termométricas.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A Partir a figura 4, podemos relacionar as três escalas através da proporção de tamanhos iguais. Os segmentos C1, F1 e K1 vão do ponto de fusão do gelo ao ponto de ebulição da água nas três escalas termométricas. Os segmentos C2, F2 e K2 vão do ponto de fusão do gelo a um ponto qualquer das três escalas, e seguimentos três também têm tamanhos iguais.

Realizando:

$$\frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{F - 32}{312 - 32} = \frac{K - 273}{373 - 273} \quad (1)$$

Vamos substituir os valores na equação (1), sendo:

$$C2 = C - 0; C1 = 100 - 0.$$

$$F2 = F - 32; F1 = 212 - 32.$$

$$K2 = K - 273; K1 = 373 - 273.$$

Fazendo as substituições, temos:

$$\frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{F - 32}{312 - 32} = \frac{K - 273}{373 - 273} \quad (2)$$

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100} \quad (3)$$

Simplificando, temos:

$$(4)$$

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

## 4.3 Termodinâmica

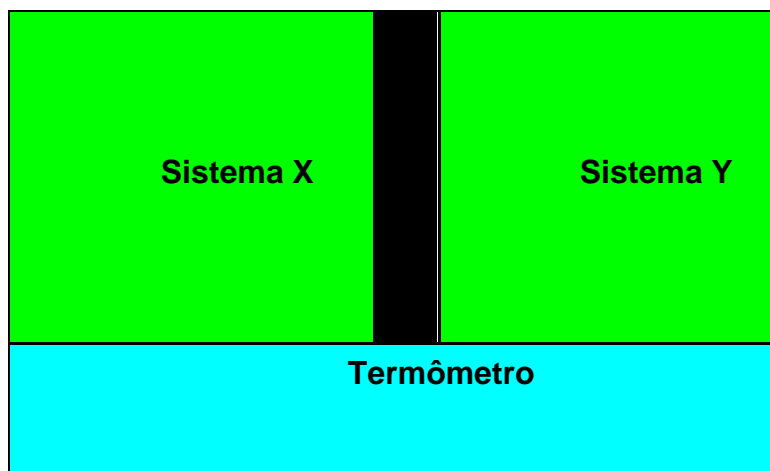
De acordo com Tipler (2009), o estudo da termodinâmica é centrado nos fenômenos fundamentados nos conceitos e relações entre calor, energia e trabalho, analisando quantidades de calor trocadas e os trabalhos realizados em um processo físico. Neste capítulo faremos breve explicação sobre a lei zero e a primeira da termodinâmica, em seguida, uma explanação sobre sistemas termodinâmicos, onde o estado do sistema pode ser descrito da forma macroscópica, como temperatura (T), pressão (P) e volume (V).

### 4.3.1 Lei Zero da Termodinâmica

O surgimento e a importância desta lei foi validado após a enunciação da primeira, segunda e terceira lei da termodinâmica, sendo caracterizada como básica para as demais, por isso recebeu o nome de *Lei Zero da Termodinâmica*. O foco principal desta lei é a troca de calor entre os corpos, até que o estado de equilíbrio seja atingido.

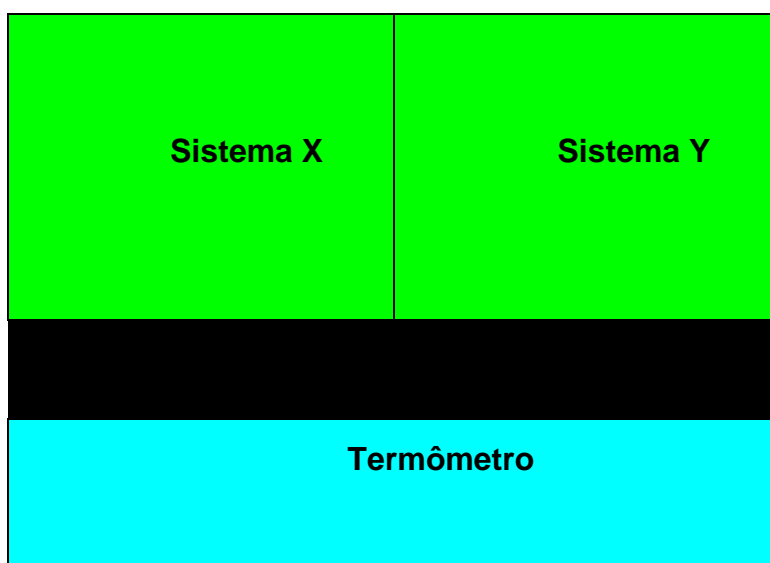
Por exemplo, imagine dois sistemas X e Y separados por um material isolante, e os dois em contato com um termômetro, como representado na figura 5. Quando a leitura do termômetro atingir um valor estável, no equilíbrio térmico, ele estará medindo a temperatura tanto do sistema X quanto Y, então X e Y também terão a mesma temperatura. Para provar isso basta isolar o termômetro dos sistemas X e Y, mostrado na figura 6, e permitir a interação entre os dois sistemas, então nada acontecerá, pois os sistemas estão em equilíbrio térmico, ou seja, com a mesma temperatura. Isso também aconteceria se o termômetro estivesse em contato separadamente com X e Y.

Figura 5: Equilíbrio térmico entre um termômetro e dois sistemas termodinâmicos isolados.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 6: Equilíbrio térmico entre dois sistemas termodinâmicos em contato e isolado do termômetro.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Por definição, “se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, então os três corpos estão em equilíbrio entre si.” (TIPLER, 2009, p.572) Segundo Freire (2019) um sistema está em equilíbrio térmico quando a temperatura de todo o sistema for a mesma, ou seja, quando não tiver mais a troca de calor entre as partes do sistema.

Esse conceito é muito usual no laboratório de Física para sabermos se dois corpos estão em equilíbrio térmico entre si, usamos um terceiro corpo, um termômetro. Se a temperatura do primeiro corpo for igual, em número, com a do

segundo corpo, então dizemos que os corpos estão em equilíbrio térmico.

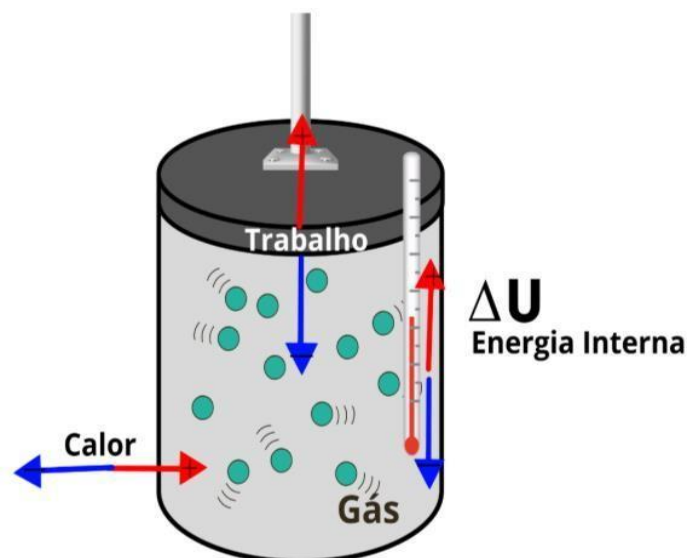
### **4.3.2 1ª Lei da Termodinâmica**

Durante a realização de tarefas simples no nosso cotidiano, como ligar um eletrodoméstico ou dirigir um carro, podemos observar as relações envolvendo calor, trabalho mecânico, transferência, conservação de energia e outros aspectos. Na tentativa de explicar como o calor produz trabalho, formulou-se a primeira lei da termodinâmica, que amplia o princípio da conservação da energia incluindo o calor. A sua enunciação diz que “Quando flui calor para um sistema ou para fora dele, o sistema ganha ou perde uma quantidade de energia igual à quantidade de calor transferido.” (HEWITT, 2015, p. 339)

Antes de detalharmos a primeira lei da termodinâmica é válido uma breve explanação sobre energia interna, considerado um dos conceitos mais importantes da termodinâmica. Podemos definir energia interna de um corpo, segundo Youg e Freedman (2016) como soma das energias cinéticas de todas as partículas acrescida da soma das energias potenciais. A energia interna de um corpo pode variar, aumentando ou diminuindo, saindo de um estágio inicial até um final, à medida que a temperatura é modificada, sendo grandezas diretamente proporcionais.

Para ficar mais evidente a explicação sobre a primeira lei da termodinâmica, vamos tomar como exemplo a figura 7, onde um sistema fechado contendo um gás, que pode receber ou ceder calor, realizando um trabalho de expansão ao aumentar o volume ou compressão ao diminuir, de acordo com a variação da temperatura, aumentando ou diminuindo a energia interna.

Figura 7: Primeira lei da Termodinâmica.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Fazendo uma relação entre:

Aquecimento:  $\Delta T > 0 \Rightarrow \Delta U > 0$ ;

Resfriamento:  $\Delta T < 0 \Rightarrow \Delta U < 0$ ;

Sistema realiza trabalho positivo:  $W > 0$ ;

Sistema realiza trabalho negativo:  $W < 0$ ;

Sistema recebe calor:  $Q > 0$ ;

Sistema cede calor:  $Q < 0$ .

Quando uma quantidade de calor ( $Q$ ) é fornecida ao sistema e este realiza um trabalho positivo, fazendo variar a sua energia total interna, que é representado pela expressão (5).

$$Q = W + \Delta U \quad (5)$$

Ou

$$\Delta U = W - Q \quad (6)$$

Em outras palavras, de acordo com a expressão (6), a variação da energia interna de um sistema é dada pela diferença entre calor trocado com o meio e o trabalho realizado no processo termodinâmico. Essa é uma outra forma também de enunciar a primeira lei da termodinâmica.

Na seção seguinte trataremos das transformações termodinâmicas, em que podemos usar a forma simplificada da primeira lei da termodinâmica.

## 4.4 Transformações termodinâmicas

Nesta seção vamos descrever quatro tipos específicos de processos termodinâmicos presentes em situações práticas. Sinteticamente, podemos dizer que essas transformações são isotérmica, que "mantém a temperatura constante", isobárica, que "mantém a pressão constante", o processo isocórico, que "mantém o volume constante" e adiabática, que "não envolve troca de calor". Vamos descrever esses processos usando a lei da termodinâmica em torno das variáveis termodinâmicas temperatura (T), Volume (V) e pressão (P).

### 4.4.1 Isotérmica.

Numa transformação isotérmica a temperatura não varia, sendo constante, tanto na compressão quanto na expansão isotérmica, a temperatura inicial e final do sistema é a mesma, então a variação da energia interna é zero ( $\Delta U=0$ ), então, quando a temperatura é constante, a energia interna também é constante. Toda energia que entra no sistema sob a forma de calor é transformada em trabalho ( $Q=W$ ), usando a expressão (5).

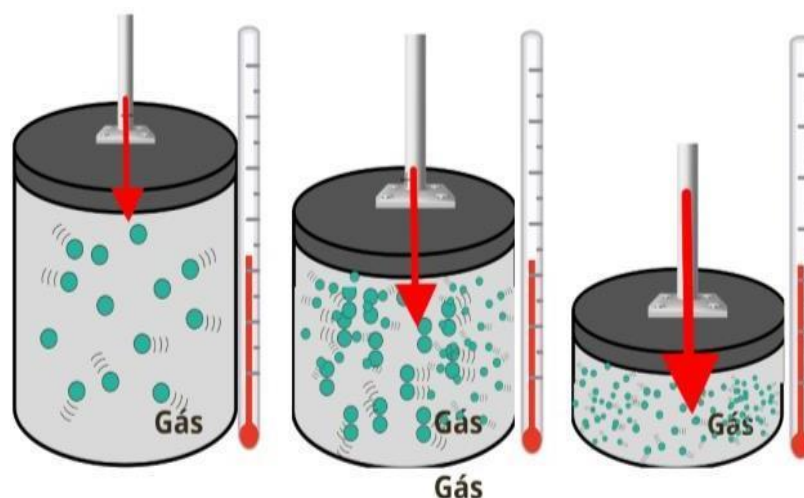
$$Q = W + \Delta U,$$

como  $\Delta U=0$ , então  $Q=W$ .

Na expansão isotérmica todo calor que entra no sistema é utilizado e transformado em trabalho, na compressão, o trabalho realizado é perdido em forma de calor. Em um processo isotérmico é válido ressaltar que é provocado uma variação do volume e da pressão de determinado gás, porém mantém-se a temperatura constante. Por exemplo, no êmbolo de uma seringa, se aplicarmos uma pressão externa sobre o êmbolo, aumentando a pressão interna, o volume do ar ocupado dentro da seringa diminuirá, se fizermos o contrário, diminuir a pressão interna, causando uma expansão do ar contido, o volume desse ar aumentará.

Uma forma também conhecida de exemplificar a transformação isotérmica é por meio da figura 8, onde temos um recipiente fechado contendo um gás, e com a temperatura mantida constante, ao gerar uma compressão cada vez maior, aumentando assim sua pressão interna, menor será o volume do gás contido dentro do recipiente.

Figura 8: Transformação Isotérmica.



Fonte: Autoria própria, 2024.

#### 4.4.2 Isobárica

Para explicar esta transformação termodinâmica tomamos como exemplo a prática de cozinhar, a maior parte dessa tarefa envolve processos isobáricos, pois a pressão do ar permanece essencialmente constante acima de uma panela enquanto a comida é aquecida.

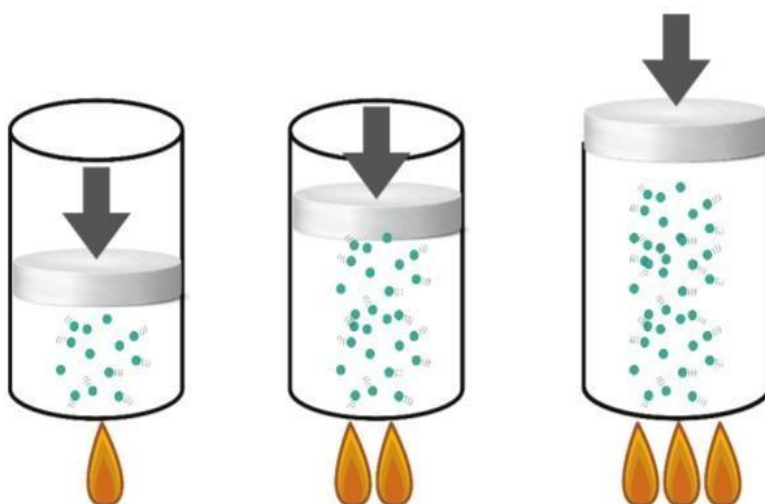
No processo isobárico, volume e temperatura são grandezas diretamente proporcionais, estando a pressão constante. Considerando que toda energia que entra no sistema na forma de calor ( $Q < 0$ ), então quando um gás, mantido a pressão constante se expande realizando trabalho, ( $W > 0$ ), a variação da sua energia interna também deve aumentar ( $\Delta U > 0$ ). Da mesma forma que se toda energia resultante sai do sistema em forma de calor ( $Q < 0$ ), o trabalho será realizado sobre o gás ( $W < 0$ ) gerando uma compressão, então a variação da sua energia interna também vai diminuir ( $\Delta U < 0$ ).

Podemos expressar a transformação isobárica com a fórmula padrão da primeira lei da termodinâmica, representada pela expressão (6).

$$W = P \cdot \Delta V \quad (6)$$

Onde  $P$  é a pressão constante sobre a qual o gás está submetido,  $\Delta V$  é a variação de volume. Como representado na figura 9.

Figura 9: Transformação Isobárica.

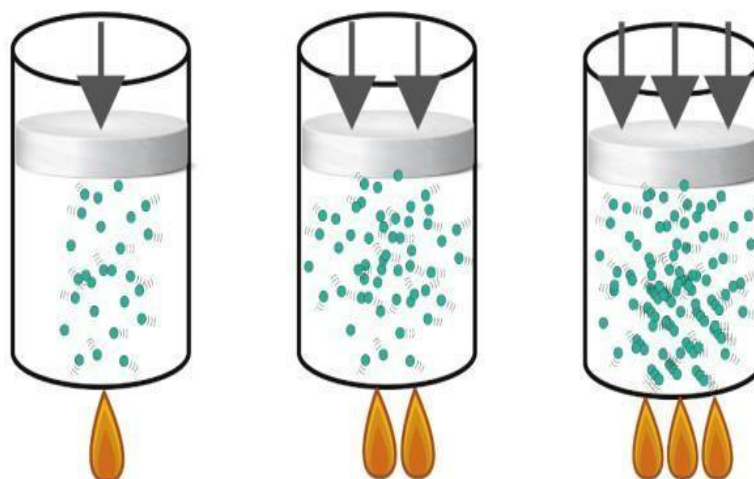


Fonte: Autoria própria, 2024.

#### 4.4.3 Isocórica

Quando um sistema é submetido a mudanças de temperatura e consequentemente mudanças de pressão, estas duas grandezas são consideradas diretamente proporcionais, enquanto o volume do sistema permanece inalterado. Um processo isocórico ou isovolumétrico é um processo termodinâmico que ocorre a volume constante. A transformação isocórica pode ser demonstrada como na figura 10.

Figura 10: Transformação Isocórica.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Segundo Young e Freedman (2016), um sistema termodinâmico, a volume constante, na maioria das vezes, não realiza trabalho sobre as vizinhanças ( $W=0$ ). Usando a primeira lei da termodinâmica, expressão (5), teremos:

$$Q = W + \Delta U$$

Como  $W=0$ , então,  $\Delta U = Q$ .

Todo calor adicionado permanece no interior do sistema, gerando aumento da energia interna. É importante ressaltar que existem formas de trabalho que não envolvem variação de volume, como exemplifica Young e Freedman, por exemplo ao realizar trabalho sobre um fluido agitando-o, e eles ressaltam que não é de todo aceitável usar o termo "isocórico" para estabelecer que é um processo onde nenhum tipo de trabalho foi realizado.

Para tornar o processo isocórico mais entendível para os estudantes, podemos tomar como exemplo os pneus de um carro, que sofrem transformação isovolumétrica. Em dias quentes, durante a calibragem, a pressão dada ao monitor é maior que em dias frios, pois havendo aumento da temperatura, a pressão aumenta e o volume permanece constante.

#### 4.4.4 Adiabática

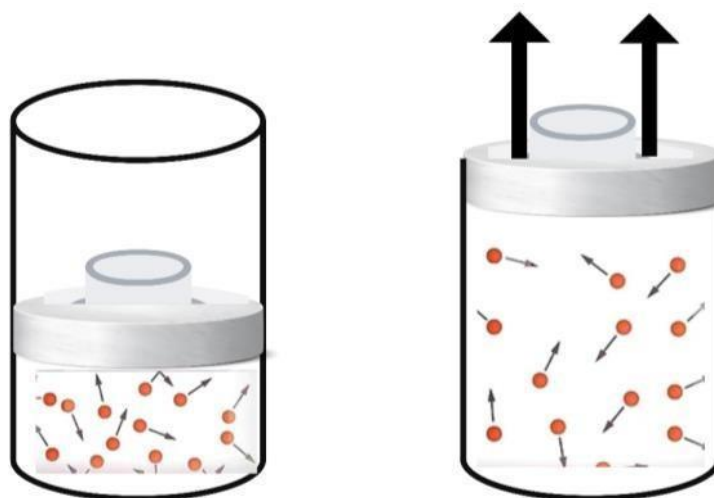
Um processo adiabático é caracterizado por não ocorrer trocas de calor entre o sistema e o ambiente, nem para dentro, nem para fora do sistema. Tanto na expansão quanto na compressão, o calor trocado é zero ( $Q = 0$ ). A variação da energia interna depende do trabalho realizado, usando a expressão (5).

$$Q = W + \Delta U,$$

Como  $Q=0$ , então  $\Delta U = -W$ .

De acordo com Young e Freedman (2016), quando o sistema sofre uma expansão adiabática, realizando trabalho sobre as vizinhanças, então esse trabalho será positivo ( $W>0$ ), logo, a variação da energia interna é negativa ( $\Delta U < 0$ ), ou seja, a energia interna diminui, representada na figura 10.

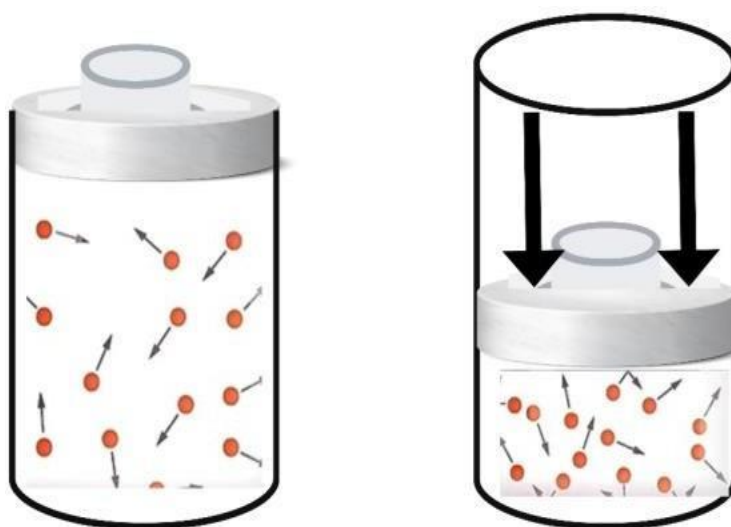
Figura 10: Expansão Adiabática.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Se acontecer o inverso, o sistema sofrerá uma compressão adiabática, o trabalho será negativo ( $W < 0$ ), sendo realizado pelas vizinhanças sobre o sistema, logo, a energia interna vai aumentar ( $\Delta U > 0$ ), figura 11.

Figura 11: Compressão Adiabática.



Fonte: Autoria própria, 2024.

“Em muitos sistemas (mas não todos), um aumento de energia interna é acompanhado de um aumento na temperatura, e uma diminuição na energia interna é acompanhada de uma queda na temperatura.” (YOUNG; FREEDMAN, 2016, p.292) Ou seja, na expansão adiabática o aumento do volume ocasiona a

diminuição da temperatura e diminuição da pressão. Na compressão adiabática, devido a diminuição do volume, é provocado o aumento da temperatura e conseqüentemente o aumento da pressão.

Nas aulas de física podemos citar o exemplo de um sistema adiabático com um antitranspirante aerosol, que ao pressionar um spray de aerosol, os gases são expelidos em altas velocidades, de maneira que não há troca de calor com o meio, ocorrendo variação do volume, da pressão, da temperatura e da energia interna da lata.

#### **4.5 Umidade e pressão atmosférica**

A atmosfera terrestre é aquecida pelo sol, sendo sua principal fonte de calor. No estudo termodinâmico da Atmosfera percebe-se a dependências das variáveis, como pressão (P), temperatura (T), volume (V) e energia (U), que caracterizam o estado de equilíbrio termodinâmico da atmosfera. Então se todas variáveis não mudam seus respectivos valores, por certo intervalo de tempo, dizemos que atingiram o equilíbrio termodinâmico. (VIDAL, 2018)

A atmosfera é o conjunto de gases, vapor d'água e partículas, constituindo o que se chama de ar, que envolve a superfície da terra" (SILVA, 2006, p. 99). A quantidade de água em forma de vapor presente na atmosfera depende do local, do tempo e das condições atmosféricas, Portanto, a distribuição da temperatura está também diretamente relacionada à concentração do vapor d'água na atmosfera, sendo uns dos principais responsáveis na absorção e emissão de calor, formação de nuvens e pelo conforto ambiental. A concentração de vapor d'água é variável, e se reduz com a diminuição da altitude, pois esta influencia o clima através da pressão atmosférica. "Por exemplo, o volume de vapor d'água na atmosfera pode variar praticamente de zero, em regiões áridas, até cerca de 3-4% nos trópicos úmidos. O conteúdo de vapor d'água na atmosfera está estreitamente relacionado com a temperatura do ar e com a disponibilidade de água na superfície terrestre." (AYOADE, 1996, p.15)

Sabemos que a pressão atmosférica é um dos fatores que propicia a relação inversa entre a altitude e a temperatura. Portanto nas regiões mais próximas ao nível do mar, isto é, possuem menores altitudes, sofrem maior pressão atmosférica e conseqüentemente são mais quentes, com temperaturas mais elevadas em relação às regiões com maior altitude, que sofrem menos com

a pressão atmosférica, tornando-se mais frias. Silva (2006) afirma sobre a pressão atmosférica.

O estudo da pressão atmosférica é muito importante bastando lembrar que, sendo o ar, um fluido, sua tendência é movimentar-se em direção às áreas de menor pressão, daí se desprende que o movimento da atmosfera está intimamente relacionado com a distribuição da pressão atmosférica, muito embora, existam outras forças intervenientes, que modifiquem bastante a tendência inicial do ar de mover-se para regiões onde a pressão estiver mais baixa. (SILVA, 2006, p.111)

Para aferir a pressão atmosférica em um determinado local é utilizado o instrumento barômetro. O seu funcionamento se divide em dois grupos: de mercúrio e aneróides. Sendo o primeiro mais preciso em relação ao segundo, mas o funcionamento de ambos consiste basicamente na densidade da massa de ar sobre um determinado local, ocorrendo movimento de expansão ou contração das massas, assim, os instrumentos determinam a pressão atmosférica.

Sendo assim, a pressão atmosférica total, medida como força por unidade de área, é composta pela soma parcial das pressões individuais dos gases que a compõem, cada um dos gases se comporta de maneira independente um dos outros, e está diretamente relacionada com a força da gravidade e a influência que ela realiza sobre as moléculas gasosas que compõem a atmosfera. Sabemos que, em função da gravidade, nos locais de menor altitude a pressão atmosférica é maior, sendo assim a concentração de partículas de ar também será maior em relação aos locais de maior altitude, aumentando assim a absorção de calor e conseqüentemente a temperatura, por isso a temperatura é uma grandeza inversamente proporcional as altitudes.

Ayoade (1996), os meteorologistas usam termômetros de máxima e mínima temperatura para aferir as temperaturas mais baixas e mais elevadas durante um dia. O termômetro de máxima temperatura contém mercúrio, que se eleva quando a temperatura aumenta e contrai quando a temperatura baixa. Já o termômetro de mínima temperatura é constituído de vidro e álcool, na elevação da temperatura o álcool se expande e na diminuição da temperatura, o álcool se contrai.

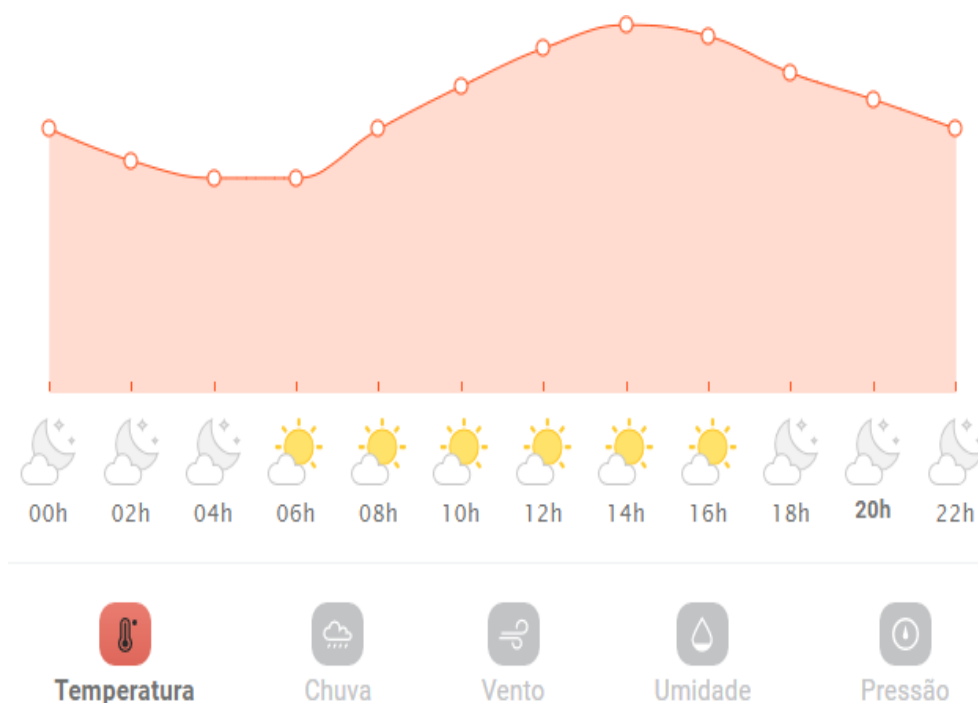
“Umidade é o termo usado para descrever a quantidade de vapor d’água presente na atmosfera.” (AYOADE, 1996, p.138) Existem variadas formas de verificar a umidade atmosférica, como por exemplo, a umidade absoluta do ar e

a umidade relativa do ar.

A umidade absoluta do ar é definida como a quantidade de vapor d'água por volume de ar em um determinado local, ou seja, é a quantidade total de água em estado de vapor presente na atmosfera, sendo expressa em  $\text{g/m}^3$ . A umidade relativa do ar é a relação entre a umidade absoluta e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode ser conservado na mesma temperatura e pressão quando saturados, em outros termos, é a relação entre a quantidade de água existente no ar e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura, sendo expressa em percentagem (%). As altas e baixas umidades são prejudiciais à saúde, sendo recomendado entre 50% e 60% , chamada de umidade relativa ideal.

As figuras 12 e 13 mostram dados climáticos da cidade de Missão Velha, no dia 24/07/2024, onde podemos observar as máximas e mínimas temperaturas (figura 12), e sua relação com a umidade (figura 13), sendo grandezas inversamente proporcionais. Por exemplo, às 14h a temperatura atingiu  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , e a umidade atingiu 41%, durante 04h e 06h a temperatura chegou a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , e a umidade chegou a uma média de 82%, comprovando a relação da irreversibilidade entre a umidade e a temperatura.

Figura 12: Dados climáticos sobre a temperatura da cidade de Missão Velha.



**Fonte:** <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/15-dias/cidade/981/missaovelha-ce>, 2024.

Figura 13: Dados climáticos sobre umidade na cidade de Missão Velha.



**Fonte:** <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/15-dias/cidade/981/missaovelha-ce>, 2024.

Compreendendo a importância dos estudantes conhecerem a relação entre umidade e temperatura no seu cotidiano, de forma atrativa e lúdica com os conhecimentos científicos e tecnológicos. Pensando nisso, buscamos mostrar esses dados climatológicos por meio da ferramenta Arduino, descrita no capítulo 5.

## Capítulo 5

### Arduíno

O Arduíno já possui um vasta e diversificada aplicação em pesquisas e projetos de Ensino de Física, utilizados na sala de aula do ensino médio. Dentre essas aplicações está o presente trabalho, que busca abordar o assunto de termodinâmica a partir da utilização de sensores que permitem a coleta e visualização em tempo real dos dados. O trabalho busca desenvolver uma mini estação meteorológica, abordando, principalmente, os conceitos de temperatura, pressão e umidade local.

A utilização do Arduíno nas aulas de Física, tem por objetivo despertar o interesse dos alunos, como uma ferramenta auxiliar e motivacional na interpretação e visualização dos conceitos físicos do dia a dia.

No ensino de física, o Arduino pode ser uma ferramenta auxiliar na interpretação e visualização de conceitos, estimulando o aluno a observar os fenômenos físicos do seu cotidiano, e permitindo a correção e o desenvolvimento de seus conhecimentos prévios, de acordo com a teoria de Ausubel.

#### 5.1. Breve história sobre o Arduíno

O projeto Arduíno teve origem em 2005, no Interaction Design Institute na Cidade de Ivrea, na Itália, desenvolvido pelos pesquisadores Massimo Benzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, com o objetivo de criar um dispositivo para elaboração de projetos de maneira mais simples e acessível, pois os produtos disponíveis no mercado eram caros e difíceis de usar. Banzi e Cuartielles tinham o objetivo de desenvolver um microcontrolador que pudesse ser utilizado por estudantes de arte e design em seus projetos. O único rigor imposto era que fosse acessível, tanto em relação ao custo quanto à compreensão e utilização, para os estudantes.

David Cuartielles foi o responsável pelo desenho da placa e seu aluno David Mellis por programar o software para executar a placa. A placa foi chamada de Arduíno em referência a um bar local frequentado na época por membros do corpo docente e alunos do instituto. As placas eram vendidas em forma de kit para que os estudantes fizessem seus próprios projetos. Designers

e artistas de outras áreas também quiseram usar o Arduino em seus projetos. Sua popularidade cresceu rapidamente quando perceberam que era um sistema de fácil utilização, baixo custo e que poderia ser usado em diversos projetos. (EVANS, NOBLE, HONCHENBAUM, 2013). De acordo com McRoberts (2011), a facilidade de utilização do Arduino é a maior e principal vantagem em relação a outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores. Qualquer pessoa, das mais diversas áreas podem aprender o básico e criar seus projetos em um curto intervalo de tempo.

## 5.2 Conhecendo o Arduino

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, que possibilita o desenvolvimento de projetos eletrônicos. O Arduino é constituído de hardware e software, tornando assim possível a realização de diversos projetos tecnológicos. A placa tem como principal componente o microcontrolador que executa os programas e avalia qualidade das entradas e saídas.

O Arduino, hardware e software, possuem licença de código fonte aberto. Por isso qualquer pessoa pode acessar para desenvolver softwares, projetos ou para outros fins. A placa Arduino é conectada ao computador por uma porta USB, que realiza a transmissão de dados e comandos por meio do software disponível.

Um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software. (MCROBERTS, 2011, p.22)

O Arduino tem um microprocessador Atmel AVR reduced instruction set computer (RISC), com um sistema que envolve um ambiente de desenvolvimento integrado ao hardware por meio de um IDE (ambiente de desenvolvimento integrado) para geração dos programas, chamados de sketches, que são enviados para a placa. O IDE foi desenvolvido em linguagem JAVA baseado no projeto processing. (ALVES et al, 2012).

A IDE do Arduino é um ambiente de desenvolvimento integrado, é um espaço onde você tem tudo que precisa para programar sua placa baseada nessa plataforma escrevendo seus códigos.

Temos várias versões do Arduino, todas com um microprocessador de 8

bits Atmel AVR reduced instruction set computer (RISC). A primeira placa foi baseada no ATmega8 rodando com velocidade de clock 16MHZ com memória flash de 8KB. Depois surgiram placas como o Arduino NG plus e a Diecimila, usava o ATmega168 com memória flash de 16KB. O Duemilanove e o Uno, versões mais recentes, usam o ATmega328 com memória flash de 32KB. O Arduino Mega1280, com memória de 128KB, ou o Arduino Mega2560, com memória de 256kb, são usados para projetos que necessitam de mais Entrada/Saída e mais memória. (EVANS; NOBLE; HONCHENBAUM, 2013).

### 5.3 Arduino Uno

O Arduino Uno é um microcontrolador, que transforma o sinal analógico em digital. A plataforma é composta por uma placa com memória flash de 32 KB, 14 pinos de Entrada ou Saída digital, que funcionam em 5V com corrente máxima de até 40 mA. A placa possui duas conexões para alimentação e um microcontrolador, e pode ser alimentada com cabo USB ou uma bateria. A figura 14 esta representada a placa Arduino Uno e seus principais elementos.

Figura 14: Principais elementos de uma placa Arduino Uno.



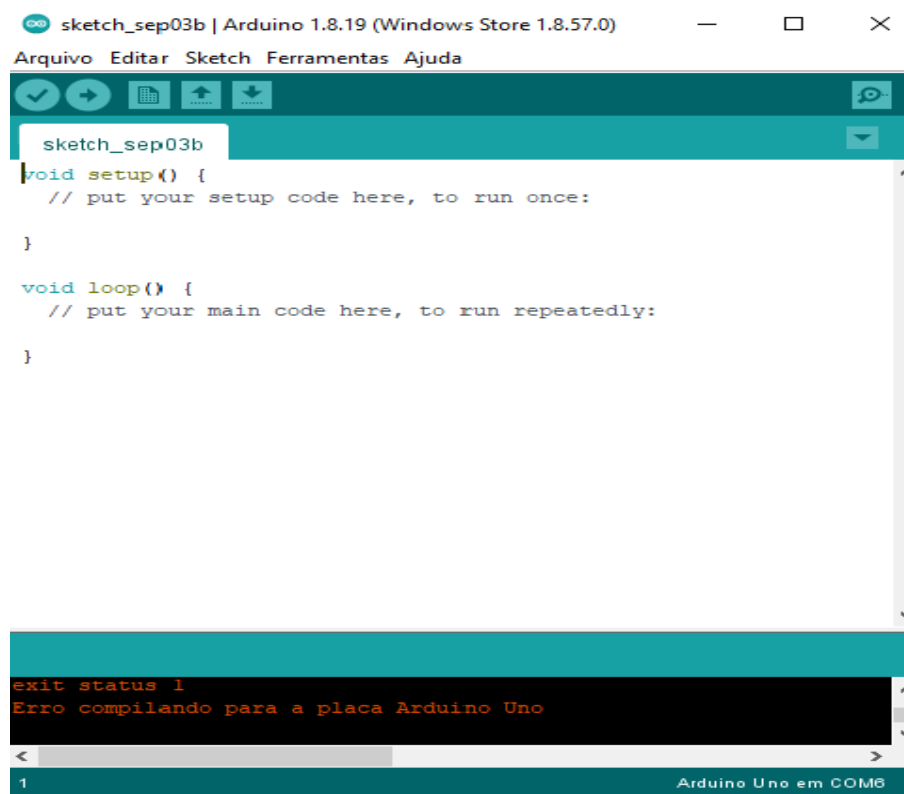
Fonte: Vida de Silício, 2024.

## 5.4 Programação

Outro componente da plataforma Arduino, é o ambiente de desenvolvimento, que funciona por meio de um computador onde é realizada a programação. Com linguagem baseada C/C++, bem definida e com estrutura simples. O IDE é baixado gratuitamente e pode ser usado também na versão online. O aplicativo está disponível no site <https://arduino.cc/en/Main/Software>, onde também podemos encontrar materiais de apoio.

As funções da IDE do Arduino são basicamente três: permitir o desenvolvimento do software, de enviá-lo à placa para que possa ser executado e de interagir com a placa Arduino. A figura 15 mostra a interface do programa.

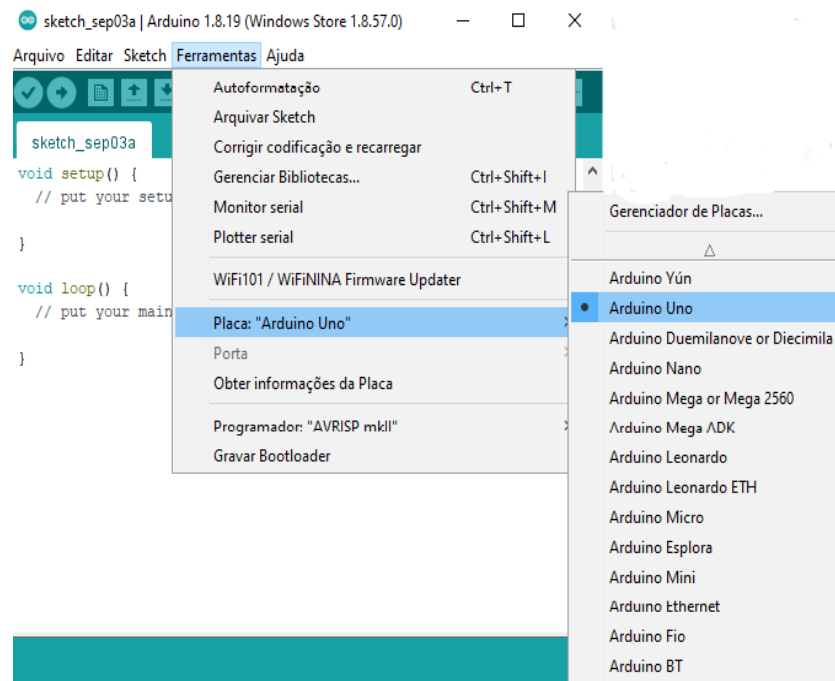
Figura 15: Interface IDE.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Após a instalação do software e ao conectar a placa ao computador, é necessário a especificação do tipo de Arduino e a porta COM. Para esse procedimento basta acessar no menu principal a barra de *ferramentas*, selecionar a placa e a porta correta, como na figura 16.

Figura 16: Selecionando a placa e a porta correta.

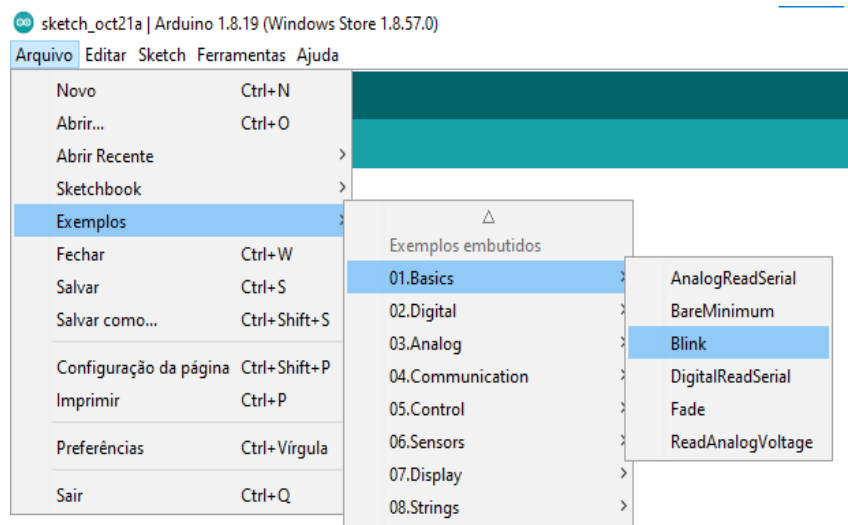


Fonte: Autoria própria, 2024.

Após estas configurações é desejável fazer o teste para verificar se o Arduino está funcionando corretamente. Esse teste pode ser feito com um exemplo simples, que consiste em acionar um LED através de uma saída digital.

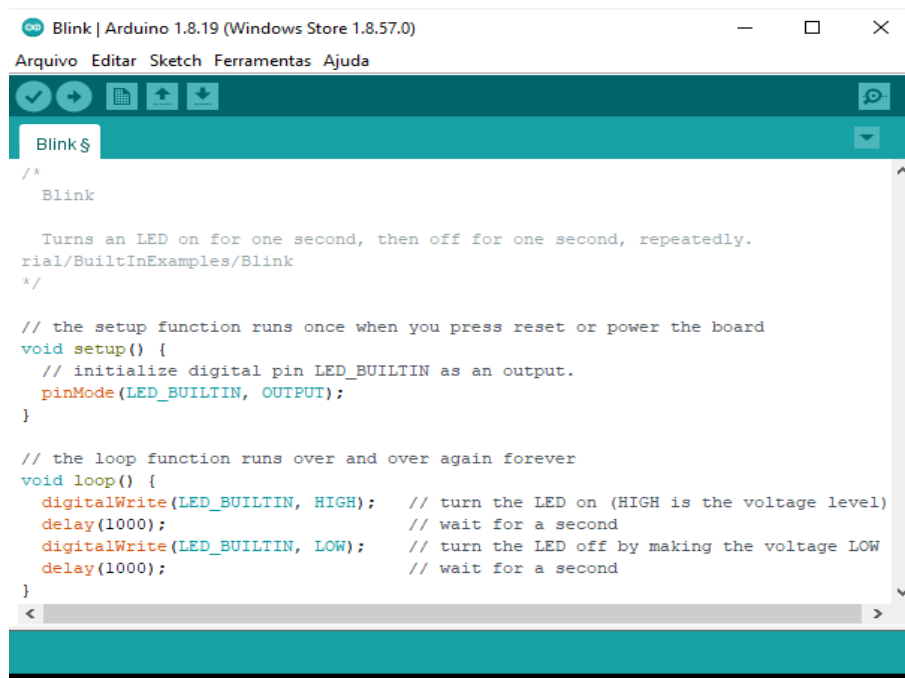
A placa Arduino Uno já possui um Led ligado ao pino digital 13 que pode ser utilizado para o teste, e na IDE podemos abrir o exemplo *Blink*, mostrado na figura 17, e em seguida compilação do código na placa, figura 18.

Figura 17: Abrindo Código Blink.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 18: Executando código Blink.



```

Blink | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
Blink $
/*
  Blink

  Turns an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
  rial/BuiltInExamples/Blink
*/

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}

```

Fonte: Autoria própria, 2024.

Após a verificação e compilação do código será exibida uma mensagem com a quantidade de bytes gerados pelo programa.

Para criar um programa é necessário conhecer duas funções obrigatórias no Arduino, `setup()` e `loop()`, que aparecem ao criar um novo sketch, que está representado na figura 19.

Figura 19: Tela inicial para novo programa.



```

sketch_jul10a | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
sketch_jul10a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

```

Fonte: Autoria própria, 2024.

A função `setup()` é chamada quando um sketch inicial, é responsável pelas configurações iniciais e para configurar os pinos (INPUT ou OUTPUT), ela é executada apenas uma vez, depois da placa ser alimentada ou acontecer um reset. O comando `pinMode()` é definido dentro da função `setup()`, é responsável por definir qual pino será usado e se irá trabalhar como entrada (INPUT) ou saída (OUTPUT). Em resumo, a função `setup()` é para configurar tudo que for usar dentro do código, as funções iniciais.

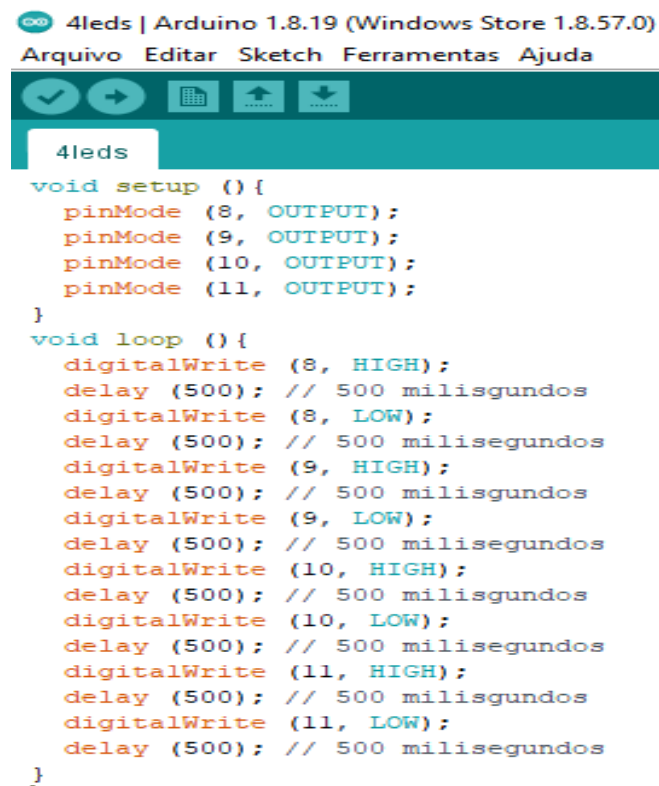
A função `loop()`, é onde vai estar todo o código de processamento de dados, que repete-se infinitamente enquanto a placa estiver ligada. Dentro desta função estão os comandos: `DigitalRead()`, de entrada, e `digitalWrite()`, de saída e `delay()`. O primeiro responsável por ler o estado de porta digital que está trabalhando como entrada (INPUT), identificando se o dispositivo está enviando sinal HIGH (5V) ou LOW (0V). O segundo comando é responsável por alterar o estado em uma porta digital que trabalha como saída (OUTPUT) para HIGH (5v) ou LOW (0v). É utilizado para enviar sinais e acionar componentes, como ligar um led. A função `delay()` é usada para pausar ou parar um código por alguns milissegundos, ou seja, o tempo necessário de espera para executar a próxima linha de código.

## 5.5 Códigos utilizados na sequência didática.

Para a intervenção da sequência didática, que compõe o terceiro momento pedagógico (a aplicação do conhecimento), foram utilizados os códigos que compõe a mini estação meteorológica e para o sensor de distância HC-SR04.

Na figura 20, o código do programa para as quatro LEDs consiste primeiro em declarar as portas a serem conectadas as LEDs, e posteriormente o tempo que cada uma irá ascender e apagar em milissegundos. As linhas de programação dentro das chaves `void setup()` são executados apenas uma vez. Nas chaves `void loop()` as LEDs ascendem cinco milissegundos e desligam, sendo executado enquanto o Arduino tiver ligado no computador ou em uma fonte externa.

Figura 20: Código quatro LEDs.



```

4leds | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

4leds
void setup () {
  pinMode (8, OUTPUT);
  pinMode (9, OUTPUT);
  pinMode (10, OUTPUT);
  pinMode (11, OUTPUT);
}
void loop () {
  digitalWrite (8, HIGH);
  delay (500); // 500 milisgundos
  digitalWrite (8, LOW);
  delay (500); // 500 milisegundos
  digitalWrite (9, HIGH);
  delay (500); // 500 milisgundos
  digitalWrite (9, LOW);
  delay (500); // 500 milisegundos
  digitalWrite (10, HIGH);
  delay (500); // 500 milisgundos
  digitalWrite (10, LOW);
  delay (500); // 500 milisegundos
  digitalWrite (11, HIGH);
  delay (500); // 500 milisgundos
  digitalWrite (11, LOW);
  delay (500); // 500 milisegundos
}

```

Fonte: Autoria própria, 2024.

Na figura 21, o código apresentado é um exemplo simples de como utilizar o sensor DHT11 para medir a temperatura e a umidade no microcontrolador Arduino. Para inclusão da biblioteca DHT a primeira linha do código inclui a biblioteca necessária para utilizar o sensor DHT11, facilitando a comunicação entre o microcontrolador e o sensor, permitindo ler a temperatura e a umidade de maneira simples.

Para definir os pinos e tipo do sensor, as duas linhas seguintes definem o pino digital 2 como a conexão para o sensor DHT11. Para inicialização do sensor o código `DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE)` cria um objeto chamado `dht` do tipo `DHT`, que é responsável por controlar o sensor. O pino de conexão e o tipo do sensor (`DHT11`) são passados como parâmetros para inicializar o objeto.

A função `setup()` é executada uma única vez quando o Arduino é iniciado. Dentro dela, a comunicação serial é iniciada com a função `Serial.begin(9600)`, que configura a taxa de transmissão dos dados. Em seguida, o sensor DHT11 é inicializado utilizando o método `dht.begin()`, que prepara o sensor para realizar as leituras. A função `loop()` é executada repetidamente durante a operação do

Arduino. O código começa com um *delay(2000)*, que introduz uma pausa de 2000 milissegundos entre cada leitura do sensor. Isso ajuda a evitar leituras muito rápidas que podem não ser precisas.

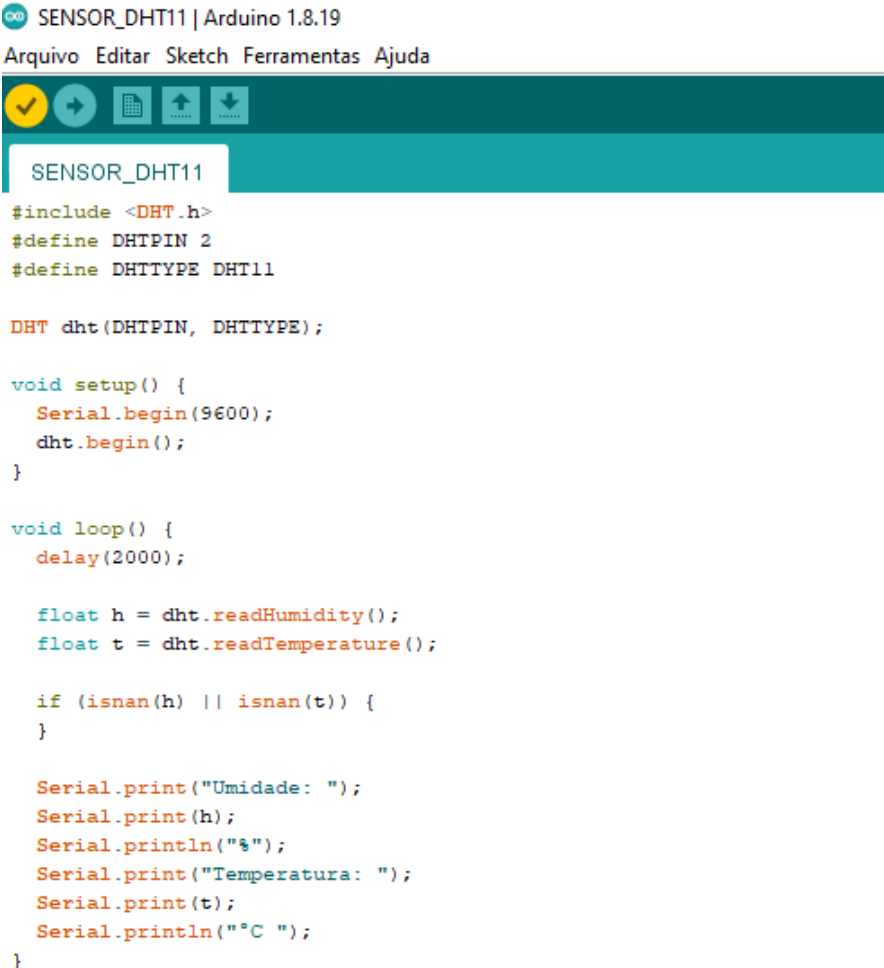
Para a leitura da umidade e temperatura utilizamos os métodos *readHumidity()* e *readTemperature()*, respectivamente. Os valores retornados são armazenados nas variáveis *h* (umidade) e *t* (temperatura), ambas do tipo *float*, que permite armazenar números com casas decimais.

Para verificar falha na leitura o código *if (isnan(h) || isnan(t)) { return }* verifica se a leitura da umidade ou da temperatura falhou, ou seja, se o valor retornado não é um número (NaN - "Not a Number"). Caso alguma das leituras seja inválida, o código interrompe a execução do ciclo atual com a instrução *return*, evitando a impressão de valores errados.

Para exibição dos valores no monitor serial, caso as leituras sejam válidas, o código imprime os valores da umidade e da temperatura no monitor serial. Para cada valor, o texto correspondente ("*Umidade:*", "*Temperatura:*") é exibido, seguido do valor obtido. A função *Serial.println()* é usada para adicionar uma nova linha após cada valor, facilitando a leitura dos resultados.

Este código demonstra como integrar um sensor de temperatura e umidade (DHT11) com um Arduino para capturar e exibir informações ambientais, utilizando funções simples para ler os dados do sensor e garantir que as leituras sejam válidas antes de exibi-las no monitor serial.

Figura 21: Código sensor DHT11.



```

SENSOR_DHT11 | Arduino 1.8.19
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

SENSOR_DHT11
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop() {
  delay(2000);

  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();

  if (isnan(h) || isnan(t)) {
  }

  Serial.print("Umidade: ");
  Serial.print(h);
  Serial.println("%");
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.print(t);
  Serial.println("°C ");
}

```

Fonte: Autoria própria, 2024.

A figura 22, o código utilizado para o sensor de distância HC-SR04. Tem o objetivo de medir a distância de um objeto e acionar um LED com base nessa distância. A primeira linha do código inclui a biblioteca do sensor ultrassônico por meio do comando *Ultrasonic.h*, que facilita a utilização do sensor. Esta biblioteca fornece funções para medir a distância através dos sinais de *Trigger* (disparo) e *Echo* (eco).

Para configurar o sensor, um objeto *ultrasonic* é criado a partir da classe *Ultrasonic*. O sensor ultrassônico utiliza dois pinos digitais, um para o sinal de *Trigger* (disparo) no pino 3 e outro para o sinal de *Echo* (eco) no pino 2.

Ao declarar o LED, o código define uma constante *ledVermelho* que representa o pino 8 do Arduino, onde o LED vermelho estará conectado. O LED será utilizado para indicar a distância medida pelo sensor ultrassônico.

Na declaração das variáveis de controle temos duas, a *microsec* (do tipo *long*) que armazenará o tempo que o sinal leva para ir e voltar até o sensor e *distanciaCM* (do tipo *float*) que armazenará a distância calculada em centímetros.

A função *setup()* é executada uma única vez quando o Arduino é inicializado. Dentro dela, a comunicação serial é iniciada com *Serial.begin(9600)*, permitindo a comunicação entre o Arduino e o computador. Também é configurado o pino do LED vermelho (pino 8) como saída com *pinMode(ledVermelho, OUTPUT)*.

A função *loop()* é executada repetidamente e é responsável por coletar a distância medida pelo sensor ultrassônico e acionar o LED conforme a distância.

A leitura da distância usamos o método *ultrasonic.timing()* mede o tempo necessário para o sinal de *Echo* retornar ao sensor após o disparo do sinal *Trigger*. Esse tempo é armazenado na variável *microsec*. Em seguida, a função *ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM)* converte o tempo em microssegundos para a distância correspondente em centímetros, que é armazenada na variável *distanciaCM*.

A função *ledDistancia()* é chamada para verificar a distância medida e, dependendo dessa distância, o LED vermelho é acionado ou desligado.

A distância medida pelo sensor é exibida no monitor serial utilizando *Serial.print()*. A unidade cm é adicionada após o valor com *Serial.println(" cm")*, e a função *Serial.println()* também faz a quebra de linha para facilitar a leitura dos dados.

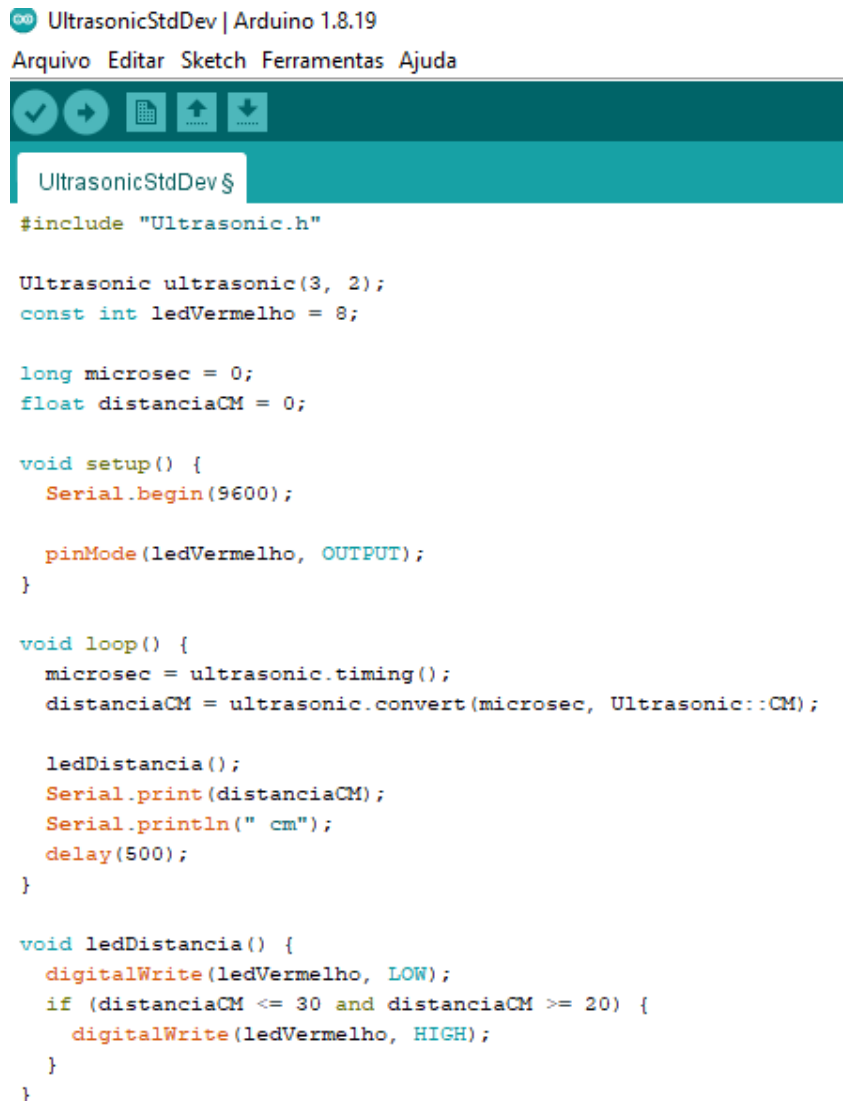
O código aguarda 500 milissegundos antes de realizar uma nova leitura da distância, evitando leituras excessivamente rápidas.

A função *ledDistancia()* controla o LED de acordo com a distância medida. Inicialmente, o LED é desligado com *digitalWrite(ledVermelho, LOW)*. Em seguida, se a distância medida estiver entre 20 e 30 centímetros, o LED é ligado com *digitalWrite(ledVermelho, HIGH)*.

Este código utiliza um sensor ultrassônico para medir a distância de um objeto em relação ao sensor e acionar um LED vermelho com base nesse valor. O LED é ligado quando a distância está entre 20 e 30 centímetros e, caso contrário, é desligado. A distância medida é exibida no monitor serial, permitindo acompanhar em tempo real as mudanças na distância. Esse tipo de controle é

útil em várias aplicações, como detecção de objetos em movimento, sistemas de alerta ou dispositivos automatizados de medição.

Figura 22: Código sensor ultrassônico HC-SR04.



```

UltrasonicStdDev | Arduino 1.8.19
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

UltrasonicStdDev $
#include "Ultrasonic.h"

Ultrasonic ultrasonic(3, 2);
const int ledVermelho = 8;

long microsec = 0;
float distanciaCM = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  pinMode(ledVermelho, OUTPUT);
}

void loop() {
  microsec = ultrasonic.timing();
  distanciaCM = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);

  ledDistancia();
  Serial.print(distanciaCM);
  Serial.println(" cm");
  delay(500);
}

void ledDistancia() {
  digitalWrite(ledVermelho, LOW);
  if (distanciaCM <= 30 and distanciaCM >= 20) {
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH);
  }
}

```

Fonte: Autoria própria, 2024.

No próximo capítulo, desenvolvemos a metodologia de intervenção, estruturada por uma sequência didática baseada nos *Três Momentos Pedagógicos* de Delizoicov e Angotti, realizada na Escola de Ensino médio Monsenhor Antônio Feitosa, no laboratório de informática com alunos da eletiva *Robótica Educacional*, constituída com estudantes do segundo ano de todas as turmas do turno da manhã.

O sensor de pressão atmosférica não foi utilizado, pois não conseguimos solda-lo.

## Capítulo 6

### Metodologia (intervenção)

Esta pesquisa foi realizada com a abordagem qualitativa, com a intenção de investigar e mostrar as potencialidades do uso das tecnologias no ensino da termodinâmica com o Arduino, tendo como aporte teórico a aprendizagem significativa e metodológico para a construção da sequência didática os três momentos pedagógicos, a fim de buscar tornar uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

A busca dos dados para esta pesquisa aconteceu na unidade escolar E.E.M Monsenhor Antônio Feitosa, constituída com estudantes do segundo ano de todas as turmas do turno da manhã, da disciplina eletiva *Robótica Educacional*, nos meses de abril, maio e junho. A turma escolhida é constituída por quarenta e dois alunos. Para a realização da sequência vale ressaltar a autorização do núcleo gestor e a disponibilização do número de aulas necessárias.

O objetivo foi desenvolver o conteúdo de termodinâmica, mais específico de temperatura, umidade e pressão, com a construção da mini estação meteorológica com o Arduino.

### Roteiro da Sequência Didática

#### **1º Momento Pedagógico: Problematização Inicial. (1 h/a aproximadamente).**

Inicialmente foi aplicado um questionário de sondagem sobre conceitos básicos, que tem como objetivo verificar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre Termodinâmica e Meteorologia. As questões que foram utilizadas no questionário:

- 1) De acordo com seus conhecimentos, o que significa calor?
- 2) O que significa temperatura?
- 3) O que significa dizer que o clima de Missão Velha está "úmido ou seco"?
- 4) Qual a relação entre temperatura e umidade do ar no nosso cotidiano?
- 5) O que você entende sobre pressão? Exemplifique, se achar melhor.
- 6) Como se calcula as temperaturas mínimas e máximas, dadas nas previsões do tempo?
- 7) Por que chove em um bairro e, às vezes, não chove em um bairro vizinho?

- 8) Como calcular quanto choveu em uma área?
- 9) Exemplifique as seguintes variáveis: temperatura, umidade e pressão vivenciadas no seu cotidiano.
- 10) Você já ouviu falar que é possível fazer uma mini estação meteorológica para medir temperatura, pressão e umidade? Sabe com qual recurso podemos fazer?

O questionário diagnóstico foi aplicado na primeira fase da sequência didática, através da ferramenta Google forms, um serviço disponibilizado pela Google, gratuitamente, para criar formulários online, e pode ser acessado através de um link. Esse serviço permite que o aluno envie a resposta ao professor imediatamente após responder todas as questões. O link do formulário foi disponibilizado no grupo da turma pelo WhatsApp.

Nessa primeira fase também foi mostrado (sem detalhamentos) o Arduíno Uno e seus componentes, os materiais para compor a mini estação meteorológica a serem utilizados posteriormente.

## **2º Momento Pedagógico: organização do Conhecimento (4 h/a aproximadamente).**

Este momento da sequência didática é definido como *Organização do conhecimento* dividido em duas etapas.

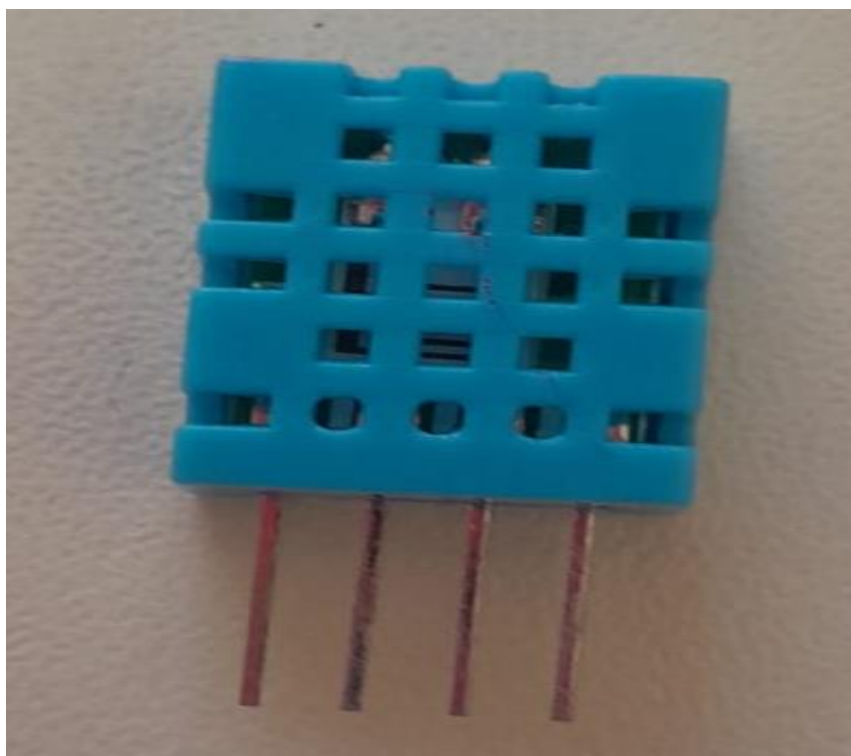
### **Organização do conhecimento sobre termodinâmica e meteorologia:**

Para realização da primeira etapa do segundo momento pedagógico foram necessárias em média 2 h/a (50 minutos cada aula). De início, a proposta era distribuir cópias de um texto para os alunos, onde abordasse os temas temperatura, umidade e pressão atmosférica em situações do cotidiano, mas a escola estava com dificuldade na impressão das cópias devido a falta de toner disponível. Então a solução foi a elaboração de um slide onde mostrasse situações do cotidiano com os temas citados anteriormente. Logo após foi apresentado um vídeo demonstrativo e explicativo sobre as estações meteorológicas. Neste momento o docente debateu com os estudantes o texto e o vídeo fazendo a mediação com os conceitos científicos da termodinâmica e meteorologia, dando ênfase maior aos conceitos de temperatura, umidade e pressão.

**Organização do conhecimento sobre o Arduino Uno:**

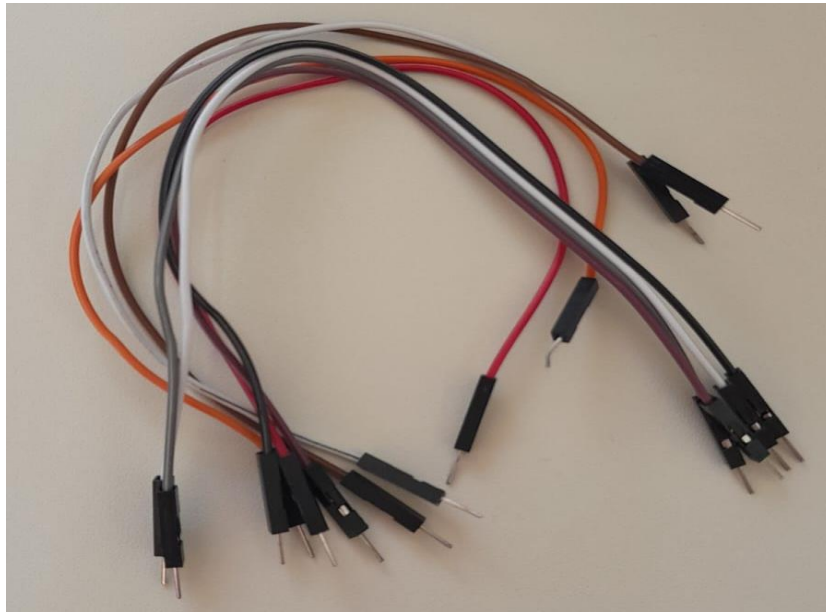
Para a segunda etapa da organização do conhecimento ocorreu no laboratório de informática, sendo necessárias em média 2 h/a (50 minutos cada). Tendo em vista que os alunos já tiveram um primeiro contato com o Arduino Uno e os materiais que irão constituir a mini estação meteorológica. Que são eles: Arduino Uno, protoboard, sensor de temperatura e umidade (DHT11) na figura 23, cabos Jumpers macho-macho na figura 24 e sensor de pressão BMP180 figura 25.

Figura 23: Sensor de temperatura e umidade, (DHT11).



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 24: Jumpers macho-macho.



Fonte: Autoria própria.

Figura 25: Sensor de pressão BMP180.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Por questões de estética visual e ludicidade, será montado também um sensor de distância ultrassônico HC-SR04, figura 26, para acender e apagar três LEDs (amarela, verde e vermelha), figura 27, pois ele detecta a distância de um objeto, e assim acionar cada LED correspondente a sua distância, com isso os

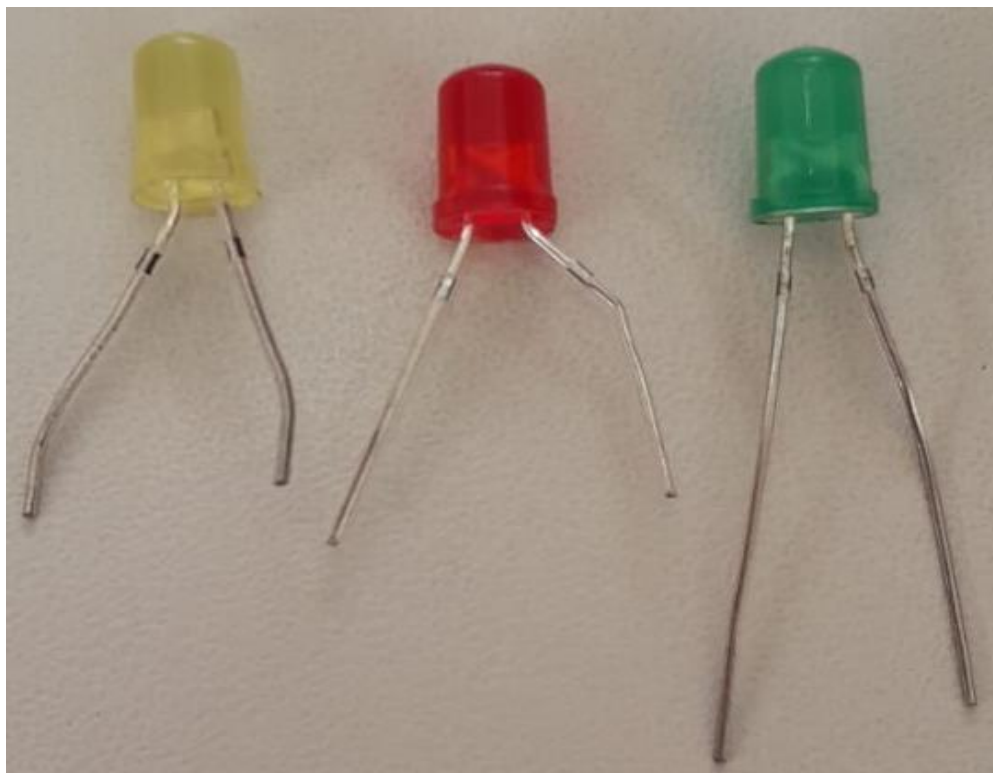
alunos sentem mais atraídos a participarem da montagem e dos testes. Em seguida foi apresentado o software IDE, já baixado e instalado nos computadores do laboratório de informática.

Figura 26: Sensor de distância ultrassônico HC-SR04.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 27: LEDs (amarela, verde e vermelha).



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Foi discutida noções básicas de programação no Arduino, a utilidade de cada material e sua função na estação meteorológica. Para o bom entendimento dos alunos, que nunca tiveram contato com o Arduino, foi demonstrada a montagem de um circuito, explicando passo a passo e os cuidados que devem ter para conectar corretamente os componentes.

### **3º Momento Pedagógico: Aplicação do conhecimento (3 h/a aproximadamente)**

O terceiro e último momento pedagógico a turma foi dividida em 3 equipes, uma média 10 integrantes cada equipe, devido a pequena quantidade de sensores disponíveis pelo professor. Os estudantes receberam os materiais que compõem a mini estação e tinham disponível o computador do laboratório de informática. O código de programação da mini estação foi disponibilizado pronto.

No último encontro os alunos apresentaram os resultados obtidos e observados, buscando responder o questionário realizado na Problematização Inicial.

## Capítulo 7

### Resultados

O primeiro momento da sequência didática aconteceu dia 18 de Abril com uma breve explicação aos alunos sobre o motivo da aplicação da sequência e o que seria feito durante essas 8 aulas. Em seguida foi aplicado o questionário com dez questões com o propósito de sondar os conhecimentos prévios dos discentes sobre os assuntos abordados nas aulas seguintes. A turma da eletiva *Robótica Educacional* é formada por 42 alunos, mas apenas 29 estavam presentes. Geralmente a frequência da turma é em média de 28 a 35 alunos, pois os demais, uma parte, são considerados evadidos e outros acabam frequentando alguma outra eletiva por equívoco ou interesse pessoal.

Os discentes tinham em média 50 minutos para terminar o questionário, porém alguns concluíram antes. Durante esse momento da sequência os alunos fizeram perguntas sobre o que seria umidade, diferença entre calor e temperatura, a relação da temperatura e umidade, e a influência dessas variáveis para a ocorrência das chuvas, mas as perguntas feitas pelos estudantes só poderiam ser respondidas após o questionário prévio e durante a sequência. Nota-se que as respostas da maioria dos alunos foram de acordo com a vivência e conhecimentos adquiridos no cotidiano. Abaixo estão algumas respostas referente ao questionário.

Figura 28: Resposta primeira questão do questionário.

1) De acordo com seus conhecimentos, o que significa calor?

29 respostas

É um aumento de temperatura que deixa nosso corpo mais seco.

É um estado ou uma condição de algo quente ou aquecido.

A sensação de alta temperatura ou a energia térmica em um ambiente.

Uma fonte de energia que pode ou não ser transmitida de um corpo para o outro

Energia de calor transmitidas por dois corpos

Calor é uma sensação térmica

De acordo com meus conhecimentos, calor é a forma de energia transferida entre corpos de diferentes temperaturas.

O calor é um corpo que flui espontaneamente de um corpo de maior temperatura para um de menor temperatura

Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 29: Resposta segunda questão do questionário.

2) O que significa temperatura?

29 respostas

- A temperatura é uma medida da intensidade do calor de um objeto ou ambiente. É geralmente expressa em graus Celsius (°C) ou Fahrenheit (°F).
- uma coisa que pode ser medida.
- É o nível de agitação térmica deixando algo quente ou frio
- E uma medida da intensidade do calor em um objeto, substância ou ambiente.
- Uma forma de medir o calor, como por exemplo medida em Celsius
- Temperatura é uma grandeza física que mede o grau de agitação térmica
- Temperatura é uma média que mede a agitação das moléculas no ar ou em um corpo
- Calor é a energia transferida entre corpos com diferentes temperaturas, enquanto temperatura é a medida da intensidade desse calor.

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 30: Resposta da terceira questão do questionário.

3) O que significa dizer que, por exemplo: o clima de Abaiara está "úmido ou seco"?

29 respostas

- Úmido meio molhado ou com um clima frio, seco é quando não há nenhum vestimento de molhado ou frio
- Úmido é pq está molhado ou contém umidade no lugar. Quando falamos que está seco não há umidade presente, está livre de líquidos ou umidade.
- A umidade relativa do ar está consideravelmente baixa
- Úmido está abafado e seco é pq esta muito quente
- Está sem frio ou calor
- Significa que aquele local tem um meio úmido, ou seja meio molhado.
- Temperatura
- Não sei
- Úmido, Dizer que o clima de uma região está "úmido" significa que há uma quantidade significativa de

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 30: Resposta quarta questão do questionário.

4) Qual a relação entre temperatura e umidade do ar no nosso cotidiano?

29 respostas

Não sei qual é a relação.
Ambas podem ser medidas
Em altas temperaturas combinadas com alta umidade podem resultar em uma sensação de desconforto
Se a temperatura estiver mais quente, a tendência é baixar a umidade do ar, quando há muita umidade presente no ar, a tendência é que chova em breve
Está relacionada ao conforto térmico que sentimos
A temperatura de um ambiente é elevada quando aquele local tem uma baixada umidade, e isso pode influenciar que ocorra alguns fenômenos como por exemplo a chuva.
A relação entre temperatura e umidade do ar no nosso cotidiano afeta nosso conforto e bem-estar, podendo tornar o ambiente abafado ou frio, e causar ressecamento da pele e das vias respiratórias.
Que quanto maior a umidade do ar menor está a temperatura

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 31: Resposta quinta questão do questionário.

5) O que você entende sobre pressão atmosférica? Exemplifique, se achar melhor.

29 respostas

É algo que pode ser ajustado de acordo com a temperatura
Pressão é a força exercida por uma substância em uma determinada área, um exemplo comum é a pressão atmosférica, que é a força que o ar exerce sobre os objetos à medida.
Uma força exercida
A pressão é a força exercida por um objeto sobre uma superfície.
Entendo que é algo que exerce uma força sobre um corpo sempre o empurrando para baixo.
A pressão é a força exercida por um objeto ou substância em uma determinada área. Um exemplo é a pressão do ar dentro do pneu de um carro, que afeta sua estabilidade e desempenho. Pressão baixa ou alta podem causar problemas no pneu.
Não lembro
É a uma força que podemos colocar

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 32: Resposta sexta questão do questionário.

6) Como se calcula as temperaturas mínimas e máximas, dadas nas previsões do tempo?

29 respostas

Através da umidade do ar
Calculando a diferença entre elas
Não sei
Através da umidade
Com base de modelos meteorológicos
Calcula o tempo.
Não sei explicar
Calcular a diferença entre a máxima e a mínima.
Não faço ideia

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 33: Resposta sétima questão do questionário.

7) Por que chove em um bairro e, às vezes, não chove em um bairro vizinho?

29 respostas

Por causa da pressão do vento
Pode ser por causa da vegetação que tem em um lugar e no outro tem pouca
Por que a nuvem carregada de água pode estar apenas em um determinado bairro.
Por decorrência de falta de nuvem com água no local que não houve chuva.
Por causa da temperatura, ventos e topografias que fazem com que não chova em bairros vizinhos
Esqueci o nome.
Áreas com maior arborização, vegetação e umidade tendem a chover mais.
Isso pode ocorrer devido a diversos fatores, como a distribuição irregular das nuvens, a influência de relevo.
Áreas com mais arborização, vegetação e umidade chove mais.

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 34: Resposta oitava questão do questionário.

8) Como calcular quanto choveu em uma área?

29 respostas

Fazendo a medida dos milímetros de chuva em um medidor

Não sei

Através de um aparelho colocado na região

Usando um medido de água, estalado em algum local a apropriado.

Usando um pluviômetro

Pegar o tanto que choveu e calcular.

Por milímetro

É necessário utilizar um instrumento de medição de precipitação.

O cálculo deve ser feito em milímetros e metros quadrados.

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 35: Resposta sétima questão do questionário.

9) Exemplifique as seguintes variáveis: temperatura, umidade e pressão vivenciadas no seu cotidiano.

29 respostas

Exemplo de temperatura: Ao acordar de manhã, a temperatura ambiente no quarto é de 20°C.

Exemplo de umidade: Após tomar um banho quente, o espelho do banheiro fica embaçado devido à alta umidade do ar.

Exemplo de pressão: Ao subir uma montanha, a pressão atmosférica diminui gradualmente, causando uma sensação de pressão nos ouvidos.

Panela no fogo, água.

Calor frio/água frio/vapor

Não sei 😊

Temperatura: a temperatura da panela é de 45C

Umidade: choveu e o clima ficou umido, devido a água presente no ar em maior quantidade

Pressão: Uma panela de pressão

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

O segundo momento, caracterizado como *organização do conhecimento*, aconteceu dia 25/04 (aproximadamente duas aulas) e dia 02/05 (aproximadamente duas aulas). No dia 25/04 compareceram 34 alunos na eletiva. A proposta inicial seria distribuir entre discentes cópias de um texto abordando os temas: temperatura, umidade e pressão atmosférica em situações

vivenciadas no cotidiano dos estudantes, porém devido ao baixo volume do toner disponível na escola para impressão das cópias, a melhor opção foi a elaboração de slides abordando os temas citados anteriormente.

Durante a apresentação de cada slide os alunos apontaram situações onde percebiam as variáveis citadas no dia a dia. Em seguida foi apresentado um vídeo explicativo sobre estação meteorológica. Posteriormente outro slide que abordava conceitos científicos sobre temperatura, umidade e pressão atmosférica estabelecendo relação entre os slides anteriores e o vídeo sobre estação meteorológica.

No dia 02/05 estiveram presentes 34 alunos da turma. Os estudantes foram para o laboratório de informática junto a professora, onde tiveram o primeiro contato com a placa Arduino UNO e com o software (IDE). Foi apresentada primeiro a função de cada componente e a maneira correta de conectá-los, e principalmente, os cuidados a serem tomados para não danificar os materiais. Após a apresentação de cada componente, foi apresentado o software (IDE) no datashow, e nesse momento, a turma foi dividida em média de 3 a 4 alunos por computador, distribuído entre as dez máquinas com a interface IDE, e um Arduino para cada equipe. Na escola existem 11 kits de Arduinos básicos, nível 1, como mostrado na figura 36.

Figura 36: Kit Arduino básico.



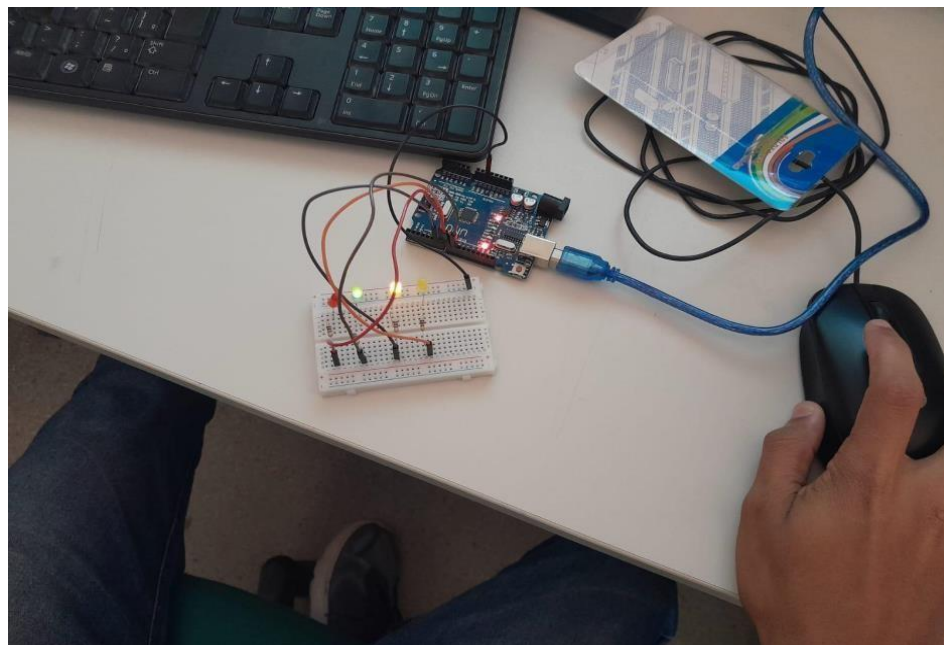
Fonte: Autoria própria, 2024.

Foi explicado cada item do programa (menu principal, compilar/verificar, salvar, carregar, abrir novo programa, monitor serial e biblioteca de exemplos prontas dentro do menu principal). As equipes conectaram a placa Arduino com o cabo USB no computador e verificaram, com ajuda da professora, se a placa estava conectada por meio do menu ferramentas, gerenciando a placa e a porta que o Arduino está conectado. Logo em seguida, os estudantes abriram o *exemplo Blink*, como mostrado na figura 17, e executaram o código de acordo com a figura 18, que mostra sua estrutura para verificar se a placa estava funcionando corretamente, esse código permite um LED piscar por um intervalo de tempo definido usando o recurso `delay`. Os estudantes puderam mudar os intervalos de tempo, diminuindo e aumentando, para observar a velocidade que o LED piscava e apagava.

Em seguida a professora orientou os estudantes a montar um circuito formado por 4 LEDs (2 nas cores laranja, 1 vermelha e 1 verde), 4 resistores de 220 Ohms e 5 cabos jumpers macho-macho, com o intuito dos alunos observarem a relação entre o intervalo de tempo e a velocidade que cada led acendia e apagava, tendo a opção de modificar esses intervalos. Os alunos tiveram dificuldades nas montagens, principalmente na posição das LEDs e nas conexões entre a placa Arduino e protoboard, sendo necessário um atendimento individual por equipe, a fim de explicar e corrigir as conexões incorretas para obter o bom funcionamento do código ao ser compilado. Após esse atendimento individual restaram poucos minutos da aula, então decidimos guardar os kits e deixar os Arduinos montados para serem testados no próximo encontro. Nesse momento os alunos expuseram suas dúvidas.

O terceiro e último momento da sequência, ocorreu em 3 aulas, dia 09/05 (duas aulas) e 23/05 (uma aula) no Laboratório de Informática (LEI). No dia 09/05 compareceram 34 alunos da turma. Os discentes foram orientados a retomar o programa da aula anterior (02/05), para testar a montagem dos componentes com o código na placa Arduino. Primeiro os estudantes fizeram a conexão com o computador e verificaram se a placa estava sendo reconhecida, em seguida abriram o código (salvo nos computadores pela professora) referente a montagem dos quatro LEDs e executaram o código na placa, como mostrado na figura 37.

Figura 37: Montagem de quatro LEDs.



Fonte: Autoria própria, 2024.

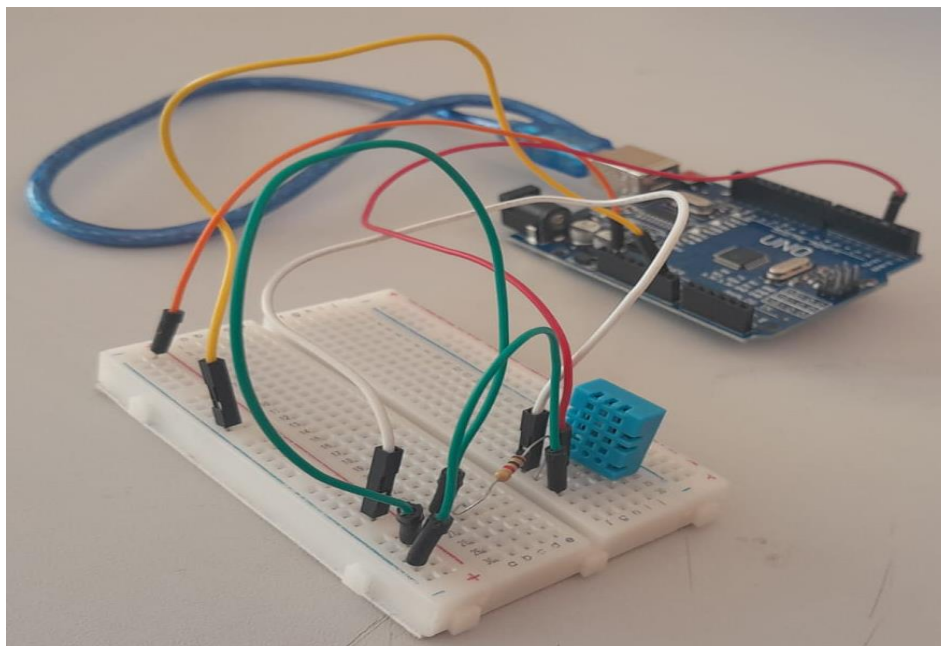
A maioria das conexões estavam corretas, porém 2 montagens apresentavam-se com as posições dos LEDs invertidos. Então, os estudantes desconectaram a placa do computador para as possíveis correções, em seguida conectaram a placa novamente carregando o programa para verificar. As equipes modificaram os intervalos de tempo dos LEDs de diferentes formas. Então os estudantes foram orientados a desconectar as placas das máquinas e guardar os componentes.

Em seguida, a turma foi dividida em 3 equipes (em média 11 a 12 alunos por equipe), devido a quantidade de sensores DHT11 (2 sensores) e o sensor de distância ultrassônico HC-SR04 (1 sensor) disponibilizado pela professora. A ideia da mini estação meteorológica seria a utilização dos sensores DHT11 e BMP180, porém o sensor de pressão atmosférica e temperatura necessitava ser soldado, tornando impossível sua utilização. Vale ressaltar que os kits Arduino UNO disponíveis na escola são básicos (Nível 1), neles não contém todos os materiais que seriam utilizados na mini estação (sensor de temperatura e umidade e sensor de pressão atmosférica) e a montagem dos LEDs com o sensor de distância ultrassônico HC-SR04. É importante ressaltar que os alunos foram orientados acerca da utilização e aplicabilidade do sensor HC-SR04, pois

não fazia parte da mini estação metereológica, seu uso seria por questões estéticas, visuais e lúdicas.

As duas equipes portadoras do sensor DHT11 montaram a mini estação metereológica, como mostra a figura 38, orientadas pela professora a realizar as conexões corretas, principalmente as posições dos pinos do sensor, evitando danificar ou queimar o componente.

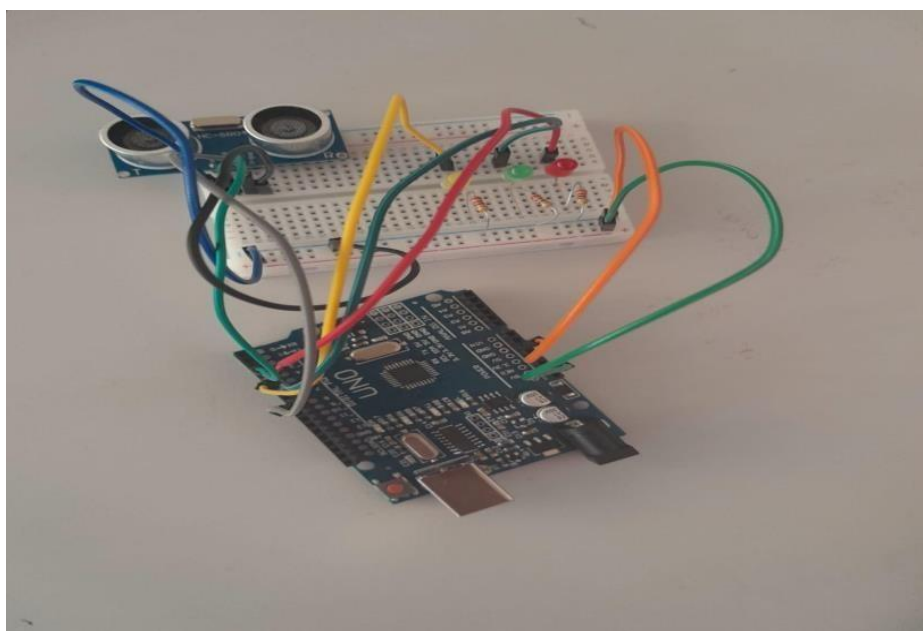
Figura 38: Montagem mini estação metereológica com o sensor DHT11.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Em seguida a equipe com o sensor de distância ultrassônico HC-SR04, e os demais componentes, fizeram a montagem também sob instrução, a fim de fazer as conexões corretas com os LEDs correspondentes ao código, figura 39.

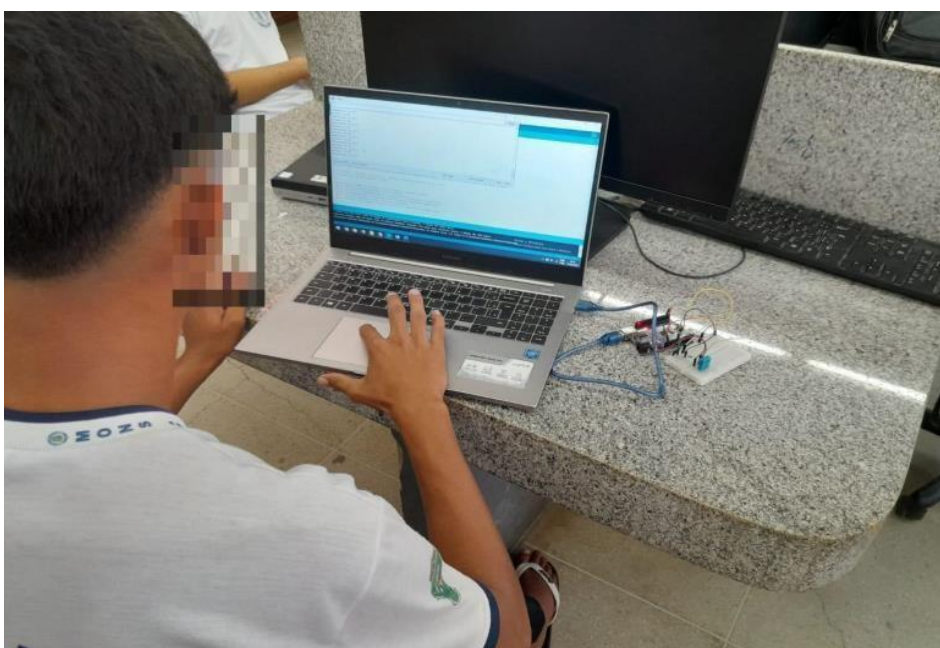
Figura 39: Montagem com o sensor de distância HC-SR04.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

As três equipes acessaram os códigos correspondentes no computador da professora para testar as montagens, como ilustrados nas figuras 40 e 41, pois as bibliotecas que necessárias não estavam sendo correspondentes com a IDE dos computadores do Laboratório de Informática. Todas as equipes observaram e testaram os códigos com os dois sensores.

Figura 40: Aluno testando a mini estação metereológica.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 41: Alunas testando a montagem do sensor HC-SR04.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Durante o uso do sensor DHT11 surgiram indagações feitas pelos estudantes, como por exemplo: “por que a temperatura e umidade não estão mudando?” “Qual a influência do ar condicionado do laboratório com a umidade?”

Os alunos evidenciaram interesse maior pelo uso do sensor de distância HC-SR04, pois para os discentes era divertido observar os LEDs acender e apagar ao distanciar ou aproximar a mão do sensor.

No dia 23/05 estavam presentes 31 alunos da referida eletiva. A professora postou o link do questionário prévio, respondido pelos estudantes na primeira aula, a fim de identificar se os discentes obtiveram uma aprendizagem significativa sobre a diferença entre calor e temperatura, a relação entre temperatura e umidade, a influência da temperatura e umidade no nosso cotidiano e sua influência para ocorrência da chuva. Considerando que o número de estudantes presentes foi maior que o total da primeira aula.

## Capítulo 8

### Conclusões

A ideia central deste projeto foi trabalhar os assuntos de termodinâmica aproximando-os do cotidiano dos estudantes, envolvendo a tecnologia e a experimentação, através de uma mini estação meteorológica e, para efeito visual, o uso do sensor ultrassônico HC-SR04, tendo como base a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e como metodologia os três momentos pedagógicos, de Delizocoiv. Esta proposta de ensino busca melhorar o ensino da termodinâmica e atuar como agente motivador para que a aprendizagem se torne significativa.

Este trabalho foi desenvolvido na Escola de Ensino Médio Monsenhor Antônio Feitosa, na cidade de Missão Velha – Ce, uma turma de Eletiva, Robótica Educacional, com quarenta e dois alunos matriculados. Quando a proposta foi apresentada aos alunos foi nítida a curiosidade e o entusiasmo para ver e manusear o Arduino, assim como a curiosidade em saber de que maneira os dados meteorológicos seriam captados e mostrados no monitor serial da IDE.

No decorrer da aplicação da sequência didática e dos encontros observou-se que a proposta experimental com o Arduino foi o ponto culminante para o interesse, empenho e curiosidade da turma em conhecer as relações entre temperatura, umidade e pressão atmosférica, com situações envolvendo o cotidiano, assim, proporcionando a experiência com situações-problemas do dia a dia e a busca das soluções. Esses são os elementos básicos para se desenvolver o senso investigativo, as habilidades e as competências que a Termodinâmica exige.

Vale ressaltar que alguns alunos tiveram dificuldade durante a montagem, principalmente para entender cada conexão, porém com as orientações e observações feitas, os estudantes conseguiram realizar as experimentações de forma exitosa. Os programas utilizados nos experimentos foram disponibilizados prontos, pois a quantidade de aulas para aprender sobre programação seriam insuficientes.

A IDE foi instalada em dez computadores da sala de informática, os quais estavam funcionando corretamente, com o intuito de serem usados na eletiva e para execução do projeto. A IDE foi apresentada aos alunos de maneira que

eles pudessem entender e usar as ferramentas necessárias para execução dos experimentos e verificação dos dados. Os alunos mostraram facilidade em entender e assimilação as informações sobre as ferramentas da interface, pois rapidamente conseguiram executar o primeiro código, o BLINK.

Tivemos dificuldade na montagem da mini estação meteorológica, pois alguns componentes não são disponibilizados nos kits fornecidos a escola e outros precisam ser soldados, porém a escola não dispõe do material para soldar, tornando assim inviável algumas montagens. Diante disso, é notório a necessidade de direcionamento de recursos para investimentos em tecnologias, por parte dos órgãos competentes, buscando assim aliar teoria, a experimentação e as tecnologias, tornando os conhecimentos de termodinâmica cada vez mais próximos a realidade e ao cotidiano dos estudantes, buscando tornar uma aprendizagem significativa.

## Referências Bibliográficas

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos:** Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa, Paralelo Editora, 2000. 35 p. (Tradução do livro The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view).

ARAGÃO, R.M.R. **Teoria da Aprendizagem Significativa de David P.Ausubel:** sistematização e aspectos fundamentais. 1976. 101 f.Tese (doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1976.

DELIZOIVOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M..M. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 288 p.

DELIZOIVOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. 1. ed. São Paulo: Cortez, 1990. 207 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 17<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro, paz e terra, 1987. 107 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à prática Educativa.** Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1996. 76 p.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem Significativa a teoria de David Ausubel.** São paulo: Moraes, 1982. 112 p.

MOREIRA, M.A. **A teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula.** Brasília: Brasília, 2006. 186 p.

MOREIRA, M.A. **Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea.** Ciclo de palestras dos 50 anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, Março de 2014.

PAIVA, Annatanael Silva. **Telemetria com o uso de arduino em lançamento de foguetes no ensino médio:** uma metodologia alternativa para ensinar Cinemática no lançamento oblíquo de foguetes de garrafa PET. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional Em Ensino De Física – Polo 47). Universidade Federal Do Maranhão – UFMA, São Luís – Ma, 2021.

SOUZA, Ayrton Nascimento. **Uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de conceitos de cinemática relativística no ensino médio que utiliza plataforma Arduino e tdocs.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória Da Conquista, 2023.

SILVEIRA, S. **Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de física moderna no ensino médio.** Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

JÚNIOR, J. F. D. V. **O estudo das ondas utilizando a plataforma Arduino como facilitadora do processo de ensino e aprendizagem por meio de UEPS.** Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

GOMES, B. G. **Conhecendo o MHS e o Arduino como experimento no ensino aprendizagem de física na EJA.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física (MNPEF), Rio Branco, 2022.

SANTOS, J. A. **Instrumentação eletrônica com o Arduino aplicada ao ensino de física.** Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Garanhuns, 2016. Recife, Novembro, 2015.

GUEDES, G. B. **O uso do Arduino como uma ferramenta avaliativa No ensino de cinemática.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2019.

VIDAL, R. S. M. F. **Ensino de Termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de mini estação meteorológica portátil com Arduino.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Polo 51, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. Natal, RN, 2018.

PINTO, F. C. R. **Proposta de sequência didática baseada na aprendizagem significativa: construção de uma mini estação meteorológica com arduino.**

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, Janeiro, 2018.

COELHO, M. A. S. **Conceitos de luz e cores com utilização da plataforma arduino** – uma proposta para o ensino médio. Dissertação (mestrado) – UNIRIO / Instituto de Biociências / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2017.

CASTRO, L. H. M. D. **O uso do Arduino e do processing no ensino de física.** Dissertação (Mestrado Profissional em Física) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

PINHEIRO, L. R. A. **o uso da modelagem matemática através da experimentação no ensino de física durante o estágio supervisionado e a residência pedagógica.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2023.

PIVATTO, W. B. **Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de matemática:** Análise de uma atividade para o estudo de geometria esférica. REVEMAT. Florianópolis (SC), v.9, n. 1, p. 43-57, 2014. Disponível em: REVEMAT. <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2014v9n1p43>. Acessado em: 10 de Julho de 2024.

VILAÇA, F. N. **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:** A Experimentação no Ensino de Física. Estudante do curso de Licenciatura em Física Bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência São João del Rei/MG, 28 de fevereiro de 2012.

BATISTA, M. C; FUSINATO, P. A.; BLINI, R. B. **Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física.** Acta. Scientiarum. Human and Social Sciences Maringá, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009. <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v31i1.380>. Acessado: 11 de julho de 2024.

RAMALHO, Francisco Junior. **Os Fundamentos de Física.** São Paulo:

Moderna, 2015. SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Sérgio. **Física Clássica 2:termologia, óptica e ondas**. São Paulo: Atual, 2012.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. Porto Alegre : Bookman, 2015. Paul A. Tipler e Gene Mosca. **Física para Cientistas e Engenheiros – Vol. 1**. 6ª ed., Ed. LTC, 2009.

SILVA, M.A. **Varejão, Meteorologia e Climatologia**. Recife, Brasil, Março de 2006. AYOADE, J.O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996,. 332p.

**Previsão do tempo para 15 dias Missão Velha-CE**. Clima Tempo, 2024. Disponível em <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/15-dias/cidade/981/missaovelha-ce>. Acessado em: 23/07/2024.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

**APÊNDICE: PRODUTO EDUCACIONAL (MINI ESTAÇÃO  
METEOROLÓGICA)**



**Proposta de um material de apoio aos professores**

**MATERIAL DE APOIO: MINI ESTAÇÃO METEREOLÓGICA COM  
O ARDUINO PARA O ESTUDO DA TERMODINÂMICA**

Nájala Cristina Fernandes Cruz

Juazeiro do Norte – CE

2024

## Préfacio

O método de ensino tradicional utilizando pincel e quadro branco não é mais tão atraente para os estudantes, sendo perceptível que poucos alunos participam e demonstram interesse pelos assuntos abordados nas aulas de Física. Sabemos a dificuldade que os estudantes do ensino médio sentem para relacionar os conhecimentos acadêmicos ao cotidiano de forma significativa.

As tecnologias têm despertado cada vez mais a curiosidade nos discentes, diante disso, cabe ao professor refletir de que forma poderia usar as tecnologias como auxílio para as aulas de Física, despertando o interesse e envolvendo os alunos de forma dinâmica. Desta forma, prezados professores, o interesse de promover o ensino da termodinâmica de forma prática, aliada as tecnologias e ao cotidiano dos estudantes, motivaram a construção deste material de apoio para que possam utilizar em sala de aula. Neste material você encontra definições, explicações e passo a passo para construção da mini estação meteorológica com o Arduino, que foi elaborado com a intenção de contribuir para modernizar as práticas docentes no ensino da termodinâmica através da inserção tecnológica.

O material de apoio ao professor traz uma sequência didática que foi desenvolvida na aplicação do projeto na construção da mini estação meteorológica, tendo como apoio a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e como metodologia os três momentos pedagógicos de Delizoicov. Os discentes da sequência didática serão alunos da eletiva de Robótica Educacional, a turma é formada por alunos do turno da manhã, da 2ª série do Ensino Médio.

A sequência didática abrange os conceitos sobre termodinâmica, com ênfase maior nas variáveis meteorológicas: temperatura, umidade e pressão atmosférica. Vale ressaltar que neste material evidenciamos as dificuldades encontradas para a montagem da mini estação e o uso do sensor ultrassônico para efeito visual, tornando-se mais motivadora para os alunos.

É esperado com este produto educacional que vocês, caros professores, consigam favorecer uma aprendizagem do ensino de Termodinâmica de forma mais dinâmica, contextualizada e interativa, buscando torná-la significativa para os estudantes. Desejo que esse produto educacional possa auxiliar no ensino experimental das suas aulas, estimulando o senso

investigativo dos estudantes, a curiosidade em conhecer de que forma a física está presente no seu cotiando e como podemos usar a tecnologias para estudála.

## Sumário

INTRODUÇÃO.....	89
ARDUINO UNO.....	91
SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	93
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
ALGUMAS REFERÊNCIAS	

## Introdução

O uso das tecnologias no ensino de Física pode tornar as aulas mais motivadoras e contribuir para a aprendizagem dos estudantes, assim como as aulas experimentais, que são grandes aliadas na compreensão e assimilação dos conteúdos, através dela o estudante consegue entender os assuntos estudados.

No entanto, a experimentação deve ser planejada, de modo que o aluno atue na realização dos experimentos e relacione o conhecimento científico com o seu cotidiano. Vale ressaltar a importância das aulas, além de experimentais, considerem os conhecimentos prévios do aluno, possibilitando a percepção no que acontece no seu dia a dia.

Os docentes, como mediadores do processo de ensino aprendizagem, devem considerar os conhecimentos que os estudantes já têm, pois é a partir desses conhecimentos que novas informações serão conectadas (PIVATTO, 2014).

A abordagem tradicional dos conhecimentos de Física permite apenas que os alunos memorizem fórmulas e teorias por curto período de tempo e logo sejam esquecidos. Para a ocorrência da aprendizagem significativa é necessário uma conexão entre o conhecimento científico e a vivência do estudante, permitindo que o discente enxergue a Física em seu cotidiano conseguindo relacionar a tudo que está ao seu redor.

Para a ocorrência da aprendizagem potencialmente significativa é importante o uso de estratégias de ensino visando explorar as potencialidades, possibilitar a compreensão dos conceitos e aplicação dos conteúdos estudados na vida sem sociedade.

Pensando nisso este material de apoio ao professor, é resultado de um projeto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física no qual foi desenvolvido, com alunos do Ensino Médio, na Escola Monsenhor Antônio Feitosa, Missão Velha – CE, uma mini estação meteorológica, com o objetivo principal de mostrar como o Arduino poder ser um grande aliado no processo de ensino aprendizagem, visando uma possível aprendizagem significativa dos conteúdos de Termodinâmica, buscando aliar os conhecimentos prévios dos estudantes, aos conhecimentos científicos e a tecnologia. Neste produto

educacional também está evidenciado algumas dificuldades que encontramos em relação para uso dos componentes da ferramenta de prototipagem.

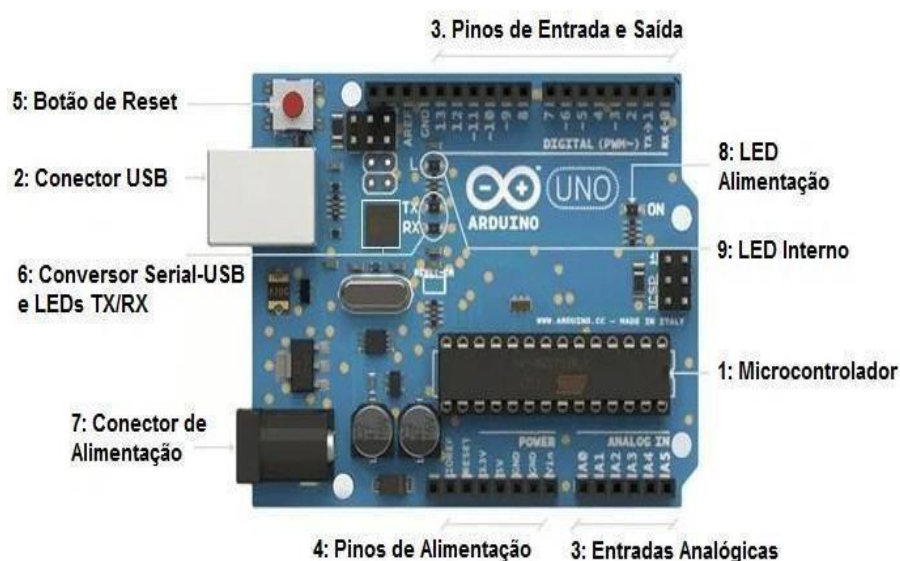
## O Arduino UNO

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, que possibilita o desenvolvimento de projetos eletrônicos, constituído de hardware e software. A placa tem como principal componente o microcontrolador que executa os programas e avalia qualidade das entradas e saídas.

O Arduino, hardware e software, possuem licença de código fonte aberto. Por isso qualquer pessoa pode acessar para desenvolver softwares, projetos ou para outros fins, tornando assim possível a realização de diversos projetos tecnológicos. A placa Arduino é conectada ao computador por uma porta USB, que realiza a transmissão de dados e comandos por meio do software disponível.

O Arduino Uno é um microcontrolador, que transforma o sinal analógico em digital. A plataforma é composta por uma placa com memória flash de 32 KB, 14 pinos de Entrada ou Saída digital, que funcionam em 5V com corrente máxima de até 40 mA. A placa possui duas conexões para alimentação e um microcontrolador, e pode ser alimentada com cabo USB ou uma bateria. A figura 1 esta representada a placa Arduino Uno e seus principais elementos.

Figura 1: Principais elementos de uma placa Arduino Uno.



Fonte: Vida de Silício, 2024.

O IDE do Arduino é um ambiente de desenvolvimento integrado, é um espaço onde você tem tudo que precisa para programar a placa Arduino. O software Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), que funciona por meio de um computador onde é realizada a programação. O funcionamento do software é centrado em basicamente três principais funções: escrever, compilar e enviar códigos.

O IDE pode ser baixado gratuitamente na rede e também tem a opção online. Os projetos criados ficam salvos na nuvem e sempre poderão ser acessados. A biblioteca do ambiente de desenvolvimento tem a função de desenvolver projetos simples até os mais complexos, por isso quem acessar a biblioteca não precisa entender como o código funciona, apenas saber usá-lo. O software é usado para criação de programas para automatizar ambientes, criar ou modificar brinquedos, equipamentos entre outros. É evidente a facilidade e inúmeras possibilidades de criação de projetos utilizando o Arduino, pois a utilização do hardware e o software, pois são de fácil e livre acesso.

As portas do Arduino UNO, usado neste projeto, possibilitam a conexão de sensores, cabos ou módulos. Para a montagem da mini estação meteorológica foram utilizados os seguintes materiais: Arduino Uno, protoboard, sensor de temperatura e umidade (DHT11), cabos Jumpers macho-macho, sensor de pressão BMP180. Por questões de estética visual e ludicidade, foi utilizado também um sensor de distância ultrassônico HC-SR04 e três LEDs (amarela, verde e vermelha).

O sensor de temperatura e umidade (DHT11) é um dispositivo usado para medições de temperatura e umidade do ar, fazendo aferições de temperaturas de 0°C até 50°C aproximadamente e umidade do ar entre 20% a 90% aproximadamente (esses valores podem mudar de acordo com o fabricante), a precisão de temperatura é de 2°C e da umidade de 5%. O sensor de pressão atmosférica BMP180 é usado, principalmente, para medir pressão atmosférica e sua variação à medida que a altitude muda. Usado também para medir temperatura e monitorar mudanças climáticas. O sensor ultrassônico HC-SR04 é utilizado para medir distâncias através de ondas ultrassônicas, seu uso é muito comum em brinquedos e em projetos que precisem determinar mínima e máxima distância.

## Sequência Didática

Esta pesquisa foi realizada com a abordagem qualitativa, com a intenção de investigar e mostrar as potencialidades do uso das tecnologias no ensino da termodinâmica com o Arduino, tendo como aporte teórico a aprendizagem significativa e metodológico para a construção da sequência didática os três momentos pedagógicos, a fim de buscar tornar uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

A busca dos dados para esta pesquisa aconteceu na unidade escolar E.E.M Monsenhor Antônio Feitosa, constituída com estudantes do segundo ano de todas as turmas do turno da manhã, da disciplina eletiva *Robótica Educacional*, nos meses de abril, maio e junho. A turma escolhida é constituída por quarenta e dois alunos. Para a realização da sequência vale ressaltar a autorização do núcleo gestor e a disponibilização do número de aulas necessárias.

O objetivo foi desenvolver o conteúdo de termodinâmica, mais específico de temperatura, umidade e pressão, com a construção da mini estação meteorológica com o Arduino.

## Roteiro da Sequência Didática

### **1º Momento Pedagógico: Problematização Inicial. (1 h/a aproximadamente).**

Inicialmente foi aplicado um questionário de sondagem sobre conceitos básicos, que tem como objetivo verificar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre Termodinâmica e Meteorologia. As questões que foram utilizadas no questionário:

- 11) De acordo com seus conhecimentos, o que significa calor?
- 12) O que significa temperatura?
- 13) O que significa dizer que o clima de Missão Velha está "úmido ou seco"?
- 14) Qual a relação entre temperatura e umidade do ar no nosso cotidiano?
- 15) O que você entende sobre pressão? Exemplifique, se achar melhor.
- 16) Como se calcula as temperaturas mínimas e máximas, dadas nas previsões do tempo?
- 17) Por que chove em um bairro e, às vezes, não chove em um bairro vizinho?

- 18) Como calcular quanto choveu em uma área?
- 19) Exemplifique as seguintes variáveis: temperatura, umidade e pressão vivenciadas no seu cotidiano.
- 20) Você já ouviu falar que é possível fazer uma mini estação meteorológica para medir temperatura, pressão e umidade? Sabe com qual recurso podemos fazer?

O questionário diagnóstico foi aplicado na primeira fase da sequência didática, através da ferramenta Google forms, um serviço disponibilizado pela Google, gratuitamente, para criar formulários online, e pode ser acessado através de um link. Esse serviço permite que o aluno envie a resposta ao professor imediatamente após responder todas as questões. O link do formulário foi disponibilizado no grupo da turma pelo WhatsApp.

Nessa primeira fase também foi mostrado (sem detalhamentos) o Arduíno Uno e seus componentes, os materiais para compor a mini estação meteorológica a serem utilizados posteriormente.

## **2º Momento Pedagógico: organização do Conhecimento (4 h/a aproximadamente).**

Este momento da sequência didática é definido como *Organização do conhecimento* dividido em duas etapas.

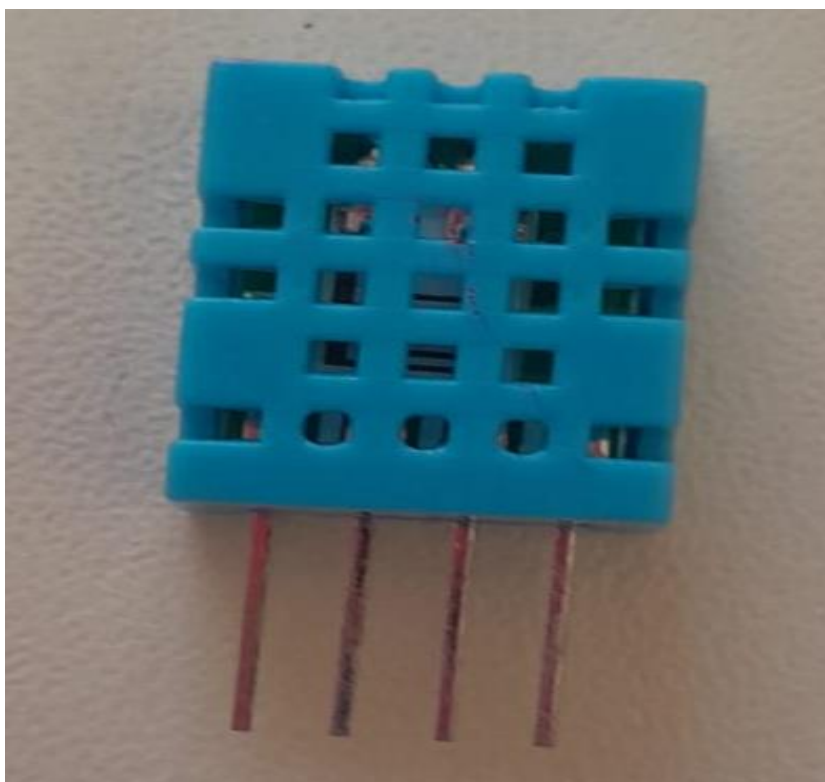
### **Organização do conhecimento sobre termodinâmica e meteorologia:**

Para realização da primeira etapa do segundo momento pedagógico foram necessárias em média 2 h/a (50 minutos cada aula). De início, a proposta era distribuir cópias de um texto para os alunos, onde abordasse os temas temperatura, umidade e pressão atmosférica em situações do cotidiano, mas a escola estava com dificuldade na impressão das cópias devido a falta de toner disponível. Então a solução foi a elaboração de um slide onde mostrasse situações do cotidiano com os temas citados anteriormente. Logo após foi apresentado um vídeo demonstrativo e explicativo sobre as estações meteorológicas. Neste momento o docente debateu com os estudantes o texto e o vídeo fazendo a mediação com os conceitos científicos da termodinâmica e meteorologia, dando ênfase maior aos conceitos de temperatura, umidade e pressão.

### **Organização do conhecimento sobre o Arduíno Uno:**

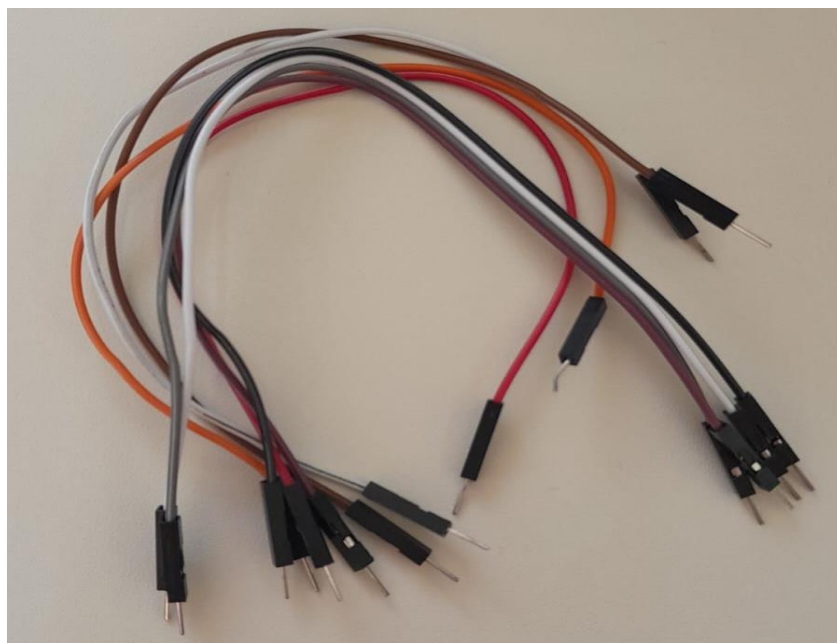
Para a segunda etapa da organização do conhecimento ocorreu no laboratório de informática, sendo necessárias em média 2 h/a (50 minutos cada). Tendo em vista que os alunos já tiveram um primeiro contato com o Arduíno Uno e os materiais que irão constituir a mini estação meteorológica. Que são eles: Arduino Uno, protoboard, sensor de temperatura e umidade (DHT11) figura 2, cabos Jumpers macho-macho figura 3, sensor de pressão BMP180 figura 4.

Figura 2: Sensor de temperatura e umidade, (DHT11).



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Figura 3: Jumpers macho-macho.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4: Sensor de pressão BMP180.

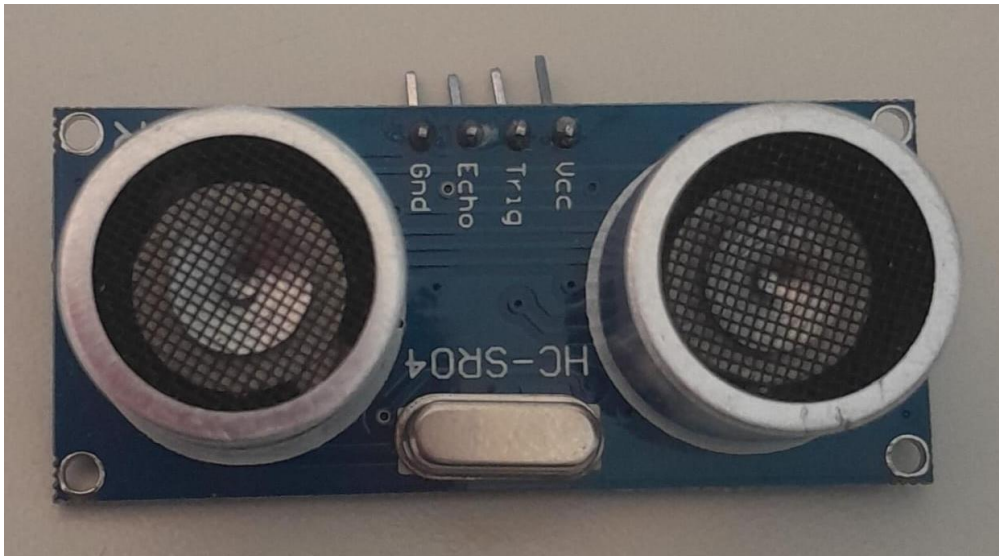


Fonte: Autoria própria, 2024.

Por questões de estética visual e ludicidade, será montado também um sensor de distância ultrassônico HC-SR04, figura 5, para acender e apagar três LEDs (amarela, verde e vermelha), figura 6, pois ele detecta a distância de um

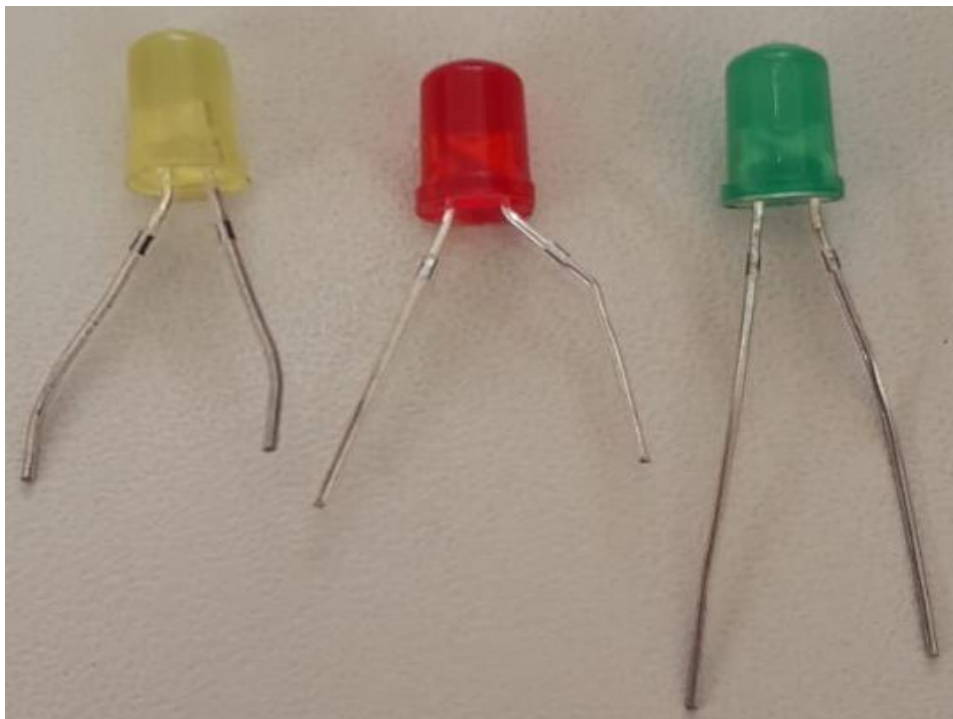
objeto, e assim acionar cada LED correspondente a sua distância, com isso os alunos sentem mais atraídos a participarem da montagem e dos testes. Em seguida foi apresentado o software IDE, já baixado e instalado nos computadores do laboratório de informática.

Figura 5: Sensor de distância ultrassônico HC-SR04.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 6: LEDs (amarela, verde e vermelha).



Fonte: Autoria própria, 2024.

Foi discutida noções básicas de programação no Arduino, a utilidade de cada material e sua função na estação meteorológica. Para o bom entendimento dos alunos, que nunca tiveram contato com o Arduino, foi demonstrada a montagem de um circuito, explicando passo a passo e os cuidados que devem ter para conectar corretamente os componentes.

### **3º Momento Pedagógico: Aplicação do conhecimento (3 h/a aproximadamente)**

O terceiro e último momento pedagógico a turma foi dividida em 3 equipes, uma média 10 integrantes cada equipe, devido a pequena quantidade de sensores disponíveis pelo professor. Os estudantes receberam os materiais que compõem a mini estação e tinham disponível o computador do laboratório de informática. O código de programação da mini estação foi disponibilizado pronto.

No último encontro os alunos apresentaram os resultados obtidos e observados, buscando responder o questionário realizado na Problematização Inicial.

## Considerações finais

A sequência didática proposta proporcionou aos alunos uma experiência enriquecedora, combinando teoria, tecnologia e prática, de forma que o aluno fosse agente ativo no processo de ensino aprendizagem. O primeiro momento pedagógico, com a aplicação do questionário diagnóstico, foi fundamental para entender os conhecimentos prévios dos alunos sobre termodinâmica e meteorologia. Permitindo o diagnóstico e ajuste da abordagem de cada conteúdo trabalhado.

O projeto despertou grande curiosidade e entusiasmo entre os estudantes, especialmente em relação ao uso do Arduino e à compreensão de como os dados meteorológicos seriam capturados e exibidos no monitor serial da IDE. Esse interesse inicial foi um ponto positivo, pois contribuiu para o envolvimento dos alunos com os conteúdos de termodinâmica, especialmente no que diz respeito à relação entre temperatura, umidade e pressão atmosférica.

O uso do Arduino como ferramenta de aprendizagem foi, sem dúvida, o ponto de maior impacto na motivação dos alunos, pois permitiu a eles experimentar diretamente os conceitos estudados e desenvolver habilidades práticas, como a montagem de circuitos e a interação com sensores. No entanto, algumas dificuldades surgiram, especialmente no processo de montagem, em que alguns alunos tiveram dificuldades em entender as conexões dos componentes. Apesar disso, com orientação constante, os estudantes conseguiram superar as dificuldades e realizar as experimentações com êxito.

A disponibilização dos programas prontos para os experimentos, devido à limitação de tempo para ensinar programação, foi uma medida necessária, mas não impediu que os alunos compreendessem as funções e a importância dos códigos envolvidos. A IDE foi bem recebida pelos estudantes, que, com relativa facilidade, aprenderam a utilizar as ferramentas essenciais para a execução dos experimentos.

Contudo, alguns desafios também foram enfrentados durante a montagem da mini estação meteorológica, como a falta de alguns componentes nos kits fornecidos pela escola, além da necessidade de soldagem de peças, o que não foi viável devido à falta de materiais adequados. Esse obstáculo evidenciou a necessidade urgente de investimentos em recursos tecnológicos

nas escolas, para garantir que os alunos possam realizar experimentos completos e interagir com as tecnologias de forma mais eficiente, aprofundando seus conhecimentos e tornando a aprendizagem ainda mais significativa.

Vale ressaltar a importância de integrar teoria, prática e tecnologia no ensino de ciências, tornando o aprendizado mais próximo da realidade dos alunos e mais conectado com o mundo em que vivem. A implementação de soluções tecnológicas como o Arduino oferece oportunidades valiosas para o desenvolvimento do senso investigativo, das habilidades práticas e das competências necessárias para compreender e aplicar os conceitos de termodinâmica de maneira eficaz. No entanto, é essencial que os órgãos competentes reconheçam e invistam adequadamente em recursos tecnológicos para que essa aprendizagem seja cada vez mais acessível, eficiente e significativa para os estudantes.

Por fim, presados professores (as), esperamos ter contribuído de alguma forma com este produto educacional, como proposta de ensino para o estudo da Termodinâmica, oferecendo uma abordagem dinâmica dos conteúdos e valorizando o uso da tecnologia como ferramenta pedagógica. Ao seguir essas considerações e estratégias, o professor pode garantir que os alunos não apenas compreendam os conceitos de forma mais eficaz, mas também se sintam motivados e preparados para aplicar esses conhecimentos em contextos do seu cotidiano.

## Algumas Referências

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa, Paralelo Editora, 2000. 35 p. (Tradução do livro The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view).

BATISTA, M. C; FUSINATO, P. A.; BLINI, R. B. **Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física**. Acta. Scientiarum. Human and Social Sciences Maringá, v.31, n.1, p.43-49, 2009.<https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v31i1.380>. Acessado: 11 de julho de 2024.

DELIZOIVOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 1990. 207 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro, paz e terra, 1987. 107 p. FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à prática Educativa**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1996. 76 p.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. Porto Alegre : Bookman, 2015. Paul A. Tipler e Gene Mosca. **Física para Cientistas e Engenheiros – Vol. 1**. 6<sup>a</sup> ed., Ed. LTC, 2009.

MOREIRA, M.A. **Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea**. Ciclo de palestras dos 50 anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, Março de 2014.

**Previsão do tempo para 15 dias Missão Velha-CE**. Clima Tempo, 2024. Disponível em <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/15-dias/cidade/981/missaovelha-ce>. Acessado em: 23/07/2024.

SILVA, M.A. **Varejão, Meteorologia e Climatologia**. Recife, Brasil, Março de 2006. AYOADE, J.O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996,. 332p.

RAMALHO, Francisco Junior. **Os Fundamentos de Física**. São Paulo: Moderna, 2015.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Sérgio. **Física Clássica 2:termologia, óptica e ondas.** São Paulo: Atual, 2012.