



JOSIAS AMARAL DE ANDRADE FILHO

**ARDUINO: UMA ALTERNATIVA PARA AULAS EXPERIMENTAIS DE
FÍSICA, AUXILIADA PELO O ENSINO HÍBRIDO**

MANAUS - AM

2020



JOSIAS AMARAL DE ANDRADE FILHO

ARDUINO: UMA ALTERNATIVA PARA AULAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA, AUXILIADA PELO O ENSINO HÍBRIDO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 04, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Gomes da Silva

MANAUS – AM

2020

ARDUINO: UMA ALTERNATIVA PARA AULAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA, AUXILIADA PELO O ENSINO HÍBRIDO

JOSIAS AMARAL DE ANDRADE FILHO

Orientador:

Dr. Marcio Gomes da Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) em conjunto com o Instituto Federal do Amazonas (IFAM), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Prof. Dr. Marcio Gomes da Silva
Instituição: Instituto Federal do Amazonas - IFAM

Prof. Dr. Igor Padilha
Instituição: Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof^ª Dr^ª. Denise Andrade Do Nascimento
Instituição: Universidade Federal de Roraima - UFRR

MANAUS - AM

Setembro/2020

Agradecimentos

Neste momento, desejo aqui externar meus agradecimentos a algumas pessoas que tornaram este trabalho possível, entre elas se encontram:

- Meus pais Josias Amaral de Andrade e Maria de Nazaré Batista de Andrade, por proporcionarem a mim uma educação cristã e a sempre ter fé e confiança em Deus.

- O corpo de professores que compõem o MNPEF (Polo -04), na representação do professor José Ricardo, por manter um compromisso com o desenvolvimento do conhecimento, em especial entre os professores da Rede Pública de ensino.

- À professora Leovigilda da Silva Barros, ex-diretora da Escola Estadual Prof.^a Sebastiana Braga, por ter viabilizado para escola onde o projeto foi aplicado, a aquisição de materiais, e que tornou possível a aplicação do produto educacional.

- À Sociedade Brasileira de Física (SBF), que oportunizou a oferta deste Mestrado na UFAM/IFAM (Polo 04).

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

Muito obrigado a todos!

Resumo

Ensinar física no ensino médio apenas utilizando quadro e pincel, a forma tradicional, tem desmotivado alguns alunos, afim de criar alternativas tal que os alunos tenham maior interesse pela disciplina, propomos neste trabalho a utilização do ensino híbrido, que combina o ensino off-line e o ensino online, no seu modelo de rotação de laboratório. Nesse modelo, os alunos passam por todas as estações educacionais, realizando as atividades propostas. Fizemos a utilização dos espaços educacionais disponíveis na escola, sendo eles: o laboratório de ciências, o laboratório de informática, e um ambiente virtual de aprendizagem, o Google Classroom como uma ferramenta de inclusão tecnológica do aluno. Foi empregado também software de simulação de circuitos, tinkecard, o fritzing para a sua construção e o Arduino. Com a aplicação dessas ferramentas é dado aos alunos a possibilidade de construir de forma virtual e fisicamente circuitos propostos. Foram realizados dois experimentos, um para determinar o calor específico do alumínio, usando os sensores de temperaturas o LM35 e Ds18B20, e outro para medir as tensões e as resistências em tempo real de um sensor LDR em conjunto com uma animação criada pelos próprios alunos na plataforma Hackeduca. Para obter os resultados foram aplicadas as leis do resfriamento de Newton e a lei de Ohm para obter os seus valores, sendo seus resultados depois comparados com os das literaturas existentes e feitas algumas reflexões. Como produto final desenvolvemos uma Sequência Didática, contendo todas as etapas da aplicação do trabalho. Este trabalho foi aplicado numa escola do ensino médio da zona da cidade de Manaus, com a participação de vinte alunos do terceiro ano do ensino médio. Ao concluir esse trabalho verificamos uma maior interação dos alunos e interesse dos mesmos.

Palavras-Chave: Ensino híbrido, Simulação, Arduino, sensores

Abstract

Teaching physics in high school using a blackboard and a brush, the traditional way, has demotivated some students, in order to create alternatives such that students have greater interests in the discipline, we propose in this work the use of hybrid education, which combines offline teaching and online teaching, in its laboratory rotation model. In this model, students go through all educational stations, carrying out the proposed activities. We made use of the educational spaces available at the school, which are: the science lab, the computer lab, and a virtual learning environment, Google Classroom as a tool for the student's technological inclusion. Circuit simulation software, tinkecard, fritzing for its construction and Arduino were also used. With the application of these tools, students are given the possibility to build virtual and physically proposed circuits. Two experiments were carried out, one to determine the specific heat of aluminum, using the temperature sensors LM35 and Ds18B20, and the other to measure the voltages and resistances in real time of an LDR sensor together with an animation created by the students themselves in Hackeduca platform. To obtain the results, Newton's cooling laws and Ohm's law were applied to obtain their values, and their results were then compared with those of existing literature and some reflections were made. As a final product, we developed a Didactic Sequence, containing all the stages of the work application. This work was applied in a high school in the area of the city of Manaus, with the participation of twenty students from the third year of high school. Upon completing this work, we verified a greater interaction of students and their interest.

Keywords: Hybrid teaching, Simulation, Arduino, sensors

Lista de Figuras

2.1	Grafico: do calor de Debye	19
2.2	Sistema isolado de três corpos	25
2.3	Banda de Energia	27
2.4	Fluxo de Elétrons em um condutor	29
3.1	Transdutor	34
3.2	Sendor LDR	36
3.3	Termopares	37
3.4	Microcontrolador ATMEGA	38
3.5	Componentes do Arduiino	39
3.6	Plataforma Hackeduca	43
3.7	Blocos para o Arduino	44
3.8	Sentido de Rotação no Ambiente de Aprendizagem	45
3.9	Circuito para a utilização do LM35	49
3.10	Circuito com o sensor Ds18b20	50
3.11	Circuito com o Sensor Ldr	50

3.12	Sensor ldr e arduino	51
3.13	Continuação do programa em bloco	53
3.14	Circuito físico com sensor Lm35	54
3.15	Circuito Ldr Sem a placa de Arduino	54
3.16	Circuito para medir as temperatura iniciais do experimento	55
3.17	Circuito com sensor ldr e o Arduino	55
4.1	Programa pisca led	59
4.2	Circuito Virtual lm35	60
4.3	Circuito Virtual Feito pelos auno no Site Tinkercad	60
4.4	programa do sensor lm35 com arduino	61
4.5	Programa ldr no Hackeduca	62
4.6	circuito lm35 com o arduino	62
4.7	Sensor Ldr com o Arduino	63
4.8	Início da construção física dos circuitos	64
4.9	Circuito físico do lm35 funcionando	64
4.10	Circuito Física com o sensor Ldr	65
4.11	Circuitos com ldr e arduino feito pelos alunos	66
4.12	Circuito com o lm35 com o Arduino feito pelos alunos	66
4.13	Resultado do experimento com so sensor Ldr	69
4.14	Resultado do experimento do calor específico	70

4.15	Gráfico obtido na primeira região	72
4.16	Gráfico da região 2 depois de se colocar o alumínio no recipiente	73
4.17	Animação Produzida pelos alunos	75
5.1	Ide do arduino	89
5.2	Ambiente scratch	91
5.3	Ambiente Fitizing	94
5.4	Sentido de Orientação nos Ambientes Educacionais	101
5.5	Circuito no tinkercad	107
5.6	Circuito lm35	108
5.7	Circuito para o experimento I	112
5.8	Circuito ldr	114

Lista de Tabelas

4.1	Dados do Monitor Serial do Arduino para as medidas das temperaturas do sistema	71
4.2	medidas dos materiais	71

Lista de Abreviaturas

Abreviatura	Significado
ATMEL	Empresa Desenvolvedora do AVR
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
AVR	Microcontrolador RISC
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C_{++}	Linguagem de Programação
CdS	Sulfeto de Cádmió
CIGS	Seleneto de Cobre-Índio-Gálio tipo P
COM	Porta para Comunicação do Tipo Serial
CPU	Central de Processamento de Dados
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência
eV	Elétron Volt
EXCEL	Software Editor de Planilha
GND	Fornece ao Arduino a Tensão da Terra
IDE	Plataforma de Programação para o Arduino
LDR	Light Dependent Resistor
LED	Light-Emitting Diode
LM35	Sensor de Temperatura
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional Em Ensino de física
PbS	Sulfeto de Chumbo
PCB	Printed Circuit Board
USB	Universal Serial Bus

Sumário

INTRODUÇÃO	1
1 REFERENCIAL TEÓRICO	5
1 Construtivismo e Construcionismo	5
2 O Ensino Híbrido	7
2 A FÍSICA ENVOLVIDA	9
1 Física calorífica aplicada	9
1.1 Modelo de Einstein para descrever o calor específico das substâncias .	11
1.2 Modelo de Debye	15
2 Lei do Resfriamento de Newton	21
3 A lei do Equilíbrio Térmico	22
4 Semicondutividade	26
5 Resistividade e condutividade	28
3 METODOLOGIA	31
1 Idealização do produto	32

2	Ferramentas tecnológicas aplicadas	33
2.1	Sensores e Transdutores	33
2.2	Sensores Fotoelétricos	35
2.3	Sensores térmicos	36
2.4	Microcontroladores	38
3	O Arduino	38
3.1	Componentes do Arduino	39
3.2	O Scaeth	41
3.3	Hackeduca	43
4	Processo de aplicação do produto educacional	44
4.1	Parte Presencial	46
4.2	Parte Virtual	56
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
1	Resultados do produto educacional	57
1.1	- No espaço educacional I – Laboratório de informática	57
1.2	- Espaço educacional II – Laboratório de ciências	63
1.3	- Espaço Educacional III - Ambiente Virtual	75
2	Discussão dos Resultados	76
5	CONCLUSÃO	78

BIBLIOGRAFIA	79
ANEXOS	87
ANEXO A	87
1 SOBRE OS COMPONENTES E SOFTWARES USADOS	87
1.1 Sobre produto educacionais em programas de mestrado	87
1.2 Softwares utilizados	88
1.3 Site de construção de circuito	92
ANEXO B	95
2 PRODUTO EDUCACIONAL	95
2.1 INTRODUÇÃO	100
2.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	101
3 CONCLUSÃO	117

INTRODUÇÃO

No que diz respeito à utilização de experimentos no ensino de física no ensino médio, os professores Fábio Pena e Aurino Filho publicaram na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência, em 2009, um estudo de relatos pedagógicos, elencando alguns obstáculos e chegando à seguinte conclusão:

Os resultados obtidos indicam que os principais obstáculos são: falta ou carência de pesquisa sobre o que os alunos realmente aprendem por meio de experimentos, despreparo do professor para trabalhar com atividades experimentais e condições de trabalho.(PENA e FILHO, 2009, p. np)

Quanto à maneira e a forma em que os experimentos são implementadas em sala de aula, em um levantamento de artigos publicados em periódicos no Brasil e apresentado em um Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência (ENPEC), Júnior Azevedo elenca duas tendências sobre a implementação dessas aulas, e uma delas segundo o mesmo, diz respeito a atitudes que o professor deve ter ao fazer uso das aulas experimentais:

[...] Uma segunda tendência fortemente presente nos artigos analisados é aquela que busca um tratamento quantitativo nas atividades experimentais. Muito embora as atividades experimentais de medição sejam importantes na formação do aluno, não devem encerrar quando o valor numérico é encontrado ou medido, como ocorreu na maior parte das atividades publicadas. Numa postura investigativa, os resultados experimentais deveriam ser analisados e interpretados, discutindo sua plausibilidade (AZEVEDO, JÚNIOR, et al., 2009, p. np).

Um experimento deve se tornar uma ferramenta que deve levar ao aluno a refletir o mundo real e tirar suas conclusões, ou seja, não deve ser apenas o experimento pelo experimento.

A questão a ser levantada aqui é: como o professor deve superar os obstáculos apresen-

tados por PENA e FILHO e fazer com que os alunos possam, a partir de uma aula usando experimentos, desenvolver um senso crítico da ciência?

Uma das alternativas que se pode propor para ultrapassar essas barreiras é a utilização da tecnologia. A BNCC em sua quinta competência a ser desenvolvida pelo professor estabelece que:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (MEC, 2018, p. np)

Existem atualmente muitos trabalhos como o dos professores Silvio Cesar Viegas e Renato P. dos Santos, onde eles utilizam uma associação do ensino híbrido, utilizando o modelo de sala de aula invertida com aulas práticas na plataforma do arduino, no qual segundo os resultados por eles obtido demonstram que:

Assim sendo, o Ensino Híbrido se torna uma excelente opção na construção da aprendizagem. Ele alia tecnologias diversificadas aos conhecimentos existentes, proporciona aos alunos conhecerem melhor o universo digital e utilizá-lo em prol do desenvolvimento de suas potencialidades cognitivas. (VIEGAS e VIEGAS, 2018, p. 181)

Muitos outros trabalhos desenvolvidos nessa área apontam a eficácia na utilização do ensino híbrido como os desenvolvidos por Casagrande:

Com a implementação da metodologia do Ensino Híbrido, os estudantes tiveram de assumir outra postura durante as aulas, pois tornaram-se mais ativos no processo ensino aprendizagem e sem a participação deles nada seria possível (CASAGRANDE, 2018, p. 172)

Em concordância com Casagrande, um outro experimento aplicando o ensino híbrido no modelo de sala de aula invertida está o trabalho desenvolvido por Luciana Reginato, onde obteve a seguinte conclusão:

Análise dos resultados obtidos com a aplicação do diagnóstico inicial e final demonstrou que a experiência foi positiva para a aprendizagem dos alunos, considerando que a média das notas atribuídas nos diagnósticos melhorou no decorrer do curso. Porém, é importante ressaltar que para que a metodologia seja eficaz, é necessária a mudança de postura do aluno e do professor. (SACHETTI, 2017, p. 14)

O ensino híbrido surge como uma forma de mesclar o ensino presencial com tecnologia, utilizando em muitos dos casos, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) para desenvolver atividades sequenciadas e promovendo ao aluno uma oportunidade de inclusão digital.

Aqui então propomos uma forma pelo qual se pode utilizar o ensino híbrido no modo de rotação de laboratório em paralelo com a plataforma do microcontrolador Arduino para desenvolver atividades onde os alunos possam desenvolver esse senso crítico dos seus resultados.

Objetivando desenvolver de modo colaborativo em conjunto com alunos de ensino médio, foi construída uma sequência didática por meio de estratégias metodológicas correlacionadas ao Ensino Híbrido no modelo de Rotação de Laboratório, onde o Arduino e Scratch foram utilizados para o estudo de fenômenos físicos e propriedades de alguns sensores, de forma a colaborar para que professores de física do ensino médio possam melhorar suas práticas educacionais ao aplicar o Arduino com programação na plataforma Scratch como ferramenta pedagógica, potencializando o uso de metodologias ativas.

Foram utilizados, para aplicação da sequência didática, os laboratórios de informática e de ciências de uma escola da Zona Norte de Manaus em conjunto com um ambiente virtual do Google. Também foram selecionados 20 alunos do 3º ano formando quatro grupos de 5 alunos disponibilizados nos laboratórios de informática e de ciências dessa escola, em um modelo de rotação, e num total de dez tempos de aulas para desenvolver, nesses ambientes, dois conceitos ao calor específico de substâncias usando a lei do resfriamento de Newton e o da Semicondutividade representada na utilização do sensor Ldr.

Buscando cumprir as etapas do desenvolvimento e aplicação da sequência didática, foi feito um levantamento bibliográfico e teórico sobre o construtivismo, construcionismo e o ensino híbrido, realizando também uma análise e funcionamento do Arduino também atrelado aos sensores e preparação da sequência didática. Sendo estruturado da seguinte maneira:

- No Capítulo 1 apresentamos um breve referencial teórico da teoria da aprendizagem

utilizada na aplicação da sequência didática.

- No Capítulo 2 explanamos a física envolvida no trabalho, bem como os conceitos a serem desenvolvidos na sequência didática como: Calor Específico, a Lei do Resfriamento de Newton e as propriedades da Semicondutividade.

- No Capítulo 3, descrevemos a metodologia científica aplicada na construção e na aplicação do produto educacional e, também, na utilização do ensino híbrido no modelo de Rotação de Laboratório, bem como dando ênfase as atividades realizadas em cada ambiente educacional. Nos referimos também aos recursos tecnológicos que serviram de ferramentas para a aplicação deste trabalho

- E dando prosseguimento, no capítulo 4, damos ênfase aos resultados obtidos pelos alunos, realizando algumas reflexões sobre os mesmos

- No Capítulo 5 é realizada uma análise e discussão dos resultados e das dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do trabalho.

- No anexo A apresenta um pequena menção do decreto que rege os produtos educacionais a serem desenvolvidos em cursos de Pós Graduação, como o mestrado, faz também um complemento sobre as ferramentas tecnológicas utilizadas pelos alunos.

- No anexo B é apresentada, como produto educacional, uma sequência didática que contém todas as etapas e as atividades desenvolvidas pelos alunos na momento da sua aplicação.

Capítulo 1

REFERENCIAL TEÓRICO

1 Construtivismo e Construcionismo

Neste projeto, daremos destaque a teoria construtivista. A teoria construtivista vê a educação inseparável da vida real. Um dos representantes dessa teoria é Jean Piaget. Segundo Piaget (1994), o ato de aprender é o mesmo que agir, por isso é atribuída ao educador a tarefa de colocar os alunos diante de situações variadas para que eles próprios busquem soluções para, assim, construírem seu conhecimento. O construtivismo traz, como pressuposto, que os indivíduos reajam ao mundo não como ele é objetivamente, mas sim como ele é percebido, já que qualquer pessoa ao se referir a uma situação a qual participa inclui a si mesmo na observação que faz, ou seja, o saber é construído de acordo com as relações ou interações que o aluno tem com o objeto de estudo, seja ele qual for.

[...] De acordo com as primícias Piagetianas, defende-se, pois, a importância do papel ativo do sujeito na construção do seu conhecimento e uma forma de organização de ensino que respeite a participação do aluno na aprendizagem, forma essa que se opõe a outras concepções tradicionais, em que o professor assume um papel mais relevante na transmissão do conhecimento (BINDARA e FESTA, 2005, p. 180)

No construtivismo, o papel do professor é de monitorar o crescimento cognitivo e o amadurecimento do aluno. A aprendizagem construtivista é uma aprendizagem ativa com a participação do aluno na construção de um novo um conhecimento baseado na experiência, acumulativa, integrativa e reflexiva. Atualmente, o construtivismo traz consigo a possibili-

dade da aplicação de ferramentas tecnológicas na possibilidade em que o aluno possa interagir na construção do seu conhecimento.

Papert (1986) sugeriu o termo construcionismo para designar a modalidade em que um aluno utiliza o computador como uma ferramenta com a qual ele constrói seu conhecimento. Segundo Papert “o aluno, usando o computador, visualiza suas construções mentais relacionando o concreto e abstrato por meio de processos interativos favorecendo a construção do conhecimento”. Para Fernanda Schuck Sápiras:

[...] O construcionismo propõe a criação de ambientes investigativos que potencializem situações ricas e específicas de construção do conhecimento, nas quais o aluno esteja engajado em construir um produto público e de interesse pessoal sobre o qual possa refletir e compartilhar suas experiências com outras pessoas. Normalmente as construções desses artefatos são feitas por meio de um suporte computacional. (SÁPIRAS, VECCHIA e MALTEMPI, 2015, p. 975).

Entretanto, é importante frisar que mesmo que a tecnologia tenha um papel de destaque dentro das ideias construcionistas, um ambiente educacional efetivo exige muito mais que apenas um computador. Ele representa apenas mais uma ferramenta educacional dentre as inúmeras existentes, tais como: livros didáticos, laboratórios didáticos e o velho e necessário papel e lápis.

Um dos princípios da teoria de Seymour Papert é a criação de um ambiente de aprendizagem que permita ao aluno testar suas ideias, teorias ou hipóteses. Um bom ponto de partida é a criação de ambientes inovadores presenciais e virtuais propícios para o desenvolvimento de projetos que aproximem os alunos dessa nova realidade. Espaços onde os alunos aprendem fazendo e testando infinitas possibilidades.

Diante do grande avanço tecnológico que hoje vivenciamos, a escola precisa incentivar uma nova cultura voltada para a inovação, a invenção, a resolução de problemas, a programação, a colaboração, permeados por uma cultura Maker, ou seja, aprender fazendo. Segundo Vanderlinde Brockveld:

A base do movimento Maker, então, encontra-se na experimentação. Para a educação, a ampla exposição à experimentação pode significar processos de aprendizagem que promovam o trabalho coletivo e a resolução de problemas de forma criativa e empática (BROCKVELD, SILVA e TEIXEIRA, 2018, p. 58).

Orientar o aluno para o desenvolvimento de novas habilidades é dever de uma escola voltada para uma educação 4.0. O termo “educação 4.0” vem sendo discutido a partir da chamada quarta Revolução Industrial ou a indústria 4.0 que começa a usar robôs para desenvolver certas atividades e a utilização da internet. Segundo o guia definitivo da educação 4.0:

O aluno passa a viver a experiência da aprendizagem por meio de projetos colaborativos, nos quais os professores e colegas atuam juntos. Os recursos disponíveis na escola passam a ser usados de maneira criativa e novas estratégias são baseadas nas metodologias ativas para as atividades em sala de aula. (ANDRADE, 2017, p. np)

Embora as diretrizes da BNCC ultrapassem os aspectos tecnológicos, o documento reconhece que essas ferramentas podem ser grandes aliadas no desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais com as crianças.

Segundo Guiomar de Mello [...], A BNCC adota uma concepção de educação como um processo de desenvolvimento em interação que se dirige ao ser que aprende como ser integral, envolvendo cognições, emoções, sentimentos e disposições de conduta social. (MELO, 2018, p. np).

2 O Ensino Híbrido

Newton Flávio Correia, conceitua o ensino híbrido da seguinte maneira:

O ensino Híbrido é uma modalidade de ensino que absorve características do ensino on-line e do ensino presencial. Os modelos de rotação em estações, dão uma maior dinâmica para o tempo de aula, já que, dentro de um mesmo horário o aluno participa de diversas atividades, ou seja, cada estação de trabalho oferece ao aluno uma proposta de trabalho diferente, mas visando o mesmo conceito ou conteúdo” (MOLINA, 2016, p. 13).

O ensino híbrido é uma das mais promissoras metodologias de aprendizagem do novo milênio e a tecnologia é, sem dúvida, uma das maiores aliadas de professores e de estudantes. Para Mariana Neta, o ensino híbrido é tido como um transformador de aspetos do processo educacional:

Com a utilização do ensino híbrido, é possível transformar aspectos do processo educacional, retirar a figura do professor como centro do conhecimento e primeira fonte de informação, além de viabilizar ao estudante o protagonismo do seu aprendizado, em que ele assume uma postura mais participativa e coerente com a autonomia estudantil e a ampliação do pensamento crítico, a fim de correlacionar o que está em estudo com as situações da vida real (NETA e CAPUCHINHO, 2017, p. 152).

Um dos modelos de ensino híbrido é o modelo de Rotação no qual está incluído o modelo de Rotação por Estações, [...] É importante ressaltar que, nesse modelo, o estudante alterna entre trabalhos individuais e colaborativos, com uma diversidade de recursos que possibilitam a aprendizagem dos alunos em suas mais variadas formas. (CAVERSAN, 2016), nesse modelo (Laboratório Rotacional) o professor utiliza o laboratório de informática da instituição para realizar parte do ensino on-line e, dessa forma, o professor terá mais tempo para realizar atividades com um pequeno grupo de alunos e liberando espaço dentro da sala de aula e no modelo de Sala de aula Invertida, traz a proposta que o aluno estude antes sobre uma temática específica trazendo para a sala de aula seus questionamentos que serão ponto de partida para discussões na própria sala de aula, para isso, durante a aula, o professor realiza, com os estudantes, atividades tais como: resolução de exercícios e desenvolvimento de projetos, uma vez que os estudantes realizam o estudo dos conteúdos propostos em sua casa, em geral, através de vídeo aulas, textos e outros recursos midiáticos, sobre o assunto proposto pelo professor.

Um dos trabalhos relacionados à utilização do ensino híbrido em paralelo com a utilização do Arduino foi publicado por (SILVA, 2019) ele realiza a confecção de uma apostila sobre física moderna utilizando o modelo de Ensino Híbrido com o Arduino.

Tendo em vista atingir nosso objetivo ao qual nos propomos alcançar, detalharemos no capítulo 2 a física envolvida nesse trabalho, bem como o conceitos usados e necessários a sua aplicação, como o conceito de calor específico e a lei do resfriamento de Newton, juntamente com a semicondutividade e lei de Ohm.

Capítulo 2

A FÍSICA ENVOLVIDA

Para que se possa desenvolver um bom produto educacional com uma base conceitual sólida, passa-se a descrever alguns conceitos nos quais serão utilizados no processo da construção do produto, como os conceitos de calor específico usando os modelos descritos por Einstein e Debye, além compreender como acontece o aumento ou o decaimento da temperatura de um corpo aplicando a lei do Resfriamento de Newton e a lei do Equilíbrio Térmico.

1 Física calorífica aplicada

O estudo epistemológico sobre o calor e a sua explicação vem perturbando a humanidade desde a antiguidade, pois sempre esteve atrelado a questão da visão que se tinha do Universo, pois nessa época as questões cosmológicas viviam em ênfase e eram usadas para explicar as questões do mundo natural. Dentro dessa linha de raciocínio, o calor passa ser associado ao fogo, que correspondia a um dos quatro elementos: Terra, Fogo, Água e Ar. Para Aristóteles (384-322 a.C).

Mais tarde, por meio dos experimentos de Thompson, verificou-se que o atrito também produzia calor. Segundo Silva:

[...] em contrapartida, os experimentos de Thomson (o conde Rumford), em 1798, e os de Davy, em 1799, sugerem que o calor não tem existência material, mas pode ser criado por atrito, indicando uma relação entre energia térmica e cinética. Thomson, observando o calor gerado na perfuração de canhões em uma fábrica em Munique, investigou o fenômeno girando uma peça metálica sobre outra, imersas em água. Verificou que a água poderia ser levada à ebulição, e o processo continuava enquanto se produzisse o atrito, sem redução da massa dos corpos. (SILVA, 2011, p. 57).

É claro que essa ideia veio para refazer o conceito de que o calor era uma forma de substância, que chamaram de calórico. Foi necessário que James Prescott Joule (1818-1889) realizasse um experimento onde consistia de um calorímetro, para que mudasse definitivamente a concepção que se tinha de que o calor seria uma espécie de substância e não uma forma de energia. Júlio Cesar Passos faz uma comparação dos trabalhos desenvolvidos na área na época de joule e ressalta a relevância o realizado pelo de Joule:

Vários pesquisadores estiveram trabalhando, de forma mais ou menos independente, sobre o problema do equivalente mecânico do calor. Destaque-se a mente iluminada de Mayer que conseguiu, a partir dos fenômenos relacionados à fisiologia da respiração e da análise do corpo humano, visto como uma máquina, generalizar o princípio de conservação da energia para diferentes fenômenos. Mayer, porém, obteve menor reconhecimento do que Joule, embora tenha enunciado o princípio da equivalência entre trabalho e calor, em maio de 1842, um ano e meio antes da publicação de Joule. Este último, apesar de ter publicado os resultados da sua análise sobre o princípio da equivalência, somente em agosto 1843, realizou um meticuloso e criativo trabalho experimental que levou a comunidade científica a imortalizá-lo ao associar o seu nome à unidade de energia, no sistema internacional de unidades. (PASSOS, 2009, p. 6).

Albert Einstein, em 1907, publicou uma teoria que, usando os conhecimentos de Planck sobre o calor específico, propõem o seguinte raciocínio sobre a teoria do ressonador de Planck e, usando alguns resultados da teoria molecular geral do calor, Einstein¹ propõem que:

¹Demonstração do calor específico baseado no artigo de Einstein traduzido em 2005. (EINSTEIN, 2005, p. 1-5)

1.1 Modelo de Einstein para descrever o calor específico das substâncias

Se considerarmos o estado de um sistema no sentido da teoria molecular esteja completamente determinado pelas (muitas) variáveis e se considerarmos que o processo molecular ocorra segundo as equações:

$$\frac{dP_v}{dt} = \Phi_v(P_1, P_2, \dots, P_n) \quad v = (1, 2, \dots, n) \quad (1.1)$$

Admitindo a hipótese de que a relação:

$$\sum \frac{\partial \Phi_v}{P_v} = 0 \quad (1.2)$$

Seja válida para todos os valores dos P'_v s. Além disso, consideremos que um sistema parcial dos P'_v s seja determinado pelas variáveis p_1, \dots, p_n que pertencem aos P'_v s, e suponhamos que a energia de todo o sistema possa, em boa aproximação, ser pensada como composta de duas partes, uma das quais E dependa apenas dos P_1, \dots, P_n , enquanto que a outra é independente de P_1, \dots, P_n . Consideremos também que seja infinitesimalmente pequena comparada à energia total do sistema. A probabilidade dW que em um instante escolhido aleatoriamente os P'_v s estejam numa região infinitesimalmente pequena dp_1, dp_2, \dots, dp_n é dada pela equação:

$$dW = C e^{-\frac{NR}{T}E} dp_1 \dots dp_m \quad (1.3)$$

Nesta expressão, C é uma função da temperatura absoluta (T), N é o número de moléculas em um equivalente-grama, R é a constante da equação dos gases para uma molécula-grama. Se se faz

$$\int_{dE} dp_1 \dots dp_m = W(E) dE \quad (1.4)$$

Se escolhe para as variáveis P_v as coordenadas do centro de massa e componentes da velocidade de massas pontuais (átomos, elétrons) e supõe-se que as acelerações dependam apenas das coordenadas, e não das velocidades, chega-se então à teoria cinético-molecular do calor. A relação 1.2 é nela satisfeita, e, portanto, a Eq.1.3 também é válida. Em particular, se imagina que foi escolhida como o sistema dos P_v uma partícula de massa elementar que pode realizar oscilações senoidais sobre uma linha reta, e denota-se sua distância da posição

de equilíbrio e velocidade instantâneas por x e ξ , respectivamente, obtém-se

$$dW = C e^{\frac{-N}{RT}E} dx\xi \quad (1.5)$$

e, como deve-se tomar $\int dx d\xi = const.dE$, então $w = const.$:

$$dW = const.e^{\frac{-NR}{T}E} dE \quad (1.6)$$

O valor médio da energia da partícula é, portanto

$$\bar{E} = \frac{\int E e^{\frac{-N}{RT}E} dE}{\int e^{\frac{-N}{RT}E} dE} = \frac{NR}{T} \quad (1.7)$$

É evidente que a fórmula 1.7 também pode ser aplicada a um íon oscilando sobre uma linha reta. Se isso for feito, e se se levar em conta que, segundo um estudo de Planck, a relação

$$\bar{E}_v = \frac{L^3}{8\pi v^2} \rho_v \quad (1.8)$$

deve ser válida entre sua energia média \bar{E} e a densidade ρ_v da radiação de um corpo negro na frequência considerada, então, eliminando E de 1.7 e 1.8 chega-se à fórmula de Rayleigh

$$\rho_v = \int \frac{R}{V} \frac{8\pi v^2}{L^2} T, \quad (1.9)$$

que, como é bem conhecido, representa apenas uma lei limite para grandes valores de $\frac{T}{V}$. Para obter a teoria de Planck para a radiação de corpo negro, pode-se proceder como a seguir. Mantém-se a Eq. 1.7, isto é, supõe-se que a teoria da eletricidade de Maxwell fornece a relação correta entre densidade de radiação e E . Por outro lado, abandona-se a Eq. 1.7, isto é, supõe-se que a aplicação da teoria cinético-molecular é o que causa um conflito com a experiência. No entanto, mantemos as fórmulas 1.3 e 1.5 da teoria molecular geral do calor. Em vez de fazer

$$w = const. \quad (1.10)$$

de acordo com a teoria cinético-molecular, fazemos $w = 0$ para todos os valores de E que não sejam extremamente próximos de $0, \epsilon, 2\epsilon, 3\epsilon$, etc. Apenas entre 0 e $0 + \alpha, \epsilon$ e $\epsilon + \alpha, 2\epsilon$ e $2\epsilon + \alpha$ etc. (onde α é infinitesimalmente pequeno comparado a ϵ) w pode ser diferente de zero, de forma tal que

$$\int w dE = \int_{\epsilon}^{\epsilon+\alpha} w dE = \int_{2\epsilon}^{2\epsilon+\alpha} w dE = \dots = A$$

Como pode ser visto da Eq.1.3, esta estipulação envolve a hipótese que a energia da estrutura elementar em consideração assuma apenas valores que são infinitesimalmente próximos de $0, \epsilon, 2\epsilon$ etc. Usando o estipulado acima para w , obtêm-se, com auxílio de 1.11:

$$\bar{E} = \frac{\int E e^{-\frac{N}{RT}E} w(E) dE}{\int e^{-\frac{N}{RT}E} w(E) dE} = \frac{0 + A\epsilon e^{-\frac{N}{RT}\epsilon} + A2\epsilon e^{-\frac{N}{RT}2\epsilon} \dots}{A + A\epsilon e^{-\frac{N}{RT}\epsilon} + A2\epsilon e^{-\frac{N}{RT}2\epsilon} \dots} = \frac{\epsilon}{e^{-\frac{N}{RT}\epsilon} - 1}$$

também se fizer $\epsilon = \left(\frac{R}{N}\right)\beta v$ (segundo a hipótese quântica), obtêm-se

$$\bar{E} = \frac{\frac{N}{R}\beta v}{e^{\frac{\beta v}{T}} - 1} \quad (1.11)$$

bem como, com ajuda de 1.8, a fórmula da radiação de Planck

$$\rho_v = \frac{8\pi R\beta}{L^3 N} + \frac{V^3}{e^{\frac{\beta v}{T}} - 1} \quad (1.12)$$

A Eq. 1.11 mostra a dependência da energia média do ressonador de Planck com a temperatura. Do que está acima, emerge claramente em que sentido a teoria cinético-molecular do calor deve ser modificada para ser levada a uma concordância com a lei de distribuição da radiação de corpo negro. Pois embora tenha-se pensado antes que o movimento das moléculas obedeça às mesmas leis que são válidas para o movimento dos corpos em nosso mundo de percepção sensorial (em essência, estamos apenas incluindo o postulado de reversibilidade completa), somos forçados agora a supor, para íons capazes de oscilar em frequências particulares que podem mediar uma troca de energia entre matéria e radiação, que a quantidade de estados que eles podem assumir é menor do que para corpos dentro da nossa experiência. Pois tivemos que fazer a hipótese de que o mecanismo de transferência de energia é tal que a energia das estruturas elementares só pode assumir os valores $0, \left(\frac{R}{N}\right)\beta v, 2\left(\frac{R}{N}\right)\beta v$ etc.

Eu creio agora que não devemos nos contentar com este resultado. Pois surge a questão: se as estruturas elementares que devem ser supostas na teoria de troca de energia entre radiação e matéria não podem ser percebidas em termos da teoria cinético-molecular corrente, então não estamos também obrigados a modificar a teoria para as outras estruturas periodicamente oscilantes consideradas na teoria molecular do calor? Na minha opinião não há dúvida quanto à resposta. Se a teoria da radiação de Planck vai ao cerne da matéria, então as contradições entre a teoria cinético-molecular corrente e a experiência devem também ser esperadas em outras áreas da teoria do calor, o que pode ser resolvido ao longo das linhas indicadas. Na minha opinião, isto é, de fato, o que ocorre, como eu agora tentarei mostrar.

A concepção mais simples que se pode fazer sobre o movimento térmico em sólidos é que os átomos individuais realizam oscilações senoidais em torno de posições de equilíbrio. Com esta hipótese, aplicando a teoria cinético-molecular Eq. 1.7 e levando em conta que três graus de liberdade de movimento devem ser atribuídos a cada átomo, obtêm-se para o calor específico de um equivalente grama da substância.

$$c = 3Rn$$

ou expresso em calorías-grama

$$c = 5,94n$$

onde n denota o número de átomos na molécula. É bem conhecida que esta relação se aplica como uma aproximação notavelmente próxima a muitos elementos e a muitos compostos no estado de agregação sólida (lei de Dulong-Petit, regra de F. Neumann e Kopp).

No entanto, se estes fatos são examinados um pouco mais de perto, encontram-se duas dificuldades que parecem colocar limites estreitos na aplicabilidade da teoria molecular.

1. Há elementos (carbono, boro e silício) que no estado sólido e a temperaturas habituais têm calores atômicos específicos muito menores do que 5,94. Além disso, o calor específico por molécula-grama é menor que 5,94 em todos os compostos sólidos contendo oxigênio, hidrogênio ou ao menos um dos elementos mencionados.

2. O senhor Drude demonstrou que os fenômenos ópticos (dispersão) levam à conclusão que muitas massas elementares que se movem independentemente umas das outras devem ser atribuídas a cada átomo de um composto, pois ele com sucesso relacionou as frequências próprias infravermelhas a oscilações de átomos (íons atômicos) e as frequências próprias do ultravioleta às oscilações dos elétrons. Isto coloca uma segunda dificuldade significativa para a teoria cinético molecular do calor, porque o calor específico deveria exceder significativamente o valor , já que o número de massas pontuais em movimento por molécula é maior do que este último número de átomos. Com base no que está acima, dever-se-ia notar o seguinte: se concebemos os condutores de calor em sólidos como estruturas oscilando periodicamente cuja frequência é independente de sua energia de oscilação, então segundo a teoria da radiação de Planck não deveríamos esperar que o valor do calor específico fosse sempre $c = 5,94 n$. Em vez disso, teríamos que fazer 1.11

$$\bar{E} = \frac{3R}{N} \frac{\beta v}{e^{\frac{\beta v}{T}} - 1}$$

A energia de N de tais estruturas elementares, medida em calorias-grama, tem, portanto, o valor

$$5,94 \frac{\beta v}{e^{\frac{\beta v}{T}} - 1}$$

de forma que cada uma de tais estruturas elementares oscilantes contribui para o calor específico com o valor

$$5,94 \frac{e^{\frac{\beta v}{T}} \cdot \left[\frac{\beta v}{T}\right]^2}{\left[e^{\frac{\beta v}{T}} - 1\right]^2} \quad (1.13)$$

por equivalente-grama. Assim, a soma sobre todos os tipos de estruturas elementares oscilantes que ocorrem na substância sólida em questão fornece a seguinte expressão para o calor específico por equivalente-grama :

$$c = 5,94 \sum \frac{e^{\frac{\beta v}{T}} \cdot \left[\frac{\beta v}{T}\right]^2}{\left[e^{\frac{\beta v}{T}} - 1\right]^2}$$

1.2 Modelo de Debye

Em 1912, Debye propôs um modelo simples para a descrição da capacidade calorífica dos sólidos. No modelo ele considerou que os átomos da rede cristalina eram formados por sistemas do tipo massa-mola acoplados entre si. Ele considerou ainda o meio isotrópico, contínuo, elástico e de volume V . As vibrações consideradas por ele são aquelas de baixa frequência e denominadas de fônons. Os fônons por sua vez são graus de liberdade que podem ser excitados termicamente. A seguir será apresentado o modelo de Debye². Em um sólido com N átomos existem $3N$ modos normais de vibração. Deste total de modos, três são acústicos (um longitudinal e dois transversais) e os demais, óticos. Ao contrário dos fônons óticos, os fônons acústicos apresentam uma relação de dispersão que para baixos valores de vetor de onda k é dada por:

$$w = c_s k \quad (1.14)$$

Onde c_s é a velocidade de propagação do som no material. Para calcularmos a energia deste sólido, no espaço dos momentos, se faz necessário calcular a densidade de estado $D(w)$ dos fônons. Considere, por simplicidade, uma rede unidimensional de comprimento L com N átomos separados entre si por uma distância. O deslocamento de uma partícula s da sua

²Demonstração do modelo térmico de Debye baseado em (SOUZA, 2009, p. 10-17)

posição de equilíbrio é descrito por:

$$u_s = u(0)e^{i(ksl - w_k t)} \quad (1.15)$$

onde w_k está relacionada a k por uma relação de dispersão apropriada. Aplicando condições de contorno periódicas ao sistema, isto é, $u(sl) = u(sl + L)$ encontramos os valores permitidos para o vetor de onda

$$k = 0, \pm \frac{2\pi}{L}, \pm \frac{4\pi}{L}, \dots \quad (1.16)$$

O intervalo entre dois valores de k sucessivos é $\Delta k = \frac{2\pi}{L}$. O inverso deste valor é o número de modos dividido pelo comprimento da primeira zona de Brillouin que compreende a região no espaço de k representada por $-\left(\frac{\pi}{L}\right) \leq k \leq +\left(\frac{\pi}{L}\right)$. Estendendo o problema para um sistema tridimensional, com as condições de contorno periódicas sendo aplicada a um conjunto de células primitivas dentro de um paralelepípedo de lados L_1, L_2, L_3 e volume $V = L_1 L_2 L_3$, o vetor k pode ser determinado pela relação:

$$\exp[xk_1 + yk_2 + zk_3] = \exp i[(x + L_1)k_1 + (y + L_2)k_2 + (z + L_3)k_3] \quad (1.17)$$

As componentes do vetor de onda assumem então os seguintes valores:

$$k_{i=1,2,3} = \pm \frac{2\pi}{L_i} n_i, \quad n_1, n_2, n_3 = 0, \pm 1 \pm 2 \pm 3 \dots \quad (1.18)$$

No espaço dos k 's, considerando uma esfera de raio k , o número de modos em um elemento de volume determinado por valores de k 's consecutivos $\Delta n_i = 1$, dividido pelo volume da esfera, determina a densidade volumétrica de estados:

$$\frac{\Delta n_1 \Delta n_2 \Delta n_3}{\Delta k_1 \Delta k_2 \Delta k_3} = \frac{L_1 L_2 L_3}{8\pi^3} = \frac{V}{8\pi^3} \quad (1.19)$$

onde V é o volume do cristal. De outra forma, o número total de modos permitidos numa esfera de raio k é dado por:

$$N = \frac{V}{8\pi^3} \left(\frac{4\pi k^3}{3} \right) \quad (1.20)$$

A partir da Eq. 1.20 pode-se então determinar a densidade de estados associados às oscilações com frequências entre w e $(w + dw)$ que é definida por:

$$D(w) = \frac{dN}{dw} \quad (1.21)$$

Substituindo na Eq.1.20 o valor de k determinado pela relação de dispersão correspondente, dado pela Eq. 1.14, e utilizando (Eq. 1.21), pode-se mostrar que:

$$D(w) = \frac{V}{2\pi^2} \left(\frac{w^2}{c_s^3} \right) \quad (1.22)$$

pela integração direta da Eq. 1.22, considerando que o número total de modos tem que ser igual a N , determina-se uma frequência máxima para a densidade de estado espectral denominada frequência de corte:

$$W_D = c_s \left(\frac{6\pi^2 N}{V} \right)^{1/3} \quad (1.23)$$

que determina um vetor de onda de corte correspondente:

$$k_D = \left(\frac{6\pi^2 N}{V} \right)^{1/3} \quad (1.24)$$

A energia de um sólido para uma dada temperatura T , devido apenas a contribuição dos fônons, é igual à soma das energias dos fônons os quais são caracterizadas por um vetor de onda k e pela sua polarização:

$$U_{rede} = \sum_k \langle n_k \rangle \hbar \omega_k \quad (1.25)$$

o valor $\langle n_k \rangle$ é o número médio de fônons com vetor de onda k em equilíbrio térmico e é dado pela distribuição de Planck:

$$\langle n_k \rangle = \frac{1}{\left[e^{\frac{\hbar \omega_k}{k_B T}} - 1 \right]} \quad (1.26)$$

onde k_B é a constante de Boltzmann. Como o espaçamento entre vetores de onda consecutivos ($2\pi/L$) é muito menor que o tamanho da primeira zona de Brillouin, onde $(\pi/l) \leq k \leq +(\pi/l)$, e os vetores de onda excitados termicamente correspondem a fônons acústicos, ou seja, com grandes comprimentos de onda ($\lambda \geq l$), podemos tratar o meio como quase contínuo. Neste caso, pode-se trocar o somatório em k , fazendo uso de $D(\omega)$, por uma integral:

$$U_{rede}(T) = \int_0^{w_D} dw \left(\frac{vw^2}{2\pi^2 c_s^3} \right) \left[\frac{\hbar w}{e^{\frac{\hbar w}{k_B T}} - 1} \right] \quad (1.27)$$

que é a energia térmica dos fônons para cada tipo de polarização. Para simplificar o problema, consideremos que as velocidades dos fônons sejam independentes da polarização.

Para termos uma solução completa em três dimensões, multiplicamos 1.26 pelo número total de polarizações ³ (3 – dois transversais e um longitudinal):

$$U(T) = \frac{3v\hbar}{2\pi^2 c_s^3} \int_0^{w_D} \frac{w^3}{e^{\frac{\hbar w}{k_B T}} - 1} \quad (1.29)$$

fazendo uma mudança de variáveis, onde $x \equiv \frac{\hbar w}{k_B T}$, por conseguinte $x_D \equiv \frac{\hbar w_D}{k_B T}$, e definindo a temperatura de Debye Θ_D como

$$\Theta_D = \frac{\hbar w_D}{K_B} \quad (1.30)$$

a Eq.1.27 pode ser escrita com a ajuda da eq. 1.29, como:

$$U(T) = 9NK_B T \left[\frac{T}{\Theta_D} \right]^3 \left[\int_0^{\frac{\Theta_D}{T}} \frac{x^4 e^x}{[e^x - 1]^2} dx \right]. \quad (1.31)$$

A determinação da capacidade calorífica é obtida pela derivação da Eq. 1.21 com relação à temperatura T mantendo o volume constante. Fazendo isto, encontramos:

³Há três modos de vibração: um longitudinal e dois transversais. A velocidade do som é dada por:

$$\frac{3}{c_s} = \frac{1}{v_{t_1}^3} + \frac{1}{v_{t_2}^3} + \frac{1}{v_{t_3}^3} \quad (1.28)$$

$$c_v(T) = 9NK_B T \left[\frac{\Theta_D}{T} \right]^3 \left[\int_0^{\frac{T}{\Theta_D}} \frac{x^4 e^x}{(e^x - 1)^2} dx \right] \quad (1.32)$$

Este é a expressão da capacidade calorífica de um sólido cristalino em função da temperatura obtida por Debye.

A Figura 2.1 mostra a dependência da capacidade calorífica em função da temperatura segundo modelo de Debye.

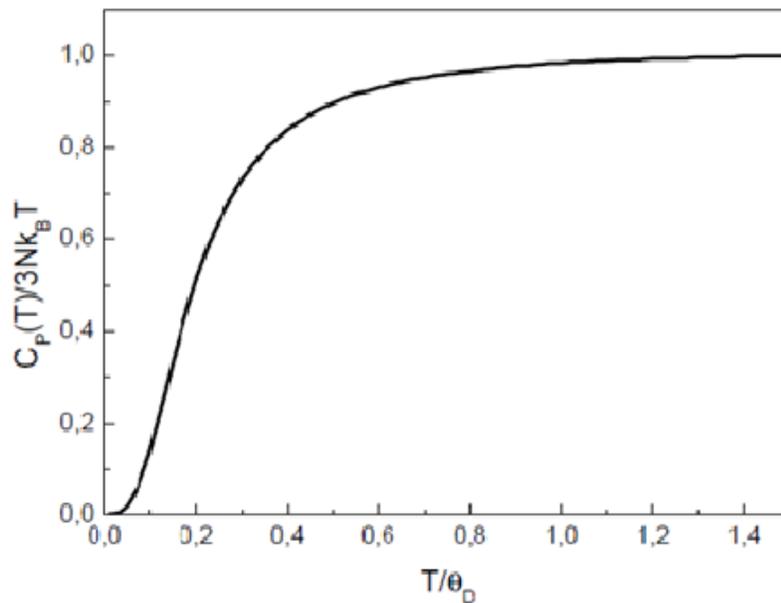


Figura 2.1: Capacidade calorífica versus a temperatura segundo o modelo Debye

Fonte: https://sites.ifi.unicamp.br/brum/files/2014/01/F888_JAB_1s2010_P3_cap6.pdf

Fazendo T muito menor que Θ_D , que é o caso para temperaturas muito baixas, podemos calcular a integral em 1.33 de zero até infinito. A integral, nesta aproximação, vale:

$$\int_0^{\infty} \frac{x^4}{[e^x - 1]^2} dx = \frac{x^4}{15} \quad (1.33)$$

Conseqüentemente, o calor específico devido aos fônons em baixas temperaturas segue

uma potência de T^3 :

$$c_v(T) = \frac{12\pi^4}{5} NK_B \left[\frac{T}{\Theta_D} \right]^3 \quad (1.34)$$

Nesta faixa de temperatura os únicos modos acústicos termicamente excitados são os de grandes comprimentos de onda razão pela qual pode ser considerada como um meio quase-contínuo. Para altas temperaturas, onde T é muito maior que a temperatura de Debye, a Eq. 1.34 pode ser calculada em termos de uma expansão em $\frac{\Theta_D}{T}$:

$$c_v(T) = \frac{12\pi^4}{5} NK_B \left[1 - \frac{1}{20} \left(\frac{\Theta_D}{T} \right)^2 + \dots \right] \quad (1.35)$$

Finalmente, desprezando os termos de ordem quadrática e os de ordem superior, obtemos a lei de Dulong-Petit:

$$c_V \gg 3NK_B \quad (1.36)$$

Para sólidos com temperatura de Debye da ordem de até 200 K, a lei de Dulong e Petit é válida a temperatura ambiente. À medida que a temperatura aumenta e se aproxima da temperatura de fusão do cristal, o modelo de Debye não explica o comportamento da capacidade calorífica com a temperatura. Isto por que, em parte, os termos não harmônicos que descrevem a interação entre os átomos passam a desempenhar um papel muito importante.

A temperatura de Debye, que é uma medida da frequência de corte das vibrações das redes no modelo de Debye, pode ser relacionada com outras propriedades ligadas a estrutura cristalina dos materiais tais como, a temperatura de fusão, expansão térmica e compressibilidade. Por exemplo, a relação entre a temperatura de fusão e a de Debye, também chamada de relação de Lindemann é dada por:

$$\Theta_D = B \left(\frac{T_m}{MV^{\frac{3}{2}}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1.37)$$

Onde: $B (\approx 115)$ é uma constante e M e V são a massa atômica média e volume atômico médio, respectivamente. O calor específico de uma substância é uma propriedade dos materiais que mede a quantidade de calor trocada para que uma grama dessa substância varie em sua temperatura, essa propriedade depende de três fatores, um deles é a pressão a que a

substância está sendo submetida, o grau de pureza da substância e a temperatura ambiente onde se encontra a substância, pode ser considerado constante desde que a substância se encontre em um mesmo estado de agregação de suas moléculas, o que não acontece com um gás pois o seu calor específico pode variar conforme a transformação que estiver sofrendo.

2 Lei do Resfriamento de Newton

Formulada em 1701, por Isaac Newton aos seus 60 anos de idade e publicada em um artigo anonimamente com o nome “Scala Graduun Caloris”, nesse artigo, Newton descreve um método para medir temperatura de até $1000^{\circ}C$ aproximadamente. Segundo Bronson, “A lei do resfriamento de Newton, igualmente aplicável ao aquecimento, determina que a taxa de variação temporal da temperatura de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e o meio circundante”. (BRONSON e COSTA, 2008, p. 64)

Baseado nisso, newton verificou que o calor retirado de um corpo é levado pelo vento.

A lei do resfriamento de Newton afirma que para pequenas temperaturas e que após aquecer um corpo e deixá-lo em repouso em um ambiente isolado, de forma que não troca de calor por contato, Newton garante que apara pequenas variações de temperatura, a taxa de resfriamento é proporcional a diferença de temperatura entre o corpo e o meio ambiente ou seja.

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_a) \quad (2.1)$$

logo temos que

$$dT = -K(T - T_a) dt \quad (2.2)$$

e assim

$$\frac{1}{T - T_a} dT = -K dt \quad (2.3)$$

Integrando 2.3 temos que

$$\int_{T_0}^T \frac{1}{T - T_a} dT = \int_0^t -K dt \quad (2.4)$$

temos como solução

$$\ln(T - T_a) - \ln(T_0 - T_a) = [-Kt + C]$$

$$\ln \left[\frac{T - T_a}{T_0 - T_a} \right] = [-Kt + C] \quad (2.5)$$

Logo, a temperatura em função do tempo é determinada da seguinte maneira:

$$T(t) = T_a + (T - T_a) \exp[-Kt + C] \quad (2.6)$$

Observamos que a variação da temperatura em função do tempo se aproxima de uma reta de inclinação $-k$

$$T(t) = T_a + (T_0 - T_a) \exp(-Kt) \quad (2.7)$$

A constante K ela depende do material que constitui o corpo.

3 A lei do Equilíbrio Térmico

Ao tratar do conceito de equilíbrio térmico, cometermos um equívoco quando associamos apenas calor, quando outros conceitos estão envolvidos, como por exemplo, o conceito de temperatura, energia, transferência de energia, energia interna e interação térmica, exigindo um pré-requisito como o entendimento microscópico e macroscópico de temperatura, energia e suas formas. Segundo Vasquez Diaz:

Quando dois sistemas macroscópicos, a diferentes temperaturas, são postos em interação térmica (exclusivamente), denomina-se calor a energia líquida que se transfere do sistema inicialmente a mais alta temperatura para o sistema inicialmente a mais baixa temperatura (DIAZ, 1987, p. 236).

Uma questão chave a ser debatida que no equilíbrio os sistemas atingem a mesma temperatura, mas não significa que tenham a mesma quantidade de calor, isso porque o calor

depende da massa e do calor específico das substâncias. Continuando, ainda, Vasquez propõe⁴ que “De modo análogo, a história da Física também mostra que durante muito tempo esse assunto continuava mal compreendido pelos cientistas. Para o seu entendimento adequado, foi necessário o estabelecimento do conceito de calor específico das diversas substâncias. Acontece, porém, que, inicialmente, como já tivemos oportunidade de mostrar, muitas ideias inadequadas foram expressas a esse respeito. Acreditamos que, no que se refere aos fenômenos envolvendo calor e temperatura, de fato, existe um certo paralelismo entre as concepções espontâneas dos alunos e as dos cientistas em épocas passadas, mas que seria talvez mais certo falar de um paralelismo parcial, tendo em vista que algumas das ideias dos cientistas eram bem estruturadas e estavam baseadas em paradigmas então vigentes. Mesmo que essas concepções possam ser consideradas inadequadas, segundo os padrões atuais, naquela época, elas podiam ser consistentes e, em geral, eram bastante matizadas: estavam inseridas em um contexto teórico bastante amplo, ao contrário do que acontece com as concepções espontâneas dos alunos, que, em geral, são incoerentes, sem embasamento teórico adequado, são fragmentadas e, às vezes, totalmente contraditórias.

Algumas questões que poderiam suscitar discussões em sala de aula. Tendo em vista o desenvolvimento histórico dos conceitos de calor e temperatura, acreditamos que algumas questões podem ser interessantes para uma discussão em sala de aula, dentre elas, destacamos:

- Suponha que você tenha dois cubos de mesmo material, porém com volumes diferentes, e que seu objetivo é aquecê-los, fazendo-os atingir uma mesma temperatura final. Nessas circunstâncias, você afirmaria que ambos os corpos devam receber a mesma quantidade de calor?
- O que aconteceria com o derretimento das geleiras, se a fusão do gelo fosse instantânea, conforme se pensava antes da elaboração da teoria formulada por Black?
- Quando misturamos dois litros de água, cada litro, inicialmente, a temperaturas diferentes, a temperatura final da mistura será obtida pela média aritmética de suas temperaturas iniciais. Mas se é misturado um litro de água com um litro de álcool, com temperaturas iniciais diferentes, a temperatura final de equilíbrio da mistura será diferente daquela obtida pela média aritmética de suas temperaturas iniciais. Por que isso acontece?
- Qual é a grandeza física, além do calor e da temperatura, que precisa ser considerada nesse problema?

⁴Argumento proposto por Diaz Vasquez (DIAZ, 1987, p. 190-191)

- Em um recinto de paredes adiabáticas, você coloca diversos corpos, feitos de diferentes materiais, digamos vidro, papel, diferentes metais, madeira. Inicialmente, esses corpos podem estar a temperaturas diferentes, no entanto, passado um intervalo de tempo razoavelmente longo, espera-se que eles irão adquirir uma mesma temperatura final (equilíbrio térmico). Isso pode ser confirmado por meio de um termômetro. Apesar disso, se você tocar cada corpo com a mão, você poderá achar que os metais estão mais frios que os outros corpos. Por que isso acontece?

- Quando um objeto quente esquenta um frio, suas mudanças de temperaturas são iguais em magnitude? Ou seja, o corpo quente irá diminuir sua temperatura e o corpo frio aumentará a sua no mesmo número de graus?

- Imagine que, ao abrir o forno quente, quando um frango coberto com papel alumínio esteja sendo assado, você suporta bem a temperatura. Ao você suspender a folha de alumínio, sentirá na sua pele uma grande sensação de ardência, dando a impressão de que a temperatura está extremamente elevada. Como você explicaria esse fato?

- Você põe a mão dentro de um forno quente para tirar uma forma e queima seus dedos nela. Entretanto, o ar em torno dela está à mesma temperatura, mas não queima seus dedos. Por quê?

Podemos estabelecer para o equilíbrio térmico uma condição termodinâmica na qual dois ou mais corpos encontram-se à mesma temperatura. Essa condição é atingida espontaneamente, uma vez que corpos em temperaturas diferentes trocam calor entre si até que suas temperaturas se equilibrem. Além disso, o calor sempre flui dos corpos mais quentes para os corpos de menor temperatura.

Considere um sistema compostos de dois corpos A e B, onde θ_A e M_A , θ_B e M_B são as Temperaturas e as massas dos corpos A e B e admitindo c_a e c_b os respectivos calores específicos dos corpos A e B, temos que

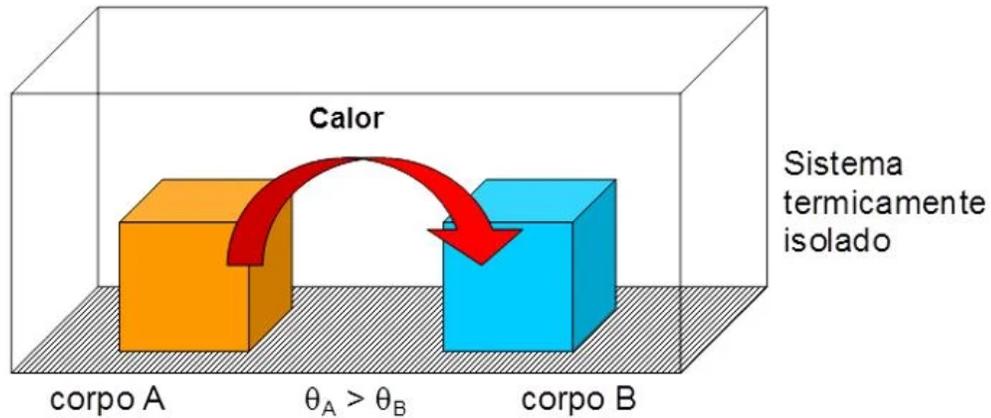


Figura 2.2: Sistema isolado de três corpos trocando calor entre si.

Fonte. <https://files.cursoenemgratuito.com.br/uploads/2020/07/sistema-termicamente-isolado2.jpg>

No equilíbrio térmico as temperaturas finais dos corpos serão as mesmas, que chamamos de temperatura de equilíbrio térmico T_e , temos que

$$Q_A + Q_B + Q_C = 0 \quad (3.1)$$

Cada corpo troca calor da seguinte maneira

$$M_a C_a \Delta T_a + M_b C_b \Delta T_b + M_c C_c \Delta T_c = 0 \quad (3.2)$$

como no equilíbrio térmico todos os corpos atingem a mesma temperatura temos que a equação 3.1 fica

$$M_a C_a (T_e - T_a) + M_b C_b (T_e - T_b) + M_c C_c (T_e - T_c) = 0 \quad (3.3)$$

O calor específico do corpo A pode ser obtido usando a expressão

$$c_a = \frac{-[M_b c_b (T_e - T_b) + M_c c_c (T_e - T_c)]}{M_a c_a (T_e - T_a)} \quad (3.4)$$

4 Semicondutividade

Os primeiros estudos sobre condutividade elétrica em sólidos e líquidos se deram entre (1666-1737) pelo astrônomo Stephen Gray. Seus estudos mostravam pela primeira vez que era possível transferir eletricidade estática por atrito produzida por um balão ou bastão de vidro para outro material. Por volta de 1745 e 1827, Alessandro Volta observou que existiam materiais que não tinham a característica nem de isolante e nem de condutor, os quais denominou de semicondutor. Em 1849, Humphry Davy mostrou que a condutividade poderia ser alterada com a temperatura, mostrando uma dependência da temperatura com a condutividade, quanto maior a temperatura menor e a condutividade em metais. Percebe que a temperatura dos materiais influenciava na condução de eletricidade e estabelece a relação de condutividade e temperatura para metais: quanto maior a temperatura, menor é a capacidade de conduzir energia. Michael Faraday estende os estudos de Davy a outras substâncias, mostrando que algumas comportam-se de maneira oposta aos metais, ou seja, sua condutividade aumenta conforme aumenta a temperatura. Tais materiais são os semicondutores identificados anteriormente por Alessandro Volta.

Em 1873, Willoughby Smith estudava a condutividade do selênio (material semicondutor) quando descobriu a fotocondutividade desta substância. Notou que ao iluminá-lo, sua resistência caía drasticamente. Mais uma propriedade dos semicondutores é descoberta. A condutividade de um semicondutor pode ser alterada com a incidência de luz.

Outras pesquisas mostram, também, que o grau de pureza do elemento testado é muito importante nas medidas de condutividade, ou seja, dependendo das impurezas contidas no material, ele pode ser melhor ou pior condutor. Por algum tempo, a condutividade dos semicondutores foi agregada apenas às impurezas no material.

Com o desenvolvimento da tecnologia de materiais, provou-se que a condutividade da substância depende das impurezas, mas não apenas disso. Esse conhecimento foi extremamente importante para o desenvolvimento de uma técnica usada hoje para construir a maioria dos dispositivos semicondutores. Essa técnica é chamada de dopagem e consiste em misturar outros elementos na composição do semicondutor. Com isso, altera-se com precisão a condutividade do material. Hoje os semicondutores são utilizados nas mais diversas aplicações (PSCHEIDT, 2013, p. np).

Como é notório, em relação a uma propriedade elétrica dos materiais, onde podemos

classificá-los em isolantes, semicondutores, condutores e supercondutores. Os materiais isolantes são aqueles onde os elétrons possuem facilidade em se deslocar no material. Cada átomo possui seus elétrons distribuídos em camadas (níveis de energia). Quanto mais distante estiver o nível do núcleo, menor será a energia que o liga ao núcleo do átomo. Pode-se assim dizer que os elétrons da última camada são os elétrons que possuem menor energia, por isso essa camada é chamada de camada de valência, quando o elétron mais distante receber um quanto de energia esse elétron se torna um elétron livre. Baseado nisso, pode-se estabelecer um modelo chamado de modelo das bandas. Duas regiões são consideradas uma banda de valência, onde estão localizados os eletros de valência, e outra região a de condução, onde estão localizados os elétrons de condução estão localizados, e entre elas uma terceira onde não possui elétrons, se a distância entre as bandas for grande esse material é um isolante, e se a distância entre as regiões for pequena, esse material é um semicondutor, mas se não houver essa separação, ele é um condutor.

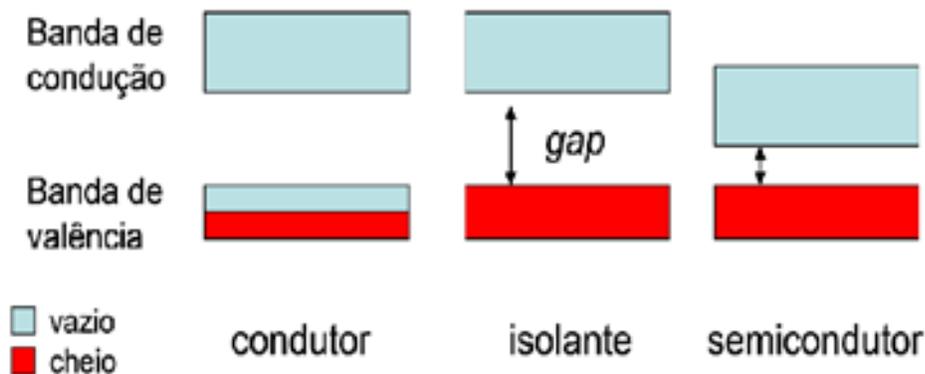


Figura 2.3: Banda de energia nos semicondutores

Fonte: <https://sites.google.com/site/marcioperon/ufscar/pesquisa/semicondutores>

Essa região é denominada de Gap, se essa energia for $E_{gap} \gg 3 \text{ eV}$ esse material é considerado um isolante, se esta faixa de energia $1 < E_{gap} < 3 \text{ eV}$, ele é considerado um semicondutor e se for $E_{gap} < 1$ será considerado um condutor.

Uma das formas de você variar a condutividade de um material é por meio de variação de temperatura, outra forma que se tem é por meio do efeito fotoelétrico, ou seja, incidindo luz sobre o material, esses materiais são classificados com fotoresistores. Um exemplo desses materiais é o sulfeto de cádmio (CdS), o sulfeto de Cádmio possui uma energia de banda proibida direta de $2,42 \text{ eV}$ em temperatura ambiente, sendo transparente a radiação até um comprimento de onda superior a 515 nm . É considerado o melhor material para trabalhar

como janela do tipo N em células solares de heterojunção com CdTe ou seleneto de Cobre-Índio-Gálio (CIGS) tipo P. A configuração dessas células deve ser tal de modo que a luz que incide sobre o material de mais alta banda proibida, que nesse caso é CdS, daí a denominação janela

A concentração de portadores de carga em CdS, sem dopagem intencional é cerca de 10^{15} cm^{-3} e a condutividade é controlada pela quantidade de defeitos e impurezas.⁵

Sendo o sulfeto de Cádmio aplicado na construção de sensores fotoresistivos como o LDR, fez-se necessário uma pequena reflexão sobre a semicondutividade

5 Resistividade e condutividade

Uma outra característica dos materiais é resistência que representa a propriedade dos materiais m dificultar a passagem da corrente essa propriedade de nos possibilita a determinar que essa característica é denominada de resistividade considere um condutor que está sendo submetido a uma tensão V , sendo percorrido por uma corrente i , uma das propriedades do material (Resistência) é definida pela 1ª lei de Ohm, onde diz que “Se a tensão sobre esse condutor variar a corrente também varia, e a razão entre $\frac{V}{i} = \text{const} = R$, ou seja $V = Ri$, vamos focar não na diferença de potencial, mas sim no campo elétrico aplicado em um determinado ponto do condutor, se tratarmos a corrente i não como um objeto particular, mas para se ter uma visão geral adotaremos a definição de densidade de corrente $J = \frac{i}{A}$, onde A é a área Transversal por onde corre o fluxo de portadores de carga. Temos então que a resistividade é dada por

⁵Dados publicados em 2014, por (NASCIMENTO, 2014, p. 7)

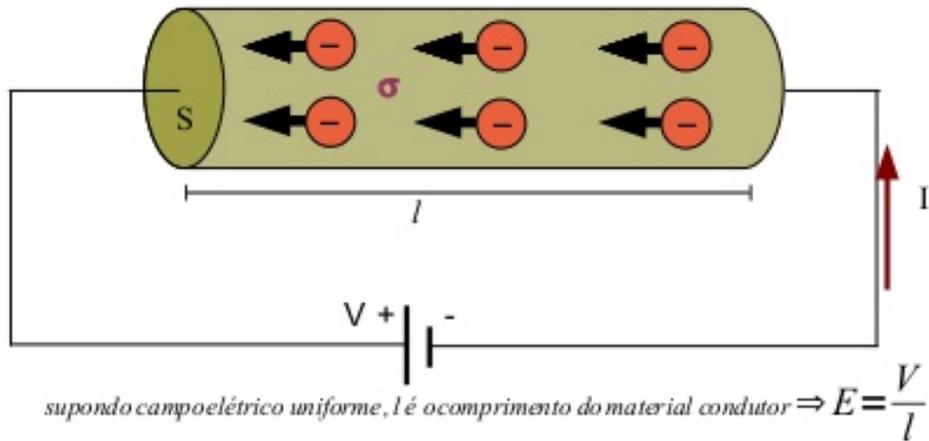


Figura 2.4: Resistência dada pela Lei de OHM

Fonte: <https://pt.slideshare.net/carlalimaap/corrente-eletrica-31704053>

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (5.1)$$

que depende do material em questão. E a Condutividade será uma propriedade que é o inverso da Resistividade

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (5.2)$$

Quanto mais resistente for um material menos condutor ele se torna. Sendo l um ponto qualquer do fio temos que o campo elétrico no condutor será,

$$E = \frac{V}{l} \quad (5.3)$$

e

$$J = \frac{i}{A} \quad (5.4)$$

Em meios isotrópicos ou homogêneos temos que a resistência nesse material é obtida da seguinte maneira

$$R = \frac{V}{i} \quad (5.5)$$

ou seja,

$$R = \frac{El}{JA} = \frac{E l}{J A} \quad (5.6)$$

como $\rho = \frac{E}{J}$ pela equação 5.5, temos que a resistência é dada por

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (5.7)$$

Assim como valores da maioria das propriedades físicas variam com a Temperatura, com a resistividade não seriam diferentes para alguns metais a variação da resistividade área faixa ampla de temperatura.

Verificamos que para uma faixa de temperatura T_0 temos uma resistividade ρ_0 temos que

$$\rho - \rho_0 = \rho_0 \alpha (T - T_0) \quad (5.8)$$

Onde T_0 é uma temperatura de referência e ρ_0 é a resistividade nessa temperatura, para o cobre essa temperatura $T_0 = 293 \text{ K}$ e $\rho_0 = 1,69.10^{-8} \text{ } \Omega.cm$ e α é o coeficiente de resistividade e temperatura.

No capítulo a seguir, apresentamos a metodologia desenvolvida no trabalho, em que apresentamos as ferramentas tecnológicas e os componentes eletrônicos utilizados na confecção dos experimentos, além disso detalhamos a montagem e modelos utilizados.

Capítulo 3

METODOLOGIA

A metodologia neste projeto de pesquisa possui o caráter de uma pesquisa aplicada pois possui como finalidade a aplicação de um produto educacional e verificar a sua funcionalidade entre alunos do ensino médio de uma escola da Zona Norte de Manaus, visando construir estratégias para que os conceitos científicos, possam ser melhor assimilados pelos alunos.

Foi desenvolvida uma sequência didática objetivando realizar uma inclusão tecnológica aos alunos e também contribuir para uma melhor assimilação dos conceitos científicos, um sobre física térmica e também sobre semicondutividade e também fotoresistividade evidenciado no caso do sensor LDR.

Essa sequência é composta por um roteiro de dez aulas, sendo realizadas em três estações educacionais: o Laboratório de informática, o laboratório de ciências e outro um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), que nesse caso foi o Google Classroom.

Possui também um caráter de pesquisa descritiva, pois ela contém um levantamento bibliográfico teórico sobre os conceitos aplicados e a tecnologia utilizada na confecção do produto educacional.

Neste levantamento, procuramos obter informação sobre software onde se realizam construções virtuais e simulações de circuitos e também, o funcionamento de alguns sensores e uma maneira de se facilitar a programação dos mesmos.

Tem uma abordagem qualitativa, no diz respeito onde a análise dos dados obtidos terá um sentido valorativo.

1 Idealização do produto

Foi realizado, inicialmente, um levantamento dos recursos tecnológicos utilizados na aplicação do projeto como: o modo de funcionamento dos sensores LDR, e os Sensores de temperaturas Ds18b20 e o Lm35 que foram empregados para as medições, sites e plataformas para construção e simulação de circuitos como o Tinkercad e o Fritzing. Houve também um apanhado sobre o Arduino e a plataforma de programação Scratch. Dos resultados obtidos foram realizadas suas valorações que se deram por meio das observações dos resultados divulgados pelos alunos na sala de aula virtual como, por exemplo, a criação de animações envolvendo os conceitos ali introduzidos.

O método utilizado se constitui no uso do ensino híbrido onde se tem a mistura do ensino presencial com a inclusão de ferramentas tecnológicas e o ensino on-line com a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA).

Esse método proporciona ao professor uma ampliação do espaço educacional. No caso, foram utilizados os espaços do laboratório de informática em conjunto com o laboratório de ciências, com o apoio de um ambiente virtual: o Google Classroom. O laboratório de informática foi utilizado para desenvolver as etapas onde havia necessidade da utilização de software e a utilização da internet e realizar simulações de circuitos e a programação das placas de arduino e as postagens dos resultados no ambiente virtual. O laboratório de ciências foi utilizado em etapas onde se havia uma necessidade de uma constatação física: o resultado virtual.

No Laboratório de informática os alunos desenvolveram circuitos elétricos de forma virtual e quando possível realizaram a simulação dos mesmos e a aplicação de um questionário. Também desenvolveram programas utilizando duas linguagens de programação, a C++, e a utilização da plataforma Hackeduca que utiliza uma programação em bloco, mais acessível aos alunos.

No laboratório de ciências, os alunos construíram, em forma física, os circuitos por eles construídos e realizaram as devidas medidas físicas. No Ambiente virtual de aprendizagem (AVA), os alunos realizaram as postagens dos resultados por eles alcançados tanto na simulação dos circuitos quanto das medidas físicas por eles obtidos.

O procedimento utilizado foi o de Rotação de Laboratório, onde foram utilizados os laboratórios de informática, de ciências e um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). Ou-

tra ferramenta foi o ambiente virtual de aprendizagem conhecido: Google Classroom. Foram selecionados vinte alunos do terceiro ano do ensino médio e apresentado o projeto para eles. Foram formados 4 grupos de cinco alunos e cada grupo passou a desenvolver as atividades durante dez tempos de aula. Cada grupo se revezava nos laboratórios, realizando as atividades. Inicialmente, dois grupos ocuparam o laboratório de ciências enquanto outros dois ocuparam os laboratórios de informática. Em uma última rotação, os alunos utilizaram o Ambiente virtual de Aprendizagem para postar as atividades.

2 Ferramentas tecnológicas aplicadas

Descreveremos a seguir um apanhado realizado sobre as ferramentas tecnológicas utilizadas no projeto.

2.1 Sensores e Transdutores

O **Sensor** basicamente é um dispositivo que tem a função de detectar e responder com eficiência algum estímulo. Existem vários tipos de sensores que respondem à estímulos diferentes como por exemplo: calor, pressão, movimento, luz e outros. Depois que o sensor recebe o estímulo, a sua função é emitir um sinal que seja capaz de ser convertido e interpretado pelos outros dispositivos. Para BORGES os sensores:

[...] são dispositivos que mudam seu comportamento sob a ação de uma grandeza física, podendo fornecer diretamente ou indiretamente um sinal que indica esta grandeza. Quando operam diretamente, convertendo uma forma de energia em outra, são chamados de transdutores. Os de operação indireta alteram suas propriedades, como a resistência, a capacitância ou a indutância, sob ação de uma grandeza, de forma mais ou menos proporcional. O sinal de um sensor pode ser usado para detectar e corrigir desvios em sistemas de controle, e nos instrumentos de medição, que frequentemente estão associados aos sistemas de controle de malha aberta (não automáticos), orientando o usuário. Portanto, para tal definição, nos referimos àqueles dispositivos que transformam uma grandeza física em uma elétrica, com o mesmo significado de sensores (BORGES e DORES, 2010, p. 7).

Existem diversos tipos de sensores usados em equipamentos eletrônicos. Podemos usar simples chaves ou dispositivos de acionamento momentâneo do tipo mecânico, até trans-

dutores especiais que convertem alguma grandeza física numa grandeza elétrica como, por exemplo, em tensão. Esses sensores servem para informar um circuito eletrônico sobre um evento que ocorra externamente, sobre o qual ele deve atuar ou a partir do qual ele deve comandar uma determinada ação.

A seguir, vamos relacionar os principais tipos de sensores que encontramos nas aplicações eletrônicas, com suas características e aplicações. Seria impossível, pela quantidade, abordar todos os sensores existentes, portanto, vamos elencar apenas alguns.

Os **Transdutores** são dispositivos que utilizam as informações obtidas pelo sensor e os converte em uma grandeza facilmente mensurável, segundo Marcelo Wedling.

[...] transdutor é o nome que recebe um dispositivo completo, que contém o sensor, usado para transformar uma grandeza qualquer em outra que podem ser usadas em dispositivos de controle. Um transdutor pode ser considerado uma interface às formas de energia do ambiente e o circuito de controle eventualmente entre controle e o atuador. Um transdutor transforma uma grandeza física em uma grandeza elétrica que pode ser interpretada por um sistema de controle. Muitas das vezes o termo sensor e transdutor são usados indistintamente. Neste caso o transdutor é o instrumento completo que engloba o sensor (WEDLING, 2010, p. 5).

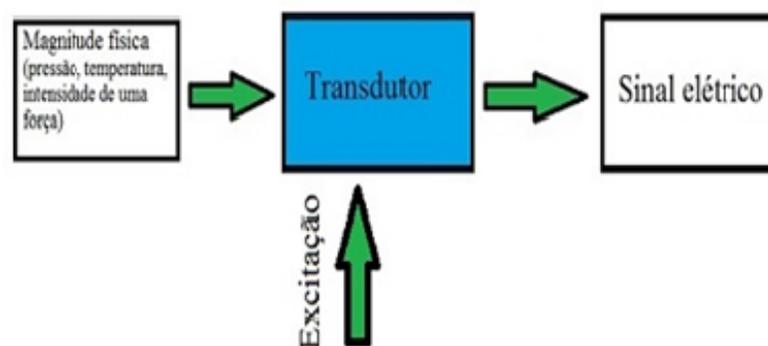


Figura 3.1: Esquema de funcionamento de um transdutor convencional
Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/transdutor.htm>

O corpo humano possui também um sistema de transdutores, e um exemplo é a nossa visão: a retina possui milhões de células fotorreceptores que recebem energia luminosa e transformam-na em impulsos eletroquímicos, que em seguida são decodificados pelo cérebro. A audição também é um exemplo de transdutor do corpo humano. O ouvido recebe a energia sonora nas vibrações do ar, e essa energia é transformada em sinais elétricos no ouvido interno, que, por sua vez, são transmitidos pelo nervo até o cérebro.

2.2 Sensores Fotoelétricos

O tipo mais simples de sensor consiste num elemento fotossensível que tem a luz incidente interceptada quando a parte móvel de um dispositivo passa diante dele os sensores fotoelétricos possuem as seguintes características:

- Sensibilidade: esta característica associa a grandeza de saída com a intensidade luminosa que incide sobre o sensor. E a relação da grandeza de saída com a grandeza de entrada;
- Velocidade: A velocidade de resposta de um sensor fotoelétrico é em determinadas aplicações, fundamental, pois os sensores devem detectar variações muito rápidas de luz, como controle de velocidade de máquinas, leitura de código de barras, entre muitas outras aplicações;
- Resposta espectral: A grande maioria dos sensores fotoelétricos são capazes de detectar tanto radiação infravermelha como ultravioleta, isto é, os sensores fotoelétricos são capazes de “enxergar” muito mais do que os olhos humanos;



Figura 3.2: Sensor que utiliza a fotoresistividade como grandeza (LDR)
Fonte: <https://www.eletronicaelementar.com.br>

Os LDRs (Light Dependent Resistors) ou resistor dependente de luz, também são conhecidos como fotoresistores e são sensores do tipo fotocondutivos. Eles são resistores que permitem a passagem de corrente elétrica de acordo com quantidade de luz que incide sobre a base do sensor. Em um LDR, quanto maior a quantidade de luz sobre a sua base, menor será a sua resistência elétrica, dessa forma permitindo a passagem da corrente elétrica.

Eles são fabricados com materiais de alta resistência, como, por exemplo, o Sulfeto de Cádmio (CdS) ou o Sulfeto de Chumbo (PbS). Esses materiais possuem poucos elétrons livres quando colocados em ambiente escuro, e liberam elétrons quando há incidência de luz sobre eles, aumentando sua condutividade. Chamamos a esse efeito de Fotocondutividade.

Quando cessa a incidência de luz sobre o componente, os elétrons retornam à camada de valência e a resistência do material volta a aumentar.

No geral, os LDRs possuem resistências entre $1M\Omega$ e Ω quando em ambiente escuro, e resistências que podem chegar a menos de 100Ω quando iluminados.

2.3 Sensores térmicos

Sensores de temperatura são transdutores que alteram uma ou mais de suas características físicas ao se equalizarem com o meio a ser determinada a temperatura. A maioria dos sensores se utiliza da transmissão de calor por contato, para assimilar a energia do meio.

O aparelho ou circuito de detecção de temperatura que monitora a temperatura ambiente, quando um limite específico de alta ou baixa temperatura é excedido, uma ação preventiva pode ser tomada para diminuir ou aumentar a temperatura. Os sensores térmicos apresentam as seguintes características:

Linearidade: É o grau de proporcionalidade entre o sinal gerado e a grandeza física. Quanto maior, mais fiel é a resposta do sensor ao estímulo. Os sensores mais usados são os mais lineares, conferindo mais precisão ao SC. Os sensores não lineares são usados em faixas limitadas, em que os desvios são aceitáveis, ou com adaptadores especiais, que corrigem o sinal.

Faixa de atuação: É o intervalo de valores da grandeza em que pode ser usado o sensor, sem destruição ou imprecisão.

- ***Tipos de sensores térmicos***
 - *Termopares*



Figura 3.3: Sensor térmico do tipo termopar encapsulado
Fonte: <https://www.sensoresetemperatura.com.br>

Termopares são transdutores de temperatura cuja operação é baseada no efeito termoeletrônico. São dispositivos de tensão que indicam a medição de temperatura com uma mudança na voltagem. À medida que a temperatura aumenta, a tensão de saída do termopar aumenta, não necessariamente linearmente.

2.4 Microcontroladores

Microcontroladores são computadores digitais com chip, que possuem um microprocessador ou unidade central de processamento (CPU), uma memória para armazenar o programa ou uma memória para armazenar dados e portas de entrada / saída. A diferença de microprocessadores de uso geral, como os usados em computadores PC, microcontroladores são unidades autossuficientes e mais baratas. Devido as características mencionadas e à sua alta flexibilidade, os microcontroladores são amplamente utilizados como o cérebro de uma grande variedade de sistemas embarcados que controlam máquinas, componentes de sistemas complexos, como aplicações industriais de automação e robótica, automação residencial, equipamentos médicos, sistemas aeroespaciais e até dispositivos da vida cotidiana, como automóveis, fornos de micro-ondas, telefones e televisões.



Figura 3.4: Microcontrolador usado pelo arduino
Fonte. <https://www.msato.com.br/none-49213737>

3 O Arduino

O Arduino é uma plataforma open source ou hardware para prototipagem eletrônica, projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte para entrada/saída dados já embutido, com linguagem de programação padrão baseado no em C_{++} , mas explicando de uma forma bem simples, Arduino é uma plaquinha para se fazer projetos de eletrônica de

uma forma bem mais simples que os métodos anteriores.

Antes do Arduino os projetos eram realizados soldando componente por componente, e depois criando módulo por módulo, cabo por cabo, isso exigia habilidade com ferro de solda, e atrasava o desenvolvimento e muitas vezes até inviabilizava devido à complexidade de alguns projetos.

Com o Arduino, a placa já vem pronta com todos os componentes, conectores e soquetes soldados, não precisa montar tudo do zero, então é só conectar as partes e partir para o projeto realmente, o problema passa a ser a solução do desenvolvimento da aplicação e não o problema para montagem do hardware básico.

3.1 Componentes do Arduino

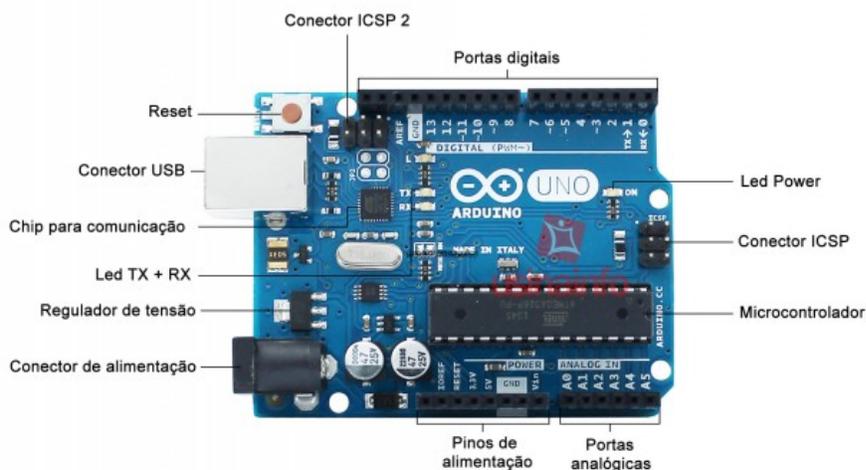


Figura 3.5: Componentes do Arduino

Fonte. <https://www.professorakeila.com.br/2017/04/04-principais-componentes-do-arduino-uno.html>

Existem vários modelos de placas de arduino. A que se representará neste momento, é a placa de Arduino Uno, a qual será utilizada em nosso projeto Ela é composta de:

- *Portas digitais*

O Arduino Uno oferece 14 portas digitais que podem ser utilizadas tanto para entrada (input) como para saída (output) e que podem ser utilizadas para comandar 14 dispositivos externos. Estas portas vão de 0 a 13.

- Portas PWM

Estas portas simulam uma porta analógica e são em número de seis, note que elas, além do número da porta, têm também uma pequena onda senoidal. As portas digitais que também podem ser usadas como portas PWM são as de número: 11, 10, 9, 6, 5 e 3. Mas tenha em mente que elas também são portas digitais.

- Portas TX e RX

Essas duas portas, embora possam ser utilizadas como Portas digitais, também são utilizadas pelo Arduino para comunicação serial tanto para entrada, como para saída de dados. É conveniente evitar o uso destas portas como portas digitais, mas não proibi-lo.

- Portas Analógicas

Essas portas são unicamente para entrada de dados e comumente usadas para comunicação com sensores que podem ser utilizados para determinar: Temperatura, Quantidade de luz, Umidade, entre outras ações. As portas analógicas são em número de 6 e vão de A0 até A5.

- Botão Reset

Tem como única função reinicializar o Arduino Uno, mas, note que ele muda um pouco seu posicionamento em outras placas.

- Processador

É onde tudo acontece, é o cérebro desta placa, é aí que fica gravado o código desenvolvido e que será executado, mas note que quando se grava um código o anterior é descartado, sempre

fica apenas o último código gravado. Este processador permite que o Arduino funcione de forma autônoma, ou seja, uma vez transferido o código para ele não existe mais a necessidade de uma conexão com o computador.

- Pinos de energia

Estes pinos fornecem energia para dispositivos externos. São eles:

3,3 V: este pino fornece a 3.3 volts a dispositivos externos e está marcado na placa;

5 V: fornece 5 volts a dispositivos externos e também está indicado na placa;

GND: fornece potencial de terra a dispositivos externos, o seja 0 volt e são em número de dois e como pode observar também se encontram bem identificados na placa;

Vin: este pino fornece ao dispositivo externo a mesma tensão que está sendo recebida pelo pino de alimentação externa.

- Porta USB

Esta é a porta usada para estabelecer uma conexão entre a placa de Arduino e o PC. É ela que permite o envio de códigos para o processador. Permite conexão com a serial e também é usada para a alimentação da placa.

- Pino de Alimentação Externa

Este é o pino para a alimentação externa da placa, ou seja, quando não estiver sendo usado a porta USB para conexão com o computador. E é usando-o que vamos alimentar a placa. Ele é que permite a autonomia desta placa. Podemos alimentar esta placa com tensão entre 6 e 12 volts sem problemas.

3.2 O Scratch

Uma outra alternativa para o uso do Arduino é a utilização de uma linguagem de programação em blocos denominada de Scratch. Segundo Adriane Castro (CASTRO, 2017)

O Scratch utiliza uma linguagem gráfica de programação, baseada no LOGO, que possibilita a criação de histórias interativas, animações, simulações, jogos e músicas, e a partilha dessas criações na Web.

Ainda sobre o surgimento da linguagem de programação em blocos, Berenguer relata como surgiu essa linguagem de programação:

O trabalho continuado de investigação e aperfeiçoamento das linguagens e ambientes de programação para jovens (LOGO, nos anos 80), desenvolvido no Massachusetts Institute of Technology (MIT), produziu a ferramenta Scratch - ambiente gráfico de programação inovador, que permite trabalhar cooperativamente e utiliza media diversificados (foi divulgado publicamente apenas em Maio de 2007). O Scratch (cujo slogan é imagina, programa, partilha) foi concebido e desenvolvido como resposta ao problema do crescente distanciamento entre a evolução tecnológica no mundo e a fluência tecnológica dos cidadãos e pensado, igualmente, para promover um contexto construcionista propício ao desenvolvimento da fluência tecnológica nos jovens, desde muito cedo, e das competências transversais ditas "para o século XXI", nomeadamente a resolução de problemas". (BERENGUER e GOMES, 2017, p. np)

No Scratch, não é necessário digitar nenhum comando complicado. Em vez disso, basta conectar blocos gráficos para criar projetos.

Ao programar usando o Scratch, não aparecem mensagens de erro o que permite aos usuários à alteração de blocos e conjuntos e essa característica incentiva à aprendizagem do tipo "mãos-a-obra" para a criação de scripts, onde pequenos pedaços de código são montados e testados, e posteriormente combinados em unidades maiores.

O Scratch, como dito, é uma ferramenta que auxilia no processo de ensino-aprendizado tanto na Matemática quanto em outras áreas. O Scratch possui em seu ambiente diversos blocos programáveis e operadores que auxiliam no aprendizado da lógica matemática, como operadores: lógico, aritmético e relacional, que permitem ao usuário criar diversas formas de códigos.

Para Cardoso e Farias, o Scratch pode ser utilizado como uma metodologia para resolução de problemas mas também é baseada em jogos digitais, para eles:

[...] O Scratch é utilizado para metodologias de aprendizagem baseada em resolução de problemas e baseada em jogos digitais. A primeira, é uma técnica de ensino que leva ao aluno uma situação-problema que seja instigante e significativa, de modo a despertar a curiosidade e a participação em todo o processo para que esse problema seja resolvido, despertando neles a elaboração de processos de investigação no contexto real ou imaginário, desenvolvendo o raciocínio lógico, o pensamento crítico e a criatividade. A segunda metodologia, baseada em jogos digitais no processo de ensino e aprendizagem, desperta maior o interesse em busca de conhecimento, essa metodologia é envolvente, lúdica e desafiadora. Através da criação de jogos, desmascaram-se as dificuldades na medida em que se evolui na inserção da programação dentro do contexto, a partir do protótipo visual, inserindo os blocos de programação e visualizando as ações para solucionar uma determinada tarefa. (CARDOSO e FARIA, 2019, p. n.p).

3.3 Hackeduca

Uma outra forma de se utilizar o Arduino é através de uma plataforma chamada Hackeduca, que baseado no Scratch, possui uma seção de blocos que faz uma interligação a uma porta serial, e pode fazer a conexão com o arduino. Ela possui a seguinte situação interna



Figura 3.6: Hackeduca conecta para o Arduino.

Fonte. <https://www.hackeduca.com.br/arduino-firmata-scratch/>

Depois de conectado ao Arduino, os blocos que controlarão as entradas e saídas do arduino serão (ver fig. 3.7)

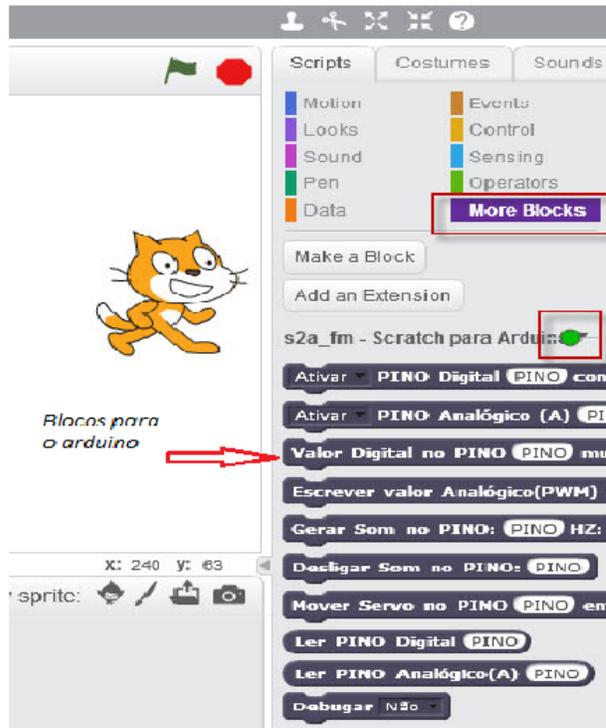


Figura 3.7: Blocos para a conexão do arduino com a plataforma Hackeduca.
 Fonte. <https://www.hackeduca.com.br/arduino-firmata-scratch/>

Ao se conectar o Hackeduca ao arduino, é necessário seguir os seguintes passos conforme a figura acima: Clicar em Ferramentas. Irá lhe solicitar uma senha Hackeduca. O programa é construído arrastando os blocos de comando da área de scripts para a área de montagem do programa.

4 Processo de aplicação do produto educacional

Inicialmente, para a aplicação do produto educacional, foi realizado um planejamento em que as atividades realizadas pudessem ser desenvolvidas dentro de um espaço de tempo de uma aula com duração de 60 min. Foram selecionados 20 alunos do 3º ano do ensino médio de

uma escola da zona norte da cidade de Manaus para a aplicação do produto, foram formados 4 grupos de cinco alunos. A escola onde foi aplicada a sequência didática possui um laboratório de ciências bem equipado e um laboratório de informática com um razoável acesso à internet. Com a relação dos e-mail dos alunos escolhidos, foi criada uma sala de aula no ambiente virtual do Google Classroom, sendo logo em seguida instalado nos terminais do laboratório de informática os programas necessários para a realização das atividades. Aplicaram-se os seguintes procedimentos:

Usando o método do ensino híbrido no modelo de rotação de laboratório, onde foi disponibilizado para o aluno três ambientes educacionais, que foram utilizados em forma de rotação, que serão, o laboratório de Informática, o laboratório de ciências e o ambiente virtual disponibilizado pelo google que é o Google Classroom (google sala de aula) usando a seguinte orientação.

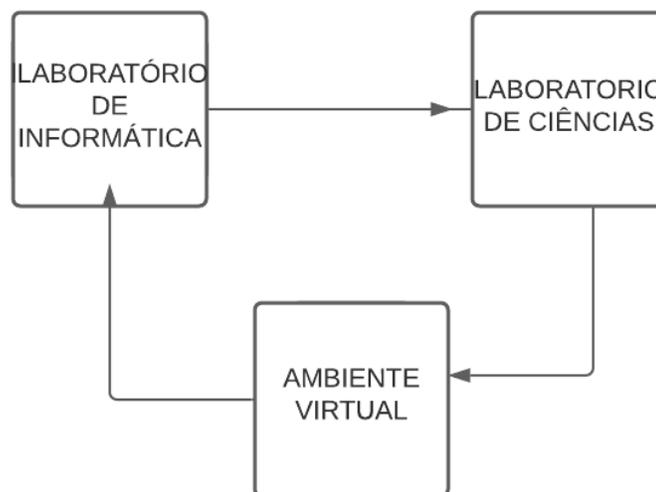


Figura 3.8: Rotação pelos ambientes de Aprendizagem para a realização das atividades
Fonte. Própria do autor

O professor terá que ter em mente que nesse momento ele se torna um facilitador da aprendizagem, conduzindo o aluno na construção do seu conhecimento observando o individual de cada aluno. Esse momento requer do professor um bom planejamento das suas atividades, fazendo com que elas possam ser bem articuladas e compreendidas pelo aluno para que possa atingir seu objetivo. Realizar um bom planejamento nesse momento é fundamental, O tempo das atividades a serem desenvolvidas pelos alunos também é primordial.

Foram adotados as duas formas de programação da placa de arduino, a programação na linguagem C_{++} , usado na (Ide) e programação na linguagem em blocos usado no (Scratch) para a realização dos experimentos propostos. Isto se dá pelo motivo de a plataforma Scratch não está atualizada com as bibliotecas de alguns sensores no caso a do sensor Ds18b20.

No primeiro momento, o professor preparará as atividades, dando as instruções em forma de vídeos curtos e postará no ambiente virtual, em forma de vídeo, contendo os conceitos a serem utilizados. As atividades serão divididas em três etapas: uma em parte presencial utilizado os laboratórios de informática e o laboratório de ciências para desenvolver a construção virtual e física de dois experimentos utilizando as plataformas do arduino e os softwares já mencionados para a construção de circuitos, e a terceira que será a postagem no AVA os resultados obtidos por meio dos experimento como por exemplo: gráficos tabelas e animações por meio do Hackeduca.

4.1 Parte Presencial

- Usando o laboratório de informática

Foi aplicado nesse espaço um questionário via formulário do Google com um objetivo de realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos.

Questionário Preliminar

Tem como objetivo fazer um apanhado dos conhecimentos dos alunos sobre sensores da física moderna (efeito fotoelétrico), condução térmica e eletricidade. *Obrigatório

Questão 1 - Na transferência de calor, ocorre transferência de energia térmica entre os corpos desde que haja uma diferença de temperatura entre eles. Em certas situações, mesmo não havendo o contato físico entre os corpos, é possível sentir que algo está mais quente, como quando se chega perto do fogo de uma lareira. Assim, concluímos que de alguma forma o calor emana desses corpos "mais quentes" podendo se propagar de diversas maneiras De que formas ou maneiras esse processo acontece? justifique.

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 2 - Os materiais que são capazes de conduzir o fluxo de calor mais facilmente, são classificados de:

- a) Isolantes térmicos, pois conduzem o fluxo de calor de forma linear
- b) Condutores térmicos, pois o fluxo de calor se propaga de forma mais rápida
- c) Semicondutores térmicos, pois conduzem o calor de forma ideal

Questão 3 – Considere a seguinte situação: Em uma geladeira existem dois recipientes feitos de materiais diferentes, uma garrafa vidro de refrigerante e outra, uma lata, também de refrigerante. Ao tocá-las, se sente que a lata de refrigerante está mais fria que a de vidro, mas ambas estão a mesma temperatura, que seria a temperatura do congelador. Esse fato se deve a que fator físico? Justifique.

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 4 – As leis da termodinâmica garantem um sistema térmico está em equilíbrio quando todos os seus elementos atingirem a mesma temperatura, que chamamos de temperatura de equilíbrio térmico, por exemplo, ao misturarmos uma certa quantidade de água a uma temperatura alta com uma outra quantidade também de água a uma temperatura baixa, depois de um certo tempo as duas massas de água atingem uma temperatura intermediária. Para que esse processo aconteça, o que deverá ocorrer.

- a) As duas massas transferem fluxo de calor entre si
- b) Espontaneamente a massa de temperatura mais alta transfere fluxo de calor para a massa de temperatura mais baixa
- c) Espontaneamente a massa de temperatura mais baixa transfere fluxo de calor para a massa de maior temperatura

Questão 5 - No mundo atual observamos que vários objetos podem ser controlados por meio de sensores. Exemplo: ao entrarmos em um shopping as portas se abrem, áreas que são iluminadas pela ativação de sensores que detectam a presença da pessoa. Na sua concepção o que seria um sensor e como eles atuam?

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 6 - Um semicondutor é um material que se encontra entre dois extremos de condutividade elétrica: a situação de isolante e de condução. Em outras palavras, os semicondutores possuem uma capacidade de condução elétrica que é inferior à de um condutor metálico, mas que também é superior à de um elemento isolante. Esses materiais, por possuírem essas características, são utilizados na fabricação dos seguintes dispositivos:

- a) Na fabricação de sensores

- b) Na produção de geradores elétricos
- c) Fabricação de plásticos resistentes

Questão 7 - De forma simples, a Internet das Coisas trata de objetos conectados entre si pela rede, que trocam informações para facilitar ou criar diversas ações. Para isso acontecer há um conjunto de fatores. Essencialmente, há três componentes que precisam ser combinados para que uma aplicação funcione dentro do conceito de Internet das Coisas, são eles: os dispositivos, a rede e um sistema de controle. Da lista abaixo quais se encaixam nessas categorias, respectivamente?

- a) Geladeiras, internet e microcontroladores
- b) Wi-fi, microchip e televisão
- c) Lâmpada, microcontroladores e bluetooth

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 8 - O Arduino é uma plataforma open source de prototipagem, o programa é uma multiplataforma totalmente flexível e de fácil utilização. Ele foi desenvolvido para aqueles que estão interessados em criação de objetos ou em ambientes com interação, onde o Arduino é utilizado para a interação entre as partes mecânicas e motoras com os objetos eletrônicos envolvidos. Inicialmente, o Arduino foi criado para fins educacionais, para servir de base de projetos interativos em escolas. Na sua concepção em que o arduino pode contribuir para a melhoria da sua aprendizagem no ensino de física? Justifique.

Questão 9 - O Efeito fotoelétrico explicado por Einstein diz respeito a retirada de elétrons de um metal por meio da incidência de energia luminosa sobre esse metal. A descoberta do efeito fotoelétrico teve grande importância para a compreensão mais profunda da natureza da luz. Porém, o valor da ciência consiste não só em nos esclarecer a estrutura complexa do mundo que nos rodeia, como em fornecer os meios que permitem aperfeiçoar a produção e melhorar as condições de trabalho e de vida da sociedade. Onde você visualiza a aplicação desse fenômeno?

- a) Na produção de novas ligas metálicas, na construção de painéis solares
- b) Na construção capacitores
- c) Na fabricação de relés e painéis solares

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 10 - A pressão é o resultado da aplicação de uma força sendo distribuída em uma certa área, esse fenômeno pode produzir uma mudança nos pontos de mudanças de estados físicos das substâncias, existem materiais que quando submetidos a uma deformação, ou por vibração, ou por pressão exercida sobre ele tem a capacidade de produzir tensão elétrica, como se denomina esse fenômeno?

- a) Eletricidade vítrea
- b) Eletricidade resinosa
- c) Piezo eletricidade

*Esta pergunta é obrigatória

O Primeiro experimento terá o objetivo de determinar o calor específico de metais como o alumínio, utilizando dois sensores de temperatura como o Ds18b20, para medir a temperatura de um líquido e o Lm35 para medir a temperatura do ambiente. Em conjunto, usaremos a lei do resfriamento de Newton para medir as temperaturas antes e depois da imersão do metal no recipiente e a lei do equilíbrio térmico para determinar o calor específico do alumínio. Os grupos construirão no Fritzing o seguinte circuito:

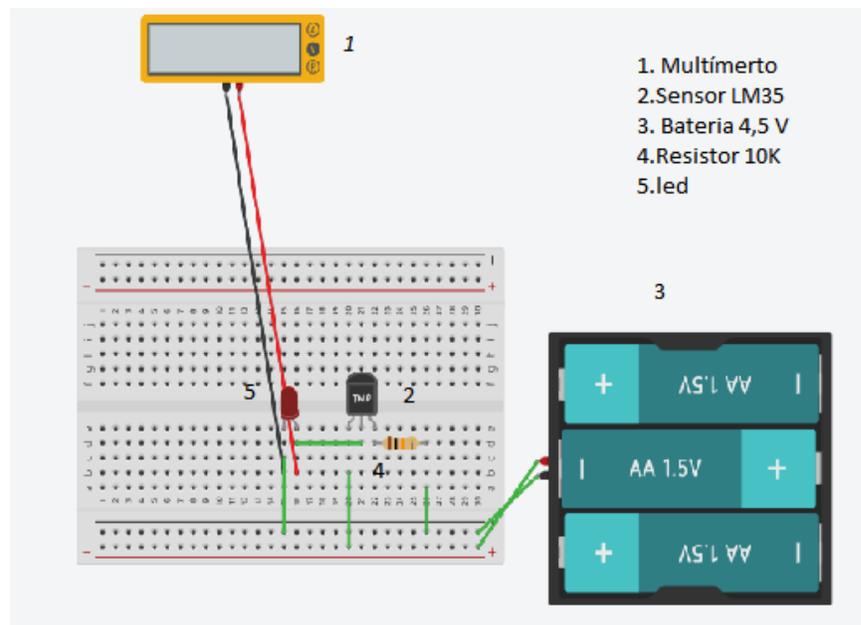


Figura 3.9: Circuito para a utilização do sensor Lm35 sem a placa de arduino
Fonte. Própria do autor

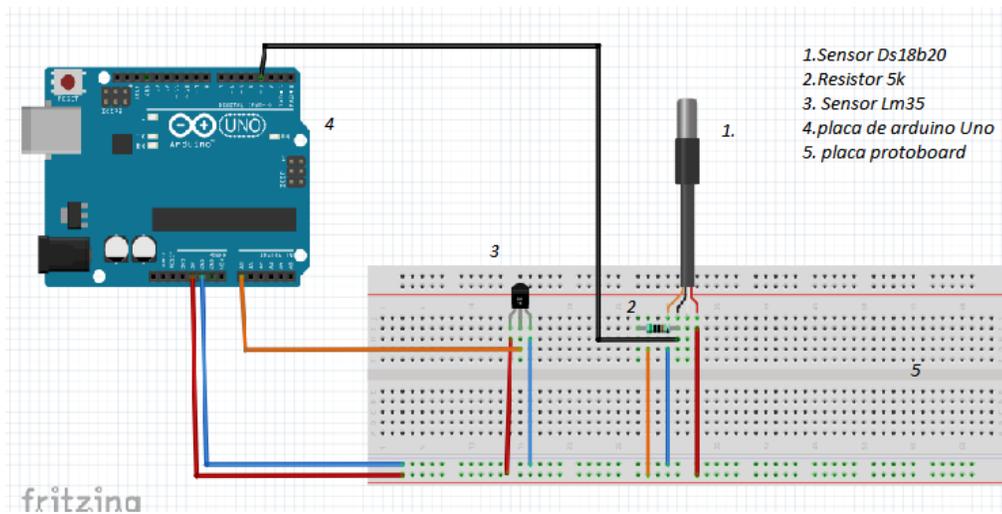


Figura 3.10: Circuito a ser construído para medir o Calor específico do alumínio
 Fonte. Própria do autor

Em outra situação, os alunos também construirão o seguinte circuito e realizarão uma simulação no mesmo usando o site tinkercad. Nesse circuito, será feita a simulação do funcionamento do LDR extraído de maneira virtual os valores da tensão e da resistência sobre o resistor.

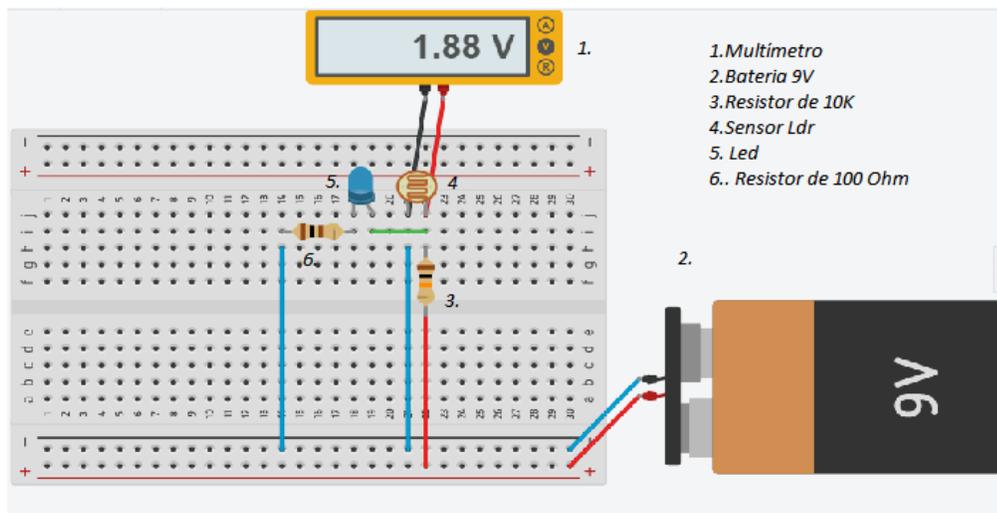


Figura 3.11: Circuito a ser construído com o sensor Ldr sem a placa de Arduino
 Fonte: Própria do autor

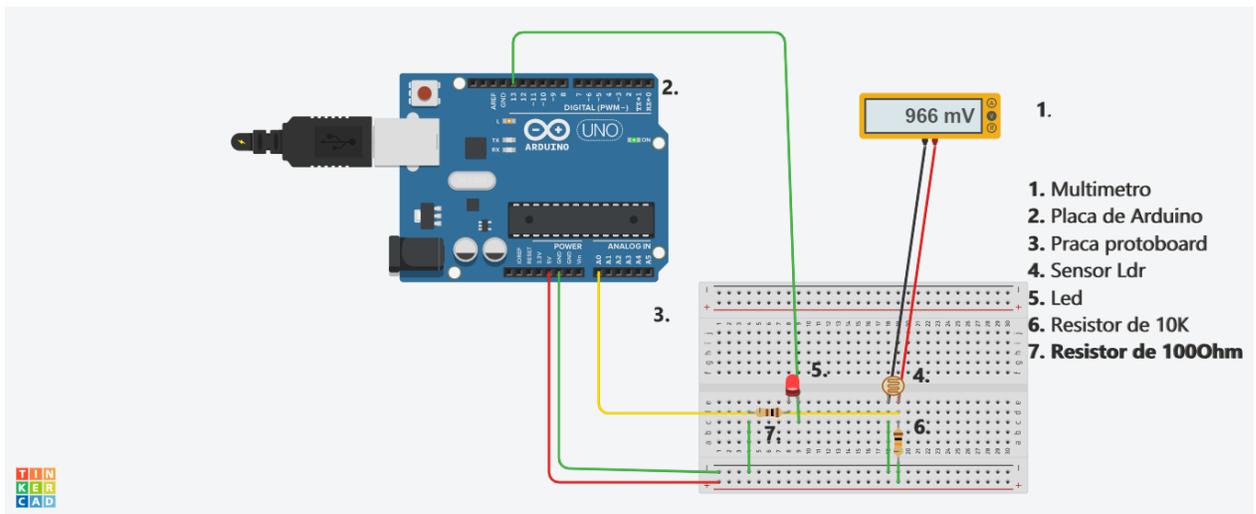


Figura 3.12: Circuito a ser construído com o sensor ldr incluindo o Arduino
 Fonte: Própria do autor

Ainda usando o ambiente do laboratório de informática, os alunos usando as plataformas sugeridas de programação do arduino construirão os seguintes programas:

```

/ Programa : Sensor de temperatura DS18B20
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
// Porta do pino de sinal do DS18B20
#define ONE_WIRE_BUS 3
#define sensor 0;
// Define uma instancia do oneWire para comunicacao com o sensor
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
// Armazena temperaturas minima e maxima
//float tempMin = 999;
//float tempMax = 0;
float temp;
float tempC;
DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress sensor1;
void setup(void)
{

```

```

Serial.begin(9600);
sensors.begin(); // Localiza e mostra enderecos dos sensores
Serial.println( "Localizando sensores DS18B20...");
Serial.print( "Foram encontrados ");
Serial.print( sensors.getDeviceCount(), DEC);
Serial.println( "sensores.");
if (!sensors.getAddress(sensor1, 0))
Serial.println( "Sensores nao encontrados ! ");
// Mostra o endereco do sensor encontrado no barramento
Serial.print( "Endereco sensor: ");
mostra_endereco_sensor(sensor1);
Serial.println();
Serial.println();
}
void mostra_endereco_sensor(DeviceAddress deviceAddress)
{
for (uint8_t i = 0; i < 8; i++)
{ // Adiciona zeros se necessário
if (deviceAddress[i] < 16) Serial.print( "0");
Serial.print( deviceAddress[i], HEX ); }
}
void loop(void)
{ // Lê o valor do sensor na porta analógica e converte para tensão
sensors.requestTemperatures();
float tempC = sensors.getTempC(sensor1); // Atualiza temperaturas minima
e maxima
float temp=analogRead(0)*5/10.230;
// Le a informacao do sensor
// if (tempC < tempMin)
{
// tempMin = tempC;
}
// if (tempC > tempMax)
{
// tempMax = tempC;
} // Mostra dados no serial monitor

```

```

Serial.print( "Temp C: ");
Serial.print( tempC );
// Mostra o valor da temperatura no monitor serial
Serial.print ( "temp: ");
Serial.println( temp );
delay(100);
}

```

Para a plataforma Hackeduca o programa é o seguinte para a verificação das medidas no sensor Ldr.

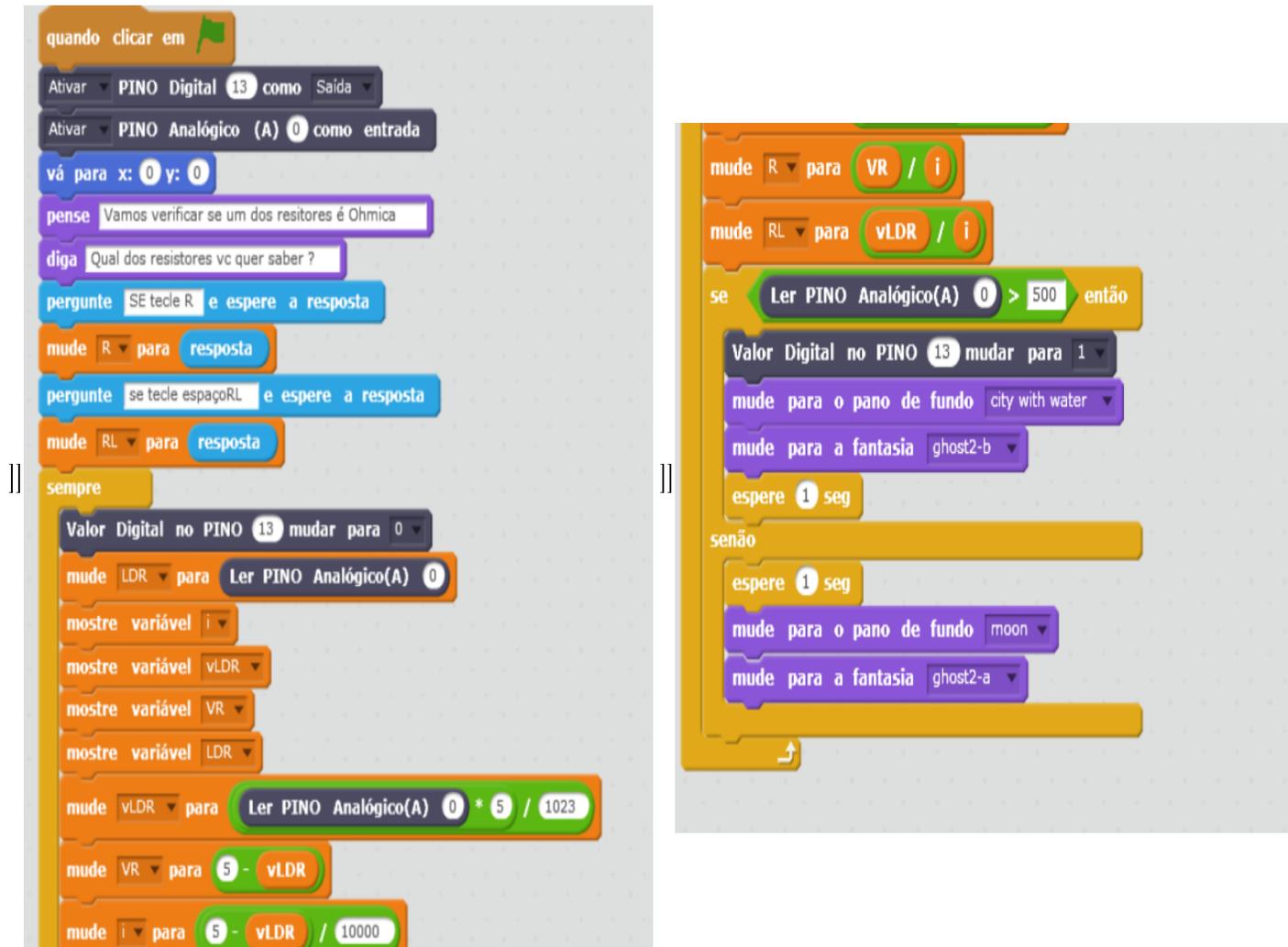


Figura 3.13: Programa para medir as variáveis resistência e tensão no sensor Ldr
 Fonte. Própria do autor

- Laboratório de ciências

Em outra estação, os alunos construirão de forma física os circuitos que eles idealizarão na etapa anterior, primeiramente, sem o arduino, no caso do sensor LDR e do LM35, em seguida, construirão o mesmo circuito incluindo o arduino.

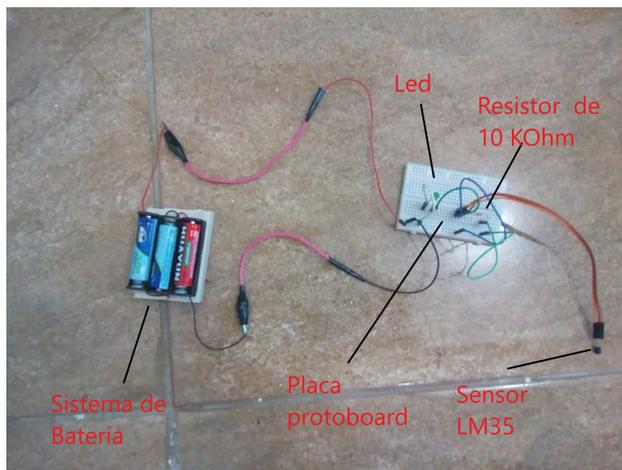


Figura 3.14: Circuito físico usando o sensor Lm35 a ser feito pelos alunos
Fonte Própria do autor

Da Mesma maneira se propõe a construção do circuito com o sensor Ldr sem, no momento, a utilização da placa de Arduino.

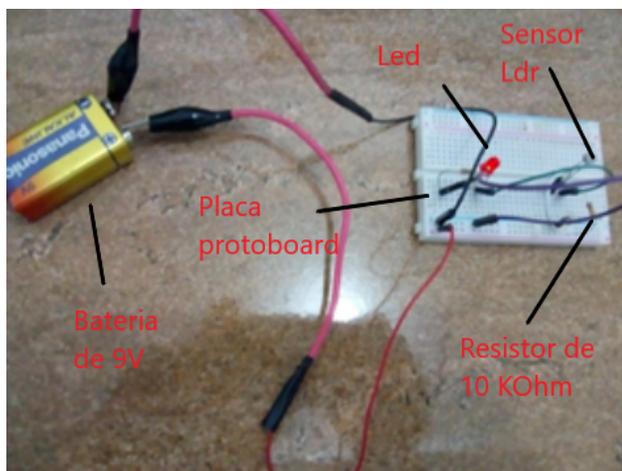


Figura 3.15: circuito com a utilização do sensor Ldr sem o Arduino a ser feito pelos alunos
Fonte. Própria do autor

Com os circuitos prontos, os alunos realizarão as medições, verificando as variações

conforme a variáveis medidas pelo sensor, no caso do lm35, a temperatura e no caso do Ldr a intensidade luminosa.

Ainda no laboratório de ciências, os alunos, usando os circuitos, realizarão os experimentos propostos. No caso do circuito Ldr, medirão a tensão e a resistência sobre o sensor utilizando um multímetro e no caso do sensores de temperaturas, utilizarão, para determinar, usando a lei do resfriamento de Newton e a lei do Equilíbrio térmico, o calor específico do alumínio, onde coletarão dados do experimento pelo monitor serial do arduino.



Figura 3.16: Circuito físico com sensor Ds18b20 incluído a placa de Arduino
Fonte. Própria do autor

Para o sensor Ldr temos o seguinte circuito

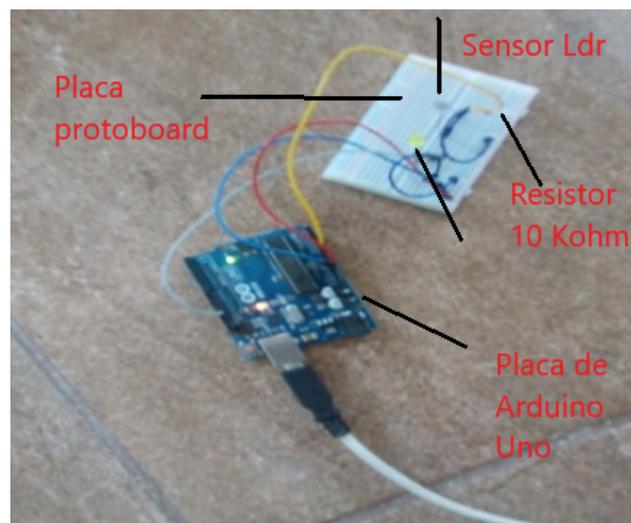


Figura 3.17: Circuito para verificação das grandezas eletricas no sensor Ldr
Fonte. Própria do Autor

4.2 Parte Virtual

- Uso do Ambiente virtual

A terceira etapa será feita de forma virtual e consistirá também na avaliação das atividades, onde os grupos que ficarão responsáveis pelo sensor Ldr criarão na plataforma Hackeduca um programa que consista de uma animação envolvendo os conceitos do sensor utilizado e os valores em tempo real das tensões e das resistências sobre o Ldr. No caso do sensor de temperatura, com os dados coletados, eles criarão uma planilha no Excel, construirão os gráficos solicitados e por meio do próprio Excel, encontrarão as equações das respectivas curvas. Com esses dados, poderá realizar as devidas regressões lineares de cada curva e com essas equações ajustadas, poder-se-á comparar com a lei do resfriamento de Newton para se determinar as temperaturas desejadas e aplicando na equação do equilíbrio térmico, determinar o calor específico do material. Todos esses resultados serão postados como atividade no ambiente virtual Google sala de aula ou em forma de um relatório ou somente os resultados, ficando a critério do professor.

Abordaremos a seguir, a exposição dos resultados obtidos na aplicação da sequência didática e dos experimentos desenvolvidos em sala de aula, também realizamos uma reflexão sobre os resultados obtidos

Capítulo 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste momento passaremos a descrever os resultados obtidos das atividades realizadas na aplicação da sequência elas estão dispostas por ambientes educacionais e as respectivas aulas

1 Resultados do produto educacional

1.1 - No espaço educacional I – Laboratório de informática

Aula 1

Para obter os conhecimentos prévios, foi aplicado um questionário de questões de fechadas e abertas para captar um panorama da situação conceitual e o grau de maturidade dos alunos. Expondo aos alunos o projeto (duração de 20 min)

Foi exposto aos alunos um vídeo como aula introdutória sobre o Scratch, como forma de apresentar à plataforma aos alunos.

<https://www.youtube.com/watch?v=poLuoL4nVCE>

Todos os alunos responderam o questionário e assistiram ao vídeo.

Conclusão: Foi observado na aplicação do questionário, que houve em certas situações, uma confusão nos conceitos, associando a um objeto onde corre fluxo de calor mais facilmente, como sendo um material isolante, mais no que diz respeito ao conceito de sensores a maioria chegaram a definir corretamente este componente. De modo geral de conhecimento prévio dos alunos não era satisfatório.

Aula 2

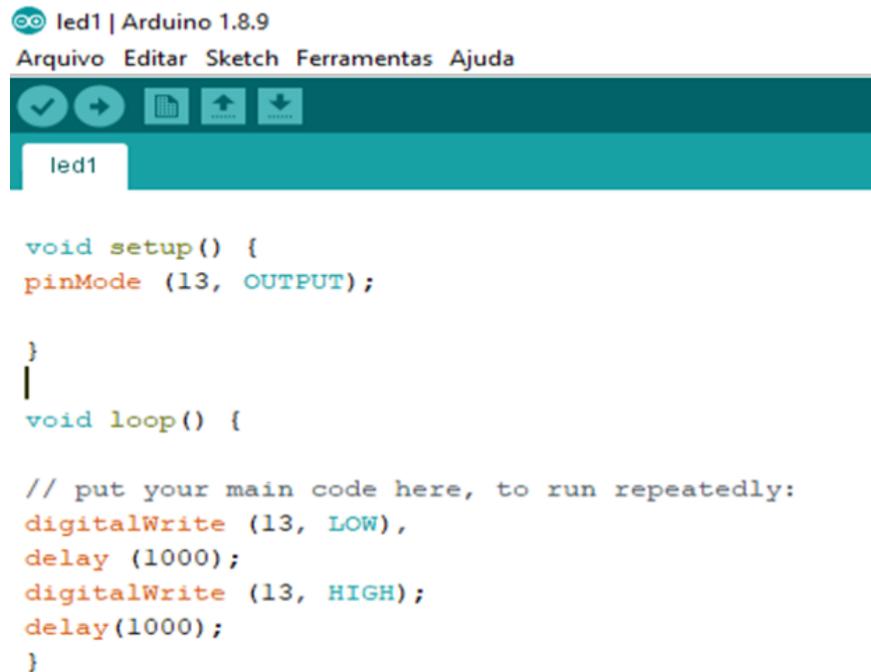
A aula com uma duração de 60 min constou de uma explanação da estrutura do Arduino com todos os seus componentes e a exposição de um vídeo sobre a linguagem de programação na linguagem C++.

https://www.youtube.com/watch?v=o0Wuq_Nazig&t=23s

Como atividade, os alunos desenvolveram um programa para piscar um LED.

Postado no AVA pelos alunos.

Conclusão: Ao realizar a programação no IDE do arduino para acender o led, os alunos, demonstraram alto grau de integração, indagando sobre o evento manipulando o programa para aumentar ou diminuir a frequência com que o led acendia e apagava, chegando ao ponto de não ser mais perceptível ao olho humano.



```
led1 | Arduino 1.8.9
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

void setup() {
  pinMode (13, OUTPUT);
}

void loop() {

  // put your main code here, to run repeatedly:
  digitalWrite (13, LOW);
  delay (1000);
  digitalWrite (13, HIGH);
  delay(1000);
}
```

Figura 4.1: Programa realizado pelos alunos na Ide do arduino para piscar um led
Fonte. Própria do autor

Aula 3

Usando o programa no tinkercad, os alunos construíram os seguintes circuitos e fizeram a simulação: um envolvendo o Sensor LDR e outro envolvendo o LM35. Também realizam uma simulação no próprio tinkercad, com o objetivo de verificar a variação da tensão e a resistência no sensor, medindo as variáveis no sensor. Como resultado os aluno postaram os respectivos no Ambiente virtual.

Os resultados obtidos estão representados nas figuras 4.2 e 4.3

Conclusão: Foi observado nesta atividade que os alunos construíram os circuitos na forma virtual com uma relativa facilidade, tanto o circuito com Lm35 quanto com o LDR, ao simular o circuito onde continha o sensor LDR, eles constatarão que ao variar a luminosidade sobre o sensor, também a tensão sobre ele variava. Eles perceberão uma dependência entre as duas grandezas. O mesmo procedimento foi realizado com o sensor LM35.

Feitos os circuitos, os alunos carregarão as placas com os programas abaixo: Um feito na plataforma Hackeduca e outro feito na Ide do Arduino:

```
const int sensor=0;
const int led = 13;
float temperatura ;

void setup() {
  Serial.begin(9600); // put your setup code here, to run once:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {

  // put your main code here, to run repeatedly:
  temperatura=(float(analogRead(sensor))*5/(1023))/0.01;
  Serial.print(" temperatura: ");
  Serial.println(temperatura);

  if(temperatura > 30)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
  }
  if(temperatura <30)
  {
    digitalWrite(13, LOW);
  }
  delay(1000);

}
```

Figura 4.4: Programa criado na Ide para verificar a temperatura usando o sensor Lm35 e um led
Fonte. Própria do autor

Para o Sensor Ldr o resultado para o circuito construído é da pela figura 4.7

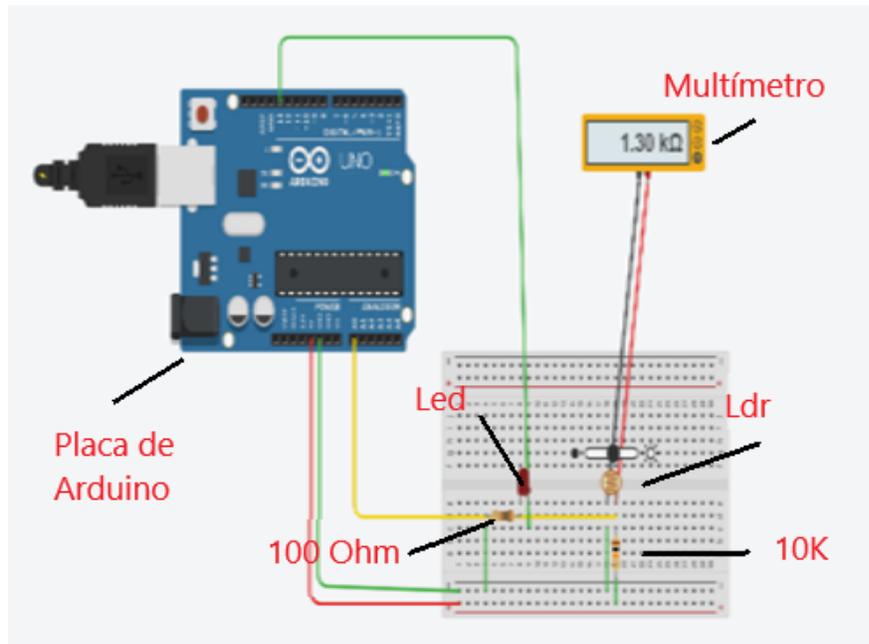


Figura 4.7: Circuito utilizando o sensor Ldr incluindo placa de Arduino. Fonte. Própria do autor

Conclusão: Nessa Atividade os alunos encontraram uma relativa dificuldade devido a linguagem de programação C_{++} , trazer um pouco de complexidade para eles, pois a estrutura traz a necessidade de uma grafia correta dos comandos e a exata sequência algorítmica de programação. Com os comandos do Scratch devido serem em blocos a facilidade foi maior, mostrando que essa ferramenta tem certa vantagem em relação a linguagem de programação em C_{++} .

1.2 - Espaço educacional II – Laboratório de ciências

Aula 5

Neste momento foram construídos fisicamente os circuitos e feita, quando possível, a simulação. Durante a aula, foi fornecido aos alunos um kit de arduino com os respectivos sensores lm35 e Ldr.

Após a simulação, os alunos passaram a construir de forma física os circuitos por eles construídos no laboratório de informática, caso do Lm35 a variável captada pelo sensor é

a temperatura, e, ao aumentar a temperatura sobre o sensor verificou-se que o led acendia devido a um aumento da tensão no sensor. No caso do Ldr, ao aumentar a intensidade luminosa sobre o sensor a tensão diminui logo aumentando a sua resistência como observado abaixo.

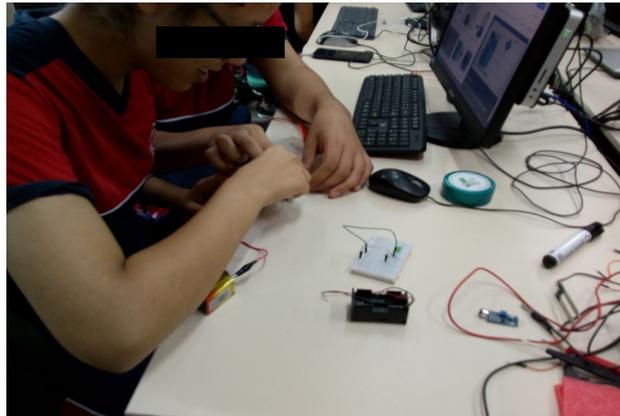


Figura 4.8: Início da construção física e da programação das placas de Arduino.
Fonte. Própria do autor

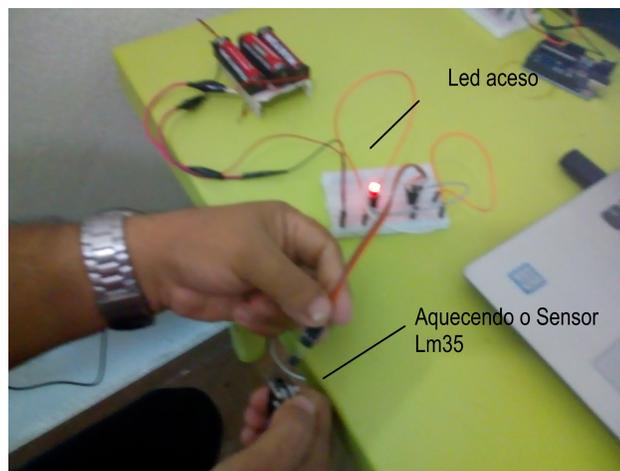


Figura 4.9: Resultado do circuito Lm35 funcionando ao ser aquecido
Fonte. Própria do autor

Em seguida, foi feito o circuito usando o sensor LDR associado a um led

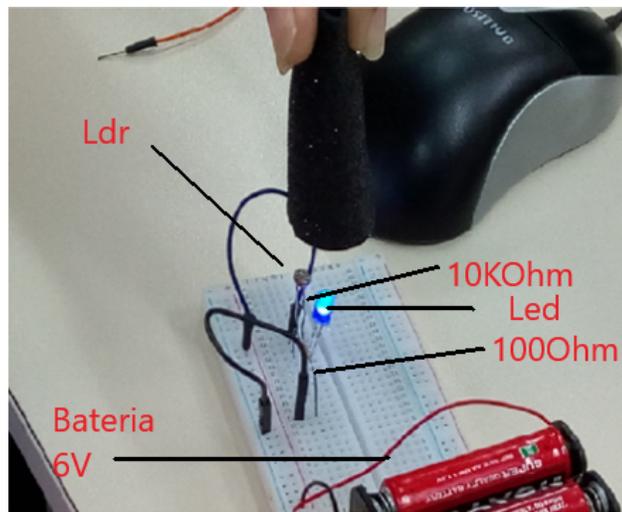


Figura 4.10: Circuito físico desenvolvido pelos alunos com o sensor LDR. Fonte. Própria do autor

Conclusão: Comparando os resultados na construção virtual e física os alunos constataram que ao variar a grandeza característica do sensor a tensão variava, isso fica evidenciado no acender ou apagar do led associado a sensor, os alunos tiveram liberdade de testar várias situações, como incidir luz sobre o sensor ou diminuir a claridade colocando uma capsula sobre o sensor. Isso mostra o estímulo a curiosidade do aluno podendo ele mesmo tirar as suas conclusões.

Aula 6

Neste momento os alunos construíram os mesmos circuitos usando as placas de arduino e carregou-os com os programas desenvolvidos na etapa do laboratório de informática.

Como resultado obtivemos:

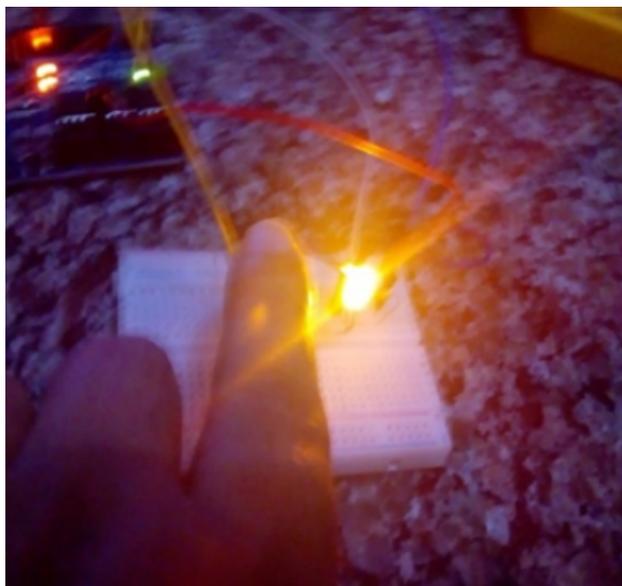


Figura 4.11: Circuito físico usando o Ldr e o Arduino feito pelos alunos funcionando.
Fonte. Própria do autor

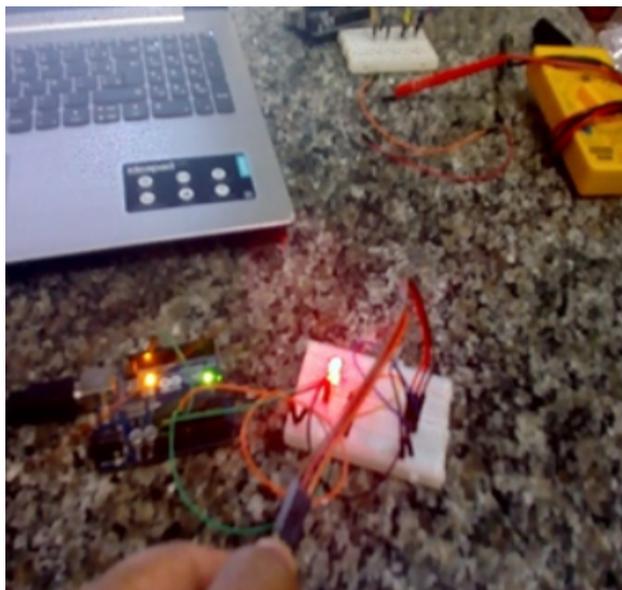


Figura 4.12: Circuito criado pelos alunos com lm35 e a placa de Arduino funcionando
Fonte. Própria do autor

O programa foi graduado para atingir a temperatura do corpo humano para acender o LED.

Os Resultados foram postados no AVA.

Conclusão: Ao construírem circuitos criados por eles e incluírem a placa de arduino e programá-la, os alunos poderão verificar a variação da tensão no monitor serial do arduino e perceberão que ao variar a grandeza o sensor a tensão e variava, desta forma com o uso da placa de arduino, possibilitou ao aluno coletar os dados de forma precisa e quase que instantânea os dados obtidos pelo sensor

Aula 7

Neste momento, solicitou-se aos alunos que acrescentem ao programa usando a plataforma Hackeduca do sensor LDR, as equações que possibilitem a medir as tensões e a resistência no sensor LDR e insira uma animação que possa está associada a fenômeno da intensidade luminosa. Usando seguinte roteiro: Roteiro II Para realizar os seguinte experimento se faz necessário os seguintes materiais

- Circuito idealizados pelos alunos
- Kit de Arduino
- Programa criado pelos alunos
- Fonte de luz
- Notebook

Circuito conforme a figura 3.12

Procedimentos:

- Construir o circuito usando do Arduino
- Produzir na plataforma Hackeduca um programa que possibilite medir a tensão e a resistência no sensor LDR, em conjunto com uma animação que possa associar ao fenômeno envolvido
- Constatar com o multímetro a veracidade das medidas Tratamentos dos dados
- Após a montagem e construção do programa o aluno irá verificar as medidas fornecidas pelo programa com os valores do Multímetro

• Postar no Ava o Programa por eles construído. Em outra situação foi solicitado que os alunos incluíssem no circuito do Lm35 o sensor DS18b20 para medir a temperatura em líquidos e acrescentá-lo ao programa do LM35. Feito isso, foi fornecido um roteiro de procedimentos para determinar o calor específico do alumínio, utilizando a lei do resfriamento de Newton e a lei do equilíbrio térmico, no caso:

Roteiro I

Para a realização do experimento serão necessários os seguintes materiais

Kit de Arduino

Sensor Lm35

Sensor DS18B20

Uma Lata de refrigerante de alumínio 350 *ml*

20 Pedacos de alumínio tubulado de 10 *cm*

Aquecedor elétrico

Circuito conforme a figura 3.10

Procedimentos:

- Medir as massas do recipiente, massa do pedacos de alumínio, e 270 *g* de água
- Colocar a água no recipiente e aquecer até atingir a temperatura próxima a de fusão
- Colocar o sensor DS18B20 para medir a temperatura e observar no monitor serial com o programa graduado para um intervalo de tempo de 1 *min* e 30 *s*.
- Quando o líquido atingir uma temperatura de acomodação que seria de aproximadamente 82 $^{\circ}C$, conte um tempo de aproximadamente 9 *min* insira as barras de alumínio
- A partir daí conte um tempo até completar uma hora

Tratamento dos Dados:

1. Os dados coletados pelo monitor serial deverá ser transportado para uma planilha do EXCEL para construir os gráficos o obter as curvas antes e depois de inserir as barras de alumínio

2. Após inserir os dados no EXCEL encontrar por meio de ajuste de curva as equações antes e depois de inserir os pedaços de alumínio

3. Após encontrar as equações, obter as Temperaturas antes e depois de inserir os pedaços de alumínio

4. Usar a lei do equilíbrio térmico dada pela equação 3.4, para determinar o calor específico do alumínio

$$c_{Al} = \frac{-M_a(T_q - T_f)c_a}{M_m(T_f - T_q) - M_r(T_q - T_f)} \quad (1.1)$$



Figura 4.13: Resultado do experimento do sensor Ldr realizado pelos alunos
Fonte. Própria do autor

Da mesma forma os resultados do experimento sobre o calor específico estão apresentados abaixo, sendo coletados pelos dados do monitor serial do arduino

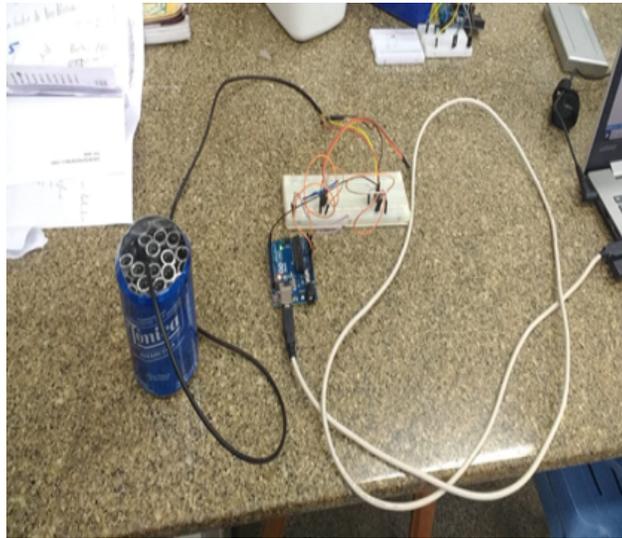


Figura 4.14: Realização do experimento do calor específico realizado pelos alunos.
Fonte. Própria do autor

Conclusão: Ao realizarem uma pequena modificação nos programas por eles criados e incluído no programas da Ide o sensor Lm35 e no programa da plataforma Hackeduca incluir e equações para verificação das grandezas no Ldr conforme as figuras 3.13 e seguindo os roteiros propostos, foram realizadas as coletas de dados do experimentos para medição do calor específico e as medidas no sensor LDR. Verificou-se uma grande interação entre os grupos de alunos na colaboração para realizar as modificações nos programas discussões e tomadas de decisões.

Aula 8

Nessa aula, os alunos realizaram o tratamento dos dados que foram coletados por eles na determinação do calor específico do alumínio e obtiveram os seguintes resultados, apresentado no monitor serial da IDE do arduino, seguindo inicialmente o roteiro proposto. Os Resultados estão aqui representados:

- Dados do Monitor Serial

Tabela 4.1: Dados do Monitor Serial do Arduino para as medidas das temperaturas do sistema

T(Sistema) (°C)	T(Amb)(°C)	t(min)
91,44	22,97	0
86,37	22,97	1,5
82,62	22,97	3
78,19	22,97	4,5
75,00	22,97	6
71,87	23,46	7,5
69,19	25,9	9
59,56	24,44	-
62,19	24,44	-
60,81	23,46	3
59,69	23,46	6
58,31	23,46	9
57,13	23,46	12
56,06	23,46	15
56,94	23,46	18
53,88	22,97	21
52,94	23,46	24
52,06	23,46	27
51,13	22,97	30
50,31	22,97	33
49,50	22,97	36
48,75	22,97	39
48,00	23,46	42
47,13	23,46	45
46,14	23,97	48
45,69	23,46	51
45,06	23,97	54
44,44	22,97	57
43,81	22,97	1 hora

- Dados e Medida dos materiais

Tabela 4.2: medidas dos materiais

Materiais	Massa(g)
Massa (água)	250,3
Massa (alumínio)	205,8
Massa (recipiente)	9,1

Em seguida, obtiveram as curvas de aquecimento antes e depois de acrescentarem os tubos de alumínio.

0	91,44	22,97
1,5	86,37	22,97
3	82,62	22,97
4,5	78,19	22,97
6	75	22,97
7,5	71,87	23,46
9	69,19	25,9

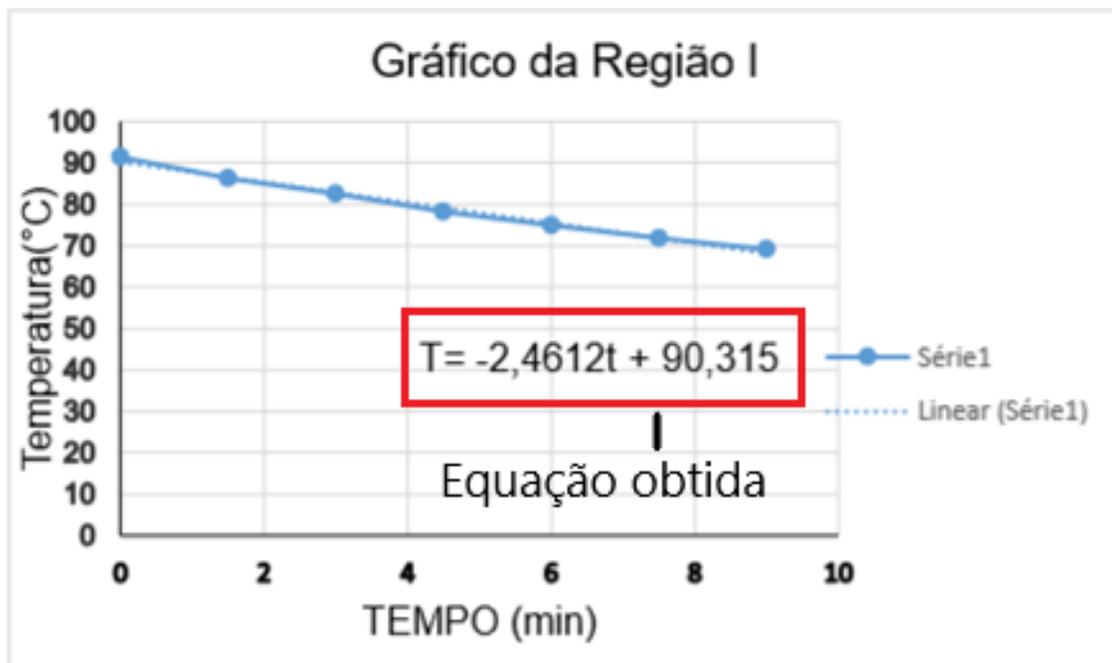


Figura 4.15: Gráfico obtidos pelos alunos antes da imersão do alumínio no recipiente com água quente e sua equação

Fonte. Própria do autor

Da mesma forma foi obtida pelo método gráfico a equação na segunda região

0	62,19	24,44
3	60,81	23,46
6	59,69	23,46
9	58,31	23,46
12	57,13	23,46
15	56,06	23,46
18	54,94	23,46
21	53,88	22,97
24	52,94	23,46
27	52,06	23,46
30	51,13	22,97
33	50,31	22,97
36	49,5	22,97
39	48,75	22,97
42	48	23,46
45	47,13	23,46
48	46,44	22,97
51	45,69	23,46
54	45,06	22,97
57	44,44	22,97
60	43,81	22,97

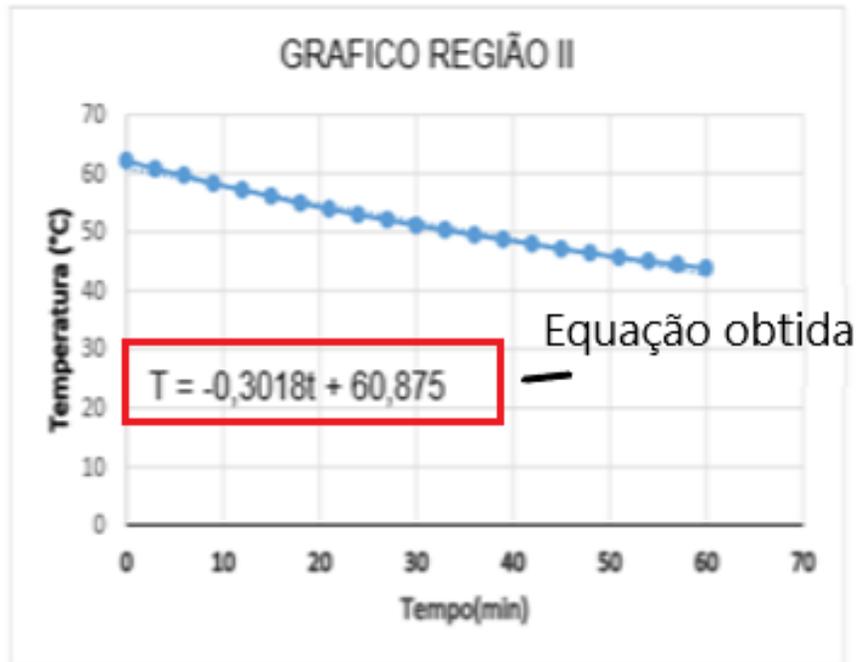


Figura 4.16: Determinação da equação por regressão linear da segunda região
Fonte. Própria do autor

Usando a lei do equilíbrio térmico mencionada na equação 3.3, para a situação proposta teremos que o calor específico do alumínio será obtido pela equação:

$$M_g \times c \times (T_q - T_f) + M_{Al} \times c_{Al} \times (T_f - T_a) + M_{rec} \times c_{Al} \times (T_q - T_f) = 0$$

Isolando o calor específico do alumínio temos que

$$c_{Al} = \frac{M_g \times c \times (T_q - T_f)}{M_{Al} \times c_{Al} \times (T_f - T_{Amb}) - M_{Recp} \times c_{Al} (T_q - T_f)}$$

Para as faixas de temperaturas utilizadas o sensor Ds18b20 possui um possui uma incerteza de $\pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, da mesma forma o sensor para a leitura ambiente, o sensor Lm35 para um ambiente fechado, possui um incerteza de $\pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Sendo a temperatura T_q , obtida substituindo o tempo obtido pela lei do resfriamento de Newton aplicada na Região I, logo,

$$T_q = -2,4612 \times 965 + 90,315 = 68,165 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

e a temperatura T_f sendo a temperatura inicial dada pelo resfriamento de Newton na Região II,

$$T = -0,3018 \times t + 60,875$$

Logo,

$$T_f = 60,875 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ e } T_{Amb} = 23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

temos que calor específico será, para uma temperatura ambiente de $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$, de $c_{Al} = 0,23 \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$, se admitirmos uma temperatura ambiente de $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, encontramos um valor de $c_{Al} = 0,22 \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$, obtendo uma discrepância de 4,4 por cento para o resultado encontrado nas literaturas será de $c_{Al}(20 \text{ }^{\circ}\text{C}) = 0,214 \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$ isso é devido ao grau de impureza dos materiais e também, esse resultado foi obtido a uma temperatura de $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e a pressão de $1 \text{ } \textit{Atm}$; condições que não foram obtidas.

No caso do sensor Ldr, os alunos produziram os seguintes programas, incluindo as equações que possibilite verificar os valores, em instante real, das tensões e a resistência sobre o sensor Ldr, conforme fig 3.12. Usando o programa dado pelas fig. 3.13 e fig. ?? foi obtida a seguinte situação:

A animação produzida pelos alunos e os valores das grandezas inerentes ao Ldr estão representados abaixo

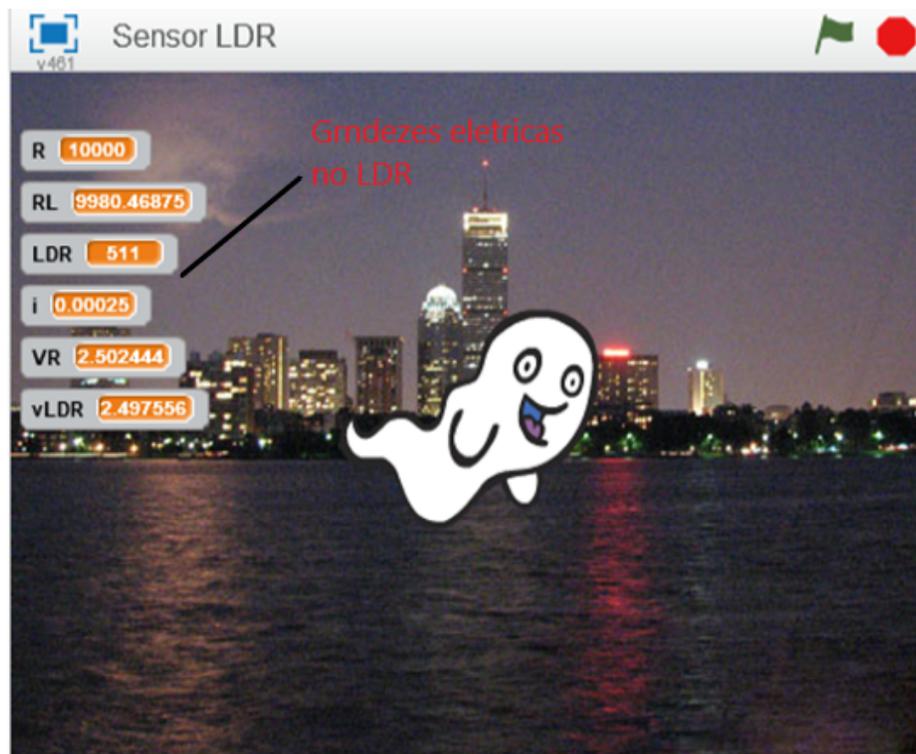


Figura 4.17: As medidas das grandezas Física e animação realizada pelos alunos com o sensor Ldr
 Fonte. Própria do autor

Conclusão: Com os conceitos já vistos em sala de aula como a lei do equilíbrio térmico, a lei do resfriamento de Newton e também a lei Ohm, para os alunos tornou-se uma forma de evidenciar de forma prática os conceitos vistos em sala de aula, produzindo no cognitivo do aluno uma estrutura bastante sólida. Isso se percebe quando ele consegue associar na forma de animação produzida por eles, os conceitos intrínsecos a grandeza física envolvida como por exemplo a luminosidade sobre o LDR

1.3 - Espaço Educacional III - Ambiente Virtual

- Aula 9

Esta aula é dedicada para que os alunos possam realizar a postagem das atividades no ambiente virtual. Isso poderá ser realizado em sua própria residência caso possua conexão com a internet ou a utilização do laboratório de informática da escola tendo o acompanhamento do professor por meio do ambiente virtual.

Conclusão: Esta etapa serviu para evidenciar o grau de independência do aluno ao se propor realizar uma tarefa e efetuar-la em um dado intervalo de tempo mostrando o grau de maturidades que eles possuem na construção do seu próprio conhecimento.

● Aula 10

Esta aula é utilizada pelo professor para avaliar as atividades postadas pelos alunos no ambiente virtual e poderá fazer algumas ponderações, ao publicar o resultado aos alunos.

2 Discussão dos Resultados

Notamos que durante a aplicação da sequência didática, foi oportunizada aos alunos a obtenção de fenômenos de três maneiras: uma de forma virtual, quando houve a possibilidade de simular os circuitos e evidenciar os resultados.

A outra forma está relacionada também no fato de que foram construídos de forma física no laboratório de ciências os mesmos circuitos e evidenciado os mesmos resultados, como mostra as figuras fig. 4.15 fig. 4.16 e fig. 4.17, proporcionando ao aluno uma reflexão sobre que grandeza física atua sobre os sensores utilizados. No caso do sensor LM35, a temperatura atua na resistência, produzindo uma variação na tensão, provocando o acendimento de um Led. Também no caso do sensor Ldr, foi observada que a grandeza que atua no sensor é a luminosidade que recai no material e sobre o sensor, produzindo uma variação na resistência devido a intensidade luminosa sobre ele. Também acendendo um led quando esse é calibrado para um certo valor da claridade.

A terceira forma é com a utilização do microcontrolador arduino, quando foi solicitado aos alunos a utilização da placa do arduino programada e anexando a ela, o circuito com o sensor Ldr adaptado. No caso do Ldr, os alunos construíram um programa utilizando a plataforma Hackeduca, que possibilitou a obtenção das medidas das tensões e resistências no Ldr e também produziram uma animação onde pudesse ter alguma relação com o fenômeno estudado conforme fig 4.17. Para o sensor lm35 e Ds18b20 foram preparadas situações para a utilização da Lei do equilíbrio térmico e a lei do Resfriamento de Newton, com a placa de arduino programada pela IDE do arduino, seguiram um roteiro, para a verificação do calor específico do alumínio utilizando os dados coletados pelo monitor serial da IDE do

arduino conforme a tabela 4.1. Dos valores verificados pelos alunos $c_{Al} = 0,22 \frac{cal}{g \times ^\circ C}$ e os valores encontrados nas literatura para o alumínio $c_{Al} = 0,214 \frac{cal}{g \times ^\circ C}$, foi pedido aos alunos que verificassem a discrepância entre os valores e a justificasse. O valor encontrado para a discrepância foi de 4,4 %, isso se deve a temperatura ambiente em que o sistema se encontra e também ao grau de pureza do material utilizado. Também a temperatura ambiente em que o valor padrão para o calor específico da água foi obtido é de 15 $^\circ C$ e ao aplicar o experimento, a temperatura do laboratório se encontrava a 23 $^\circ C$.

Muito embora a linguagem Scratch se torne mais acessível ao aluno, devido a sua forma mais ludica, a linguagem C_{++} requer do professor uma maior acompanhamento diante do aluno, pois o objetivo não ensinar programação, mas sim o de aplicar o circuito por eles montados para extrair os conceitos científicos.

No próximo capítulo realizaremos uma verificação da proposta apresentada e destacamos alguns argumentos sobre a aplicabilidade do ensino híbrido, como uma metodologia de aprendizagem e apresentamos caminhos para o prosseguimento deste trabalho.

Capítulo 5

CONCLUSÃO

O ensino híbrido tornou-se uma das metodologias bastante suficientes para desenvolver os conceitos físicos nos alunos, conceitos como: calor específico, associando-o como uma propriedade intrínseca dos materiais e também o conceito de condutividade e resistividade, em conjunto com a aplicação da lei de Ohm. A inclusão tecnológica que foi oportunizada aos alunos, também trouxe um acréscimo no processo de aquisição de conhecimentos, para tanto, desde o início da aplicação, observamos que a interação no processo de construção do conhecimento se tornou marcante.

Foi interessante constatar que até na construção dos circuitos de forma virtual, ainda no laboratório de informática, surgiram questionamentos sobre a utilização das plataformas de construção dos circuitos, nesse caso o professor pode e deve auxiliar os alunos no manuseio das plataformas. Aplicando os conceitos da lei de Ohm já mencionada, em forma presencial, observamos a satisfação dos resultados obtidos.

A parte importante também a ser observada sobre o calor específico é que a questão da utilização de software em conjunto com o Arduino mostra com mais clareza o comportamento gráfico do resfriamento de um corpo em tempo real o isso se deve ao próprio Arduino possuir condições de mostrar graficamente, em tempo real, o comportamento da temperatura em função do tempo de um corpo. No caso do uso da plataforma Hackeduca, foi importante observar que os alunos tinham uma tendência receptiva da plataforma, pois ela traz facilidade em realizar os programas tornando-se também prático na assimilação dos conceitos físicos, como no caso dos conceitos da lei de Ohm e a associação de resistores.

Nesse caso a utilização do produto também traz uma alternativa para as aplicações de aulas práticas usando o Arduino, mesmo em escolas onde se tem um dificuldade de recursos, tanto físico quanto de pessoal, pois a utilização do Arduino dá ao professor a oportunidade associar a tecnologia as condições estruturais da escola onde trabalha.

Foi constatado que a metodologia utilizada mostra a sua relevância, ao promover no aluno uma autonomia na construção do seu conhecimento, partindo do princípio que o aluno ao desenvolverem as atividades, promovem discussões na tentativa de solucionar os problemas propostos nas atividades, além de incentivar a curiosidade científica ao dar a possibilidade ao aluno de realizar pesquisa.

Além das atividades aqui já mencionadas, existem inúmeras outras que podem ser aplicadas utilizando a mesma metodologia. Fica em aberto as contribuições para o objetivo de promover ao aluno uma aprendizagem mais significativa.

Referências Bibliográficas

- [1] ANDRADE, K. planeta educação, 2017. Disponível em: <https://www.plannetaeducacao.com.br/portal/arquivo/editor/file/ebook-educacao4.0-planneta.pdf>. Acesso em: 15 nov 2019.
- [2] AZEVEDO, H. L. et al. O USO DO EXPERIMENTO NO ENSINO DA FÍSICA: TENDÊNCIAS A PARTIR DO LEVANTAMENTO DOS ARTIGOS EM PERIÓDICOS DA ÁREA. VII empec - encontro Nacional de pesquisa em educação. Florianópolis: ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências All Rights Reserved. 2009.
- [3] BARBOZA, C. M.; PEREIRA, I. M. D. N. UMA ABORDAGEM PRÁTICA NA LEI DE RESFRIAMENTO DE NEWTON. In: ZAN, R. A., et al. Pesquisa, Inovação e Tecnologia no Estado de Rondônia 2. 2. ed. Acre: Stricto Sensu Editora, v. 1, 2019. Cap. 14, p. 174-195. ISBN ISBN: 978-65-80261-19-2. Disponível em: <https://sseditora.com.br/wp-content/uploads/Pesquisa-Inova%C3%A7%C3%A3o-e-Tecnologia-no-Estado-de-Rond%C3%B4nia-2.pdf>. Acesso em: 25 jan 2020.
- [4] BERENGUER, C.; GOMES, A. P. PROGRAMAÇÃO CRIATIVA COM SCRATCH. 9º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - SIEPE. Santana do Livramento: Universidade Federal do Pampa. 2017. p. np.
- [5] BERNARDI, L. O.; PANTANO FILHO, R. MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA EM CONDUTORES METÁLICOS. Revista Intellectus, Jaguariúna – SP, v. 19, n. 1, p. 55-70, jan/mar 2012. ISSN 1679-8902. Disponível em: <http://www.revistaintellectus.com.br/RevistaUpload/19.pdf#page=55>. Acesso em: 13 jan 2020.
- [6] BINDARA, M. D. G.; FESTA, M. I. Construtivismo(s): Implicações e Interpretações Educativas. Revista Portuguesa de Pedagogia, Coimbra, v. 2, n. 1, p. 177-195, jun/Dez

2005. ISSN 1647-8614. Disponível em: http://www.fpce.uc.pt/niips/i_pub/gra_pub/Bidarra2005_Construtivismo.pdf. Acesso em: 18 nov 2019.
- [7] BONILLA, M. H. S. INCLUSÃO DIGITAL NAS ESCOLAS. *Taboleiro digital*, Salvador, v. 1, p. 1-15, 2009. Disponível em: http://www.tabuleirodigital.com.br/twiki/pub/GEC/RepositorioProducoes/artigo_bonilla__mesa_inclusao_digital.pdf. Acesso em: 15 jan 2020.
- [8] BORGES, L. P.; DORES, R. D. C. AUTOMAÇÃO PREDIAL SEM FIO UTILIZANDO-BACNET/ZIGBEE COM FOCO EM ECONOMIA DE ENERGIA. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Brasília, p. 5-8. 2010.
- [9] BRITO, F. *Sensores e Atuadores*. 1. ed. Pinheiros: Erica, v. 1-5, 2017. ISBN 378-85-365-3194-6. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=w4ywDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=sensores+e+atuadores&ots=8iWNrtDRlg&sig=Vs6JGjgpwk-rfekPvmY4FYg-i0g#v=onepage&q=sensores%20e%20atuadores&f=false>. Acesso em: 10 janeiro 2020.
- [10] BROCKVELD, M. V. V.; SILVA, M. R. D.; TEIXEIRA, C. S. A CULTURA MAKER EM PROL DA INOVAÇÃO NOS SISTEMAS EDUCACIONAIS. In: SOUZA, C. S. T. E. M. V. D. *Educação fora da caixa: tendências internacionais e perspectivas sobre a inovação na educação* ©. 1. ed. São Paulo : Blucher, v. 1, 2018. Cap. 4, p. 55-66. ISBN 978-85-8039-322-4. Disponível em: <http://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/08/Educacao-Fora-da-Caixa-V4.pdf>. Acesso em: 10 janeiro 2020.
- [11] BRONSON, R.; COSTA, G. *Coleção Schaum: Equações Diferenciais*. Tradução de Fernando Henrique Silveira. 3. ed. São Paulo -Sp: ARTMED EDITORAS. A., v. 1, 2008. 64-82 p. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/48923789/equacoes-diferenciais-3-edicao-bronson-richar-costa-gabriel-txt>.
- [12] CARDOSO, L. R.; FARIA, D. D. S. E. O USO DO SCRATCH COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NO ENSINO SUPERIOR. V seminário científico do unifacig. Manhauçu: sociedade ciência e tecnologia. 2019. p. n.p.
- [13] CASAGRANDE, A. M. *Ensino Híbrido de Física Utilizando o MOODLE: Um estudo sobre as contricuições educacionais no ensino Médio*. USP-SP. São Paulo, p. 230. 2018.
- [14] CASTRO, A. D. O USO DA PROGRAMAÇÃO SCRATCH PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES EM CRIANÇAS DO ENSINO FUNDAMENTA. Universidade Federal do Paraná. Ponta Grossa, p. 1-124. 2017.

- [15] CAVERSAN, R. H. D. M. EXPLORANDO O ENSINO HÍBRIDO EM FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS UTILIZANDO FERRAMENTAS MULTIMIDIÁTICAS. Universidade Paulista Julio de Mesquita Filho. Presidente Prudente, p. 1-166. 2016.
- [16] CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B. DISCUSSÃO CONCEITUAL PARA O EQUILÍBRIO. Cad. Bras. Ens. Física, Florianópolis - SC, v. 21, n. 2, p. 176-192, Agosto 2004. ISSN ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6431>. Acesso em: 14 dez 2019.
- [17] DIAZ, J. V. Algunos aspectos a considerar en la didáctica del calor. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v. 5, n. 3, p. 235-238, novembro 1987. ISSN ISSN 2174-6486. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51006>.
- [18] EDUCAÇÃO, M. D. PORTARIA NORMATIVA Nº 7, DE 22 DE JUNHO DE 2009. ABMES, BRASILIA, 23 JUNHO 2009. np. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Portaria-Normativa-7-2009-06-22.pdf>. Acesso em: 14 janeiro 2020.
- 19.
- [19] Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. ABMES, brasilia, 23 MARCO 2017. np. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Port-MEC-389-2017-03-23.pdf>. Acesso em: 14 janeiro 2020.
- [20] EINSTEIN, A. A teoria da radiação de Planck e a teoria do calor específico. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo - SP, v. 27, n. 1, p. 63-67, Jan/Mar 2005.
- [21] ESCOLAS, I. D. N. M. H. S. B. INCLUSÃO DIGITAL NAS ESCOLAS. Repositorio da produções , salvador, p. 1-15. Disponível em: http://www.universidadenova.ufba.br/twiki/pub/GEC/RepositorioProducoes/artigo_bonilla__mesa_inclusao_digital.pdf.
- [22] GARCIA, Á. F. Curso Interactivo de Física en Internet. Ley del enfriamiento de Newton, dez 2010. ISSN DOC96-2537. Disponível em: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/otros/enfriamiento/enfriamiento.htm>. Acesso em: 13 dezembro 2019.
- [23] HALIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física 3. Tradução de Paulo Cesar Pfaltzgraf ferreira e Adir Moyses Luiz Antonio Luciano Leite Videira. 4ª

- edição. ed. Rio de Janeiro - RJ: LTC livros técnicos e Científicos, v. 3, 1993. 117-129 p. ISBN 85-216.0301-0. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/JordanMacedo/resnick-e-halliday-fsica-3-eletromagnetismo-4-ed>. Acesso em: 15 janeiro 2020.
- [24] HONÓRIO, H. L. G. Invertendo a sala de aula: Processo para a metodologia Sala de Aula Invertida com elementos de colaboração no ensino de matemática. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, p. 1-28. 2017.
- [25] MARTINS, N. A. Sistemas Microcontrolados Uma Abordagem com o Microcontrolador PIC 16F84. 1. ed. São Paulo: Novatec, v. 1, 2005. 14-15 p. ISBN 85-7522-074-8. Disponível em: <http://www.martinsfontespaulista.com.br/anexos/produtos/capitulos/203289.pdf>. Acesso em: 14 janeiro 2020.
- [26] MEC. Ministério da educação. MEC, 14 dez 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 2020 jan 21.
- [27] MELO, G. Sinepe. Sindicato de escola particulares - sc, 2018. Disponível em: <http://www.sinepe-sc.org.br/ler/diretrizes-da-bncc-norteiam-uso-da-tecnologia-na-educacao-basica/>. Acesso em: 17 nov 2019.
- [28] MOLINA, N. F. C. MÉTODO MULTIMEIOS DE ENSINO DE FÍSICA: O ENSINO. UNESP. Presidente Prudente, p. 1-73. 2016.
- [29] MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: [Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. 1. ed. Ponta Grossa : [s.n.], v. III, 2015. Cap. 1, p. 15-33. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 10 jan 2020.
- [30] MORAN, J. Metodologias ativas e modelos híbridos de educação. Curitiba: CRV, v. 1, 2017. Cap. 1, p. 23-35. ISBN 378-85-444-1989-2. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2018/03/Metodologias_Ativas.pdf. Acesso em: 10 Janeiro 2020.
- [31] NASCIMENTO, C. D. D. D. Correlação entre propriedades elétricas e estruturais em filmes finos de Sulfeto de Cadmio produzidos por Ablação a laser. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 74. 2014.

- [32] NETA, M. D. S.; CAPUCHINHO, A. C. Educação Híbrida: Conceitos, Reflexões e Possibilidades do Ensino Personalizado. II congresso sobre tecnologia na educação. Recife: Ctrçl-e. 2017. p. 148-156.
- [33] NETO, E. B. O ensino híbrido: processo de ensino mediado por ferramentas tecnológicas. Revista ponto e vírgula, São Paulo, v. 1, n. 22, p. 59-72, Jul/Dez 2017. ISSN 1982-4807. Acesso em: 15 dez 2019.
- [34] NETTO, C. M.; FERNANDES, V. C. ENSINO HÍBRIDO: UMA EXPERIÊNCIA NA EDUCAÇÃO SUPERIOR. Universidade do vale do Rio Doce. Governador Valadares, p. 1-10. 2017.
- [35] NUNES, S. D. C.; SANTOS, R. P. D. O Construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxionomia de Bloom. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia: [s.n.]. 2013. p. 1-8.
- [36] OLIVEIRA, A. L. D. MODELO HÍBRIDO DE APRENDIZAGEM UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO APLICADO AO ENSINO TECNOLÓGICO DE INFORMÁTICA. Universidade de Brasília – UnB. Brasília , p. 1-121. 2015.
- [37] . PASQUALLI, R.; VIEIRA, J. D. A.; CASTAMAN, A. S. Produtos educacionais na formação do mestre em educação profissional e tecnológica. edicitec, manaus, v. 4, n. 7, p. 106-120, jun 2018. ISSN 2446-774X. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325565373_Produtos_educacionais_na_formacao_do_mestre_em_educacao_profissional_e_tecnologica. Acesso em: 16 janeiro 2020.
- [38] PASSOS, J. C. Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo - SP, v. 31, n. 1, p. 1-8, Jul/Set 2009. ISSN ISSN 1806-9126. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/313603.pdf>.
- [39] PATSKO, L. F. Tutorial aplicação, Funcionamento e utilização de Sensores. Mawaell Bohr electronica. Londrina, p. 1-83. 2006.
- [40] PENA, F. L. A.; FILHO, A. R. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, janeiro/abril 2009. ISSN 1806-5104. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/issue/view/274>. Acesso em: janeiro 2020.

- [41] PIMENTEL, P. A.; DINIZ, H. A. O ESTUDO DA LEI DE RESFRIAMENTO DE NEWTON NA ABORDAGEM LCP. VII Congresso Iberoamericano de Educación Matemática. Montevideo - URU: Sociedad de Educación Matemática Uruguay. 2013. p. 7304-7311.
- [42] PSCHEIDT, A. C. parque da Ciencia. Semicondutores: da descoberta às aplicações, junho 2013. ISSN ISBN 978-85-326-0570-2. Disponível em: <http://parquedaciencia.blogspot.com/2013/06/semicondutores-da-descoberta-as.html>. Acesso em: 25 janeiro 2020.
- [43] RIBEIRO, R. J. O mestrado profissional na política atual O mestrado profissional na política atual. RBP G, Brasília, v. 2, n. 4, p. 8-15, julho 2005. ISSN 2358-2332. Acesso em: 03 janeiro 2020.
- [44] ROSSI, B. F.; SANTOS, É. M. D. S.; OLIVEIRA, L. D. S. A CULTURA MAKER E O ENSINO DE MATEMÁTICA E FÍSICA. XIV EVIDOSOL e XI Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia (CILTEC). on-line: [s.n.]. 2017. p. np.
- [45] SACHETTI, L. R. D. ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA DE SALA DE AULA INVERTIDA EM CURSO DE MATEMÁTICA BÁSICA PARA INGRESSANTES EM CURSOS DE UM CENTRO DE ENGENHARIAS. UFSC, 2017. 14. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/182300/Artigo_TCC_Luciana_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jan 2020.
- [46] SALES, S. B. et al. Utilizando Scratch e Arduino como recursos para o ensino da Matemática. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Fortaleza: [s.n.]. 2017. p. 538-547.
- [47] SÁPIRAS, F. S.; VECCHIA, R. D.; MALTEMPI, M. V. Utilização do Scratch em sala de aula. Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v. 17, n. 5, p. 973-988, 2015. ISSN 1983-3156. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emp/article/viewFile/25152/pdf>. Acesso em: 13 nov 2019.
- [48] SASSAKI, C. Ensino híbrido: conheça o conceito e entenda na prática. Nova Escola, São Paulo, v. 1, n. 286, 27 outubro 2015. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/104/ensino-hibrido-entenda-o-conceito-e-entenda-na-pratica>. Acesso em: 20 dez 2019.
- [49] SILVA, A. P. B.; FORATO, T. C. D. M.; GOMES, J. L. D. A. M. C. CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DO CALOR. Cad. Bras. Ens. Fís, São Paulo - SP, v. 30, p. 492-537, dezembro 2013.

- [50] SILVA, G. P. D. S. PERSONALIZAR A APRENDIZAGEM COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DO ENSINO HÍBRIDO: EM SEU MODELO DE ROTAÇÃO ESPECIFICAMENTE COM A UTILIZAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA, POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DE UMA APOSTILA DE FÍSICA MODERNA GOOGLE CLASSROOM, SIMULADORES VIR. UFRPE. Recife, p. 157. 2019.
- [51] SILVA, M. D. P. ; A. N. Do calórico ao calor: uma proposta de ensino de química. História da Ciência e ensino. construindo interfaces, v. 3, p. 52-77, Junho 2011.
- [52] SOUZA, L. L. D. L. EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO ATÔMICA NO CALOR ESPECÍFICO DE LARGININA FOSFATADA MONOHIDRATADA E DE Fe. Universidade Federal de Pernambuco. RECIFE, p. 94. 2009.
- [53] TRAVESSINI, D. Síntese e Caracterização de nanopartículas de Sulfeto de zinco. Universidade de Santa catarina. Florianópolis, p. 73. 2010.
- [54] TREVELIN, A. T. C.; PEREIRA, M. A. A.; NETO, O. D. D. O. A UTILIZAÇÃO DA “SALA DE AULA INVERTIDA” EM CURSOS SUPERIORES DE TECNOLOGIA: COMPARAÇÃO ENTRE O MODELO TRADICIONAL E O MODELO INVERTIDO“FLIPPED CLASSROOM” ADAPTADO AOS ESTILOS DE APRENDIZAGEM. Revista de Estilos de Aprendizagem, Madrid, v. 11, n. 12, p. 1-14, dezembro 2013. ISSN 1988-8996). Disponível em: <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/992/1700>. Acesso em: 13 jan 2019.
- [55] VIEGAS, S. C.; VIEGAS, S. C. ENSINO HÍBRIDO: USO DE ARDUINO PARA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA ATRAVÉS DA PROPOSTA DE SALA DE AULA INVERTIDA. EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM REVISTA -RS, Rio Grande, v. 1, n. 1, p. 168-182, 19 julho 2018. ISSN 1518-8221. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Silvio_Viegas/publication/327142037_EDUCACAO_MATEMATICA_EM_REVISTA-RS_ENSINO_HIBRIDO_USO_DE_ARDUINO_PARA_CONSTRUCAO_DE_CONHECIMENTO_EM_CIENCIAS_E_MATEMATICA_ATRAVES_DA_PROPOSTA_DE_SALA_DE_AULA_INVERTIDA_Hybrid_Teaching. Acesso em: 10 jan 2020.
- [56] WEDLING, M. Sensores, 2010. Disponível em: <https://www.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>. Acesso em: 14 janeiro 2020.

ANEXOS

ANEXO A

1 SOBRE OS COMPONENTES E SOFTWARES USADOS

1.1 Sobre produto educacionais em programas de mestrado

Acerca de um produto educacional que é implementado nos programas de mestrado profissional no Brasil, Pasqualli Vieira e Castaman, destacam a sua importância quando dizem:

[...] O produto educacional, que caracteriza o Mestrado Profissional em Ensino, também o diferencia do Mestrado Acadêmico, uma vez que não tem como pressuposto a pesquisa, nem formar pesquisadores, apesar da pesquisa integrar a etapa de construção do produto. Ribeiro (2005), destaca diferenças entre os mestrados, ressaltando que o acadêmico forma, a longo prazo, um pesquisador e o profissional tem como perfil do egresso a localização, o reconhecimento, a identificação e a utilização da pesquisa de forma a agregar valor em suas ações. Assim, há a inserção na pesquisa, porém no intuito de que o mestrando possa compreendê-la e saber empregá-la. (PASQUALLI, VIEIRA e CASTAMAN, 2018, p. 110).

Em 2009, a Portaria Normativa N^o 07/2009 da CAPES (EDUCAÇÃO, 2009) abordou a concepção de Mestrado Profissional com orientações, normas e objetivos para credenciamento e avaliação. Nesse mesmo ano, essa Portaria foi revogada pela Portaria Normativa n^o 17, de 28 de dezembro de 2009 (EDUCAÇÃO, 2009) que dispôs sobre o Mestrado Profissional

no âmbito da Capes. Em 23 de março de 2017, a partir de publicação da Portaria n o 389 /2017 da CAPES (EDUCAÇÃO, 2017), a Portaria Normativa nº 17/2009 da CAPES ((EDUCAÇÃO, 2009), foi revogada e foi instituída, no âmbito da Pós Graduação Stricto Sensu, as modalidades de Mestrado e Doutorado Profissional. Entre os objetivos deliberados por esta Portaria estão:

Art. 2º São objetivos do mestrado e doutorado profissional: I - capacitar profissionais qualificados para o exercício da prática profissional avançada e transformadora de procedimentos, visando atender demandas sociais, organizacionais ou profissionais e do mercado de trabalho;

II - transferir conhecimento para a sociedade, atendendo demandas específicas e de arranjos produtivos com vistas ao desenvolvimento nacional, regional ou local;

III - promover a articulação integrada da formação profissional com entidades demandantes de naturezas diversas, visando melhorar a eficácia e a eficiência das organizações públicas e privadas por meio da solução de problemas e geração e aplicação de processos de inovação apropriados; e

IV - contribuir para agregar competitividade e aumentar a produtividade em empresas, organizações públicas e privadas.

Art. 3º Os títulos de mestres e doutores obtidos nos cursos profissionais avaliados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes, reconhecidos pelo Conselho Nacional de Educação - CNE e homologados pelo Ministro de Estado da Educação, terão validade nacional.

Art. 4º A Capes terá o prazo de 180 dias para regulamentar e disciplinar, por meio de portaria, a oferta, a avaliação e o acompanhamento dos programas de mestrado e doutorado profissional.

Art. 5º Fica revogada a Portaria N° 17 de 28 de dezembro de 2009.

Art. 6º Esta Portaria entra em vigor na data da sua publicação. (EDUCAÇÃO, 2017, p. np).

1.2 Softwares utilizados

IDE do Arduino

A placa recebe o código de programação por meio de uma IDE, que é um software que permite a criação de sketches para as placas. A linguagem de programação é modelada a partir da linguagem Wiring. Quando pressionado o botão upload da IDE, o código escrito é traduzido para a linguagem C e é transmitido para o compilador avr-gcc, que realiza a tradução dos comandos para uma linguagem que pode ser compreendida pelo microcontrolador.

A IDE apresenta um alto grau de abstração, possibilitando o uso de um microcontrolador sem que o usuário conheça o mesmo, nem como deve ser usado os registradores internos de trabalho.

A IDE possui uma linguagem própria baseada na linguagem C_{++} .

O Ciclo de programação do Arduino pode ser dividido da seguinte maneira:

- Conexão da placa a uma porta USB do computador;
- Desenvolvimento de um sketch com comandos para a placa;
- Upload do sketch para a placa, utilizando a comunicação USB.
- Aguardar a reinicialização, após ocorrerá à execução do sketch criado.

A partir do momento que foi feito o upload, o Arduino não precisa mais do computador: o Arduino executará o sketch criado, desde que seja ligado a uma fonte de energia.

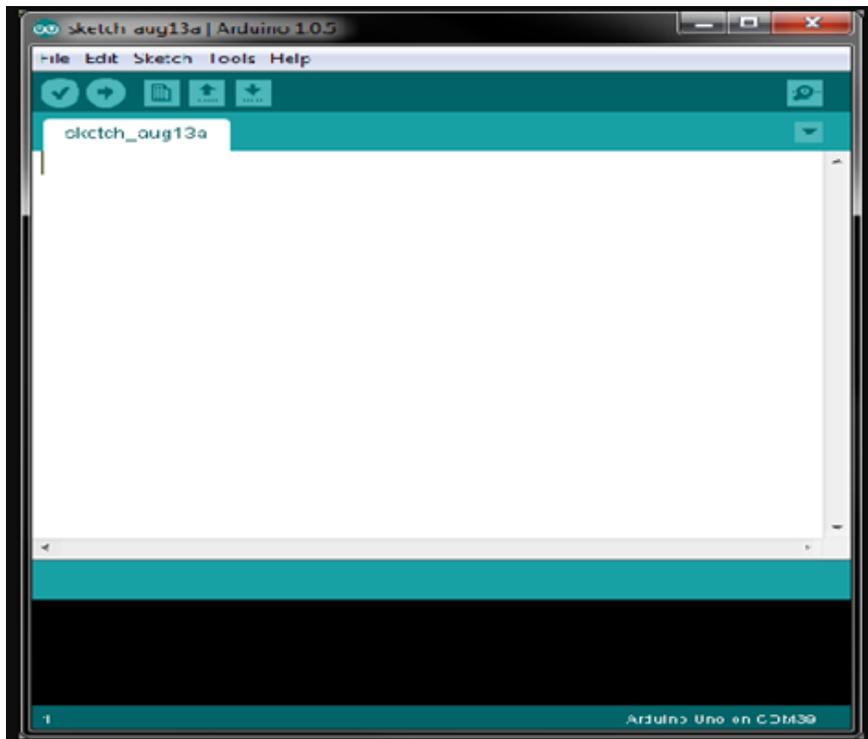


Figura 5.1: Ambiente de programação do Arduino

Fonte. Disponível em : https://www.robocore.net/upload/tutoriais/20_img_1_H.png?613

O IDE é dividido em três partes: A Toolbar no topo, o código ou a Sketch Windows no centro, e a janela de mensagens na base, conforme é exibido na figura 5.1.

Na Toolbar há uma guia, ou um conjunto de guias, com o nome do sketch. Ao lado direito há um botão que habilita o serial monitor. No topo há uma barra de menus, com os itens File, Edit, Sketch, Tools e Help. Os botões na Toolbar fornecem acesso rápido às funções mais utilizadas dentro desses menus. Abaixo são identificados os ícones de atalho da IDE:

- Verify: Verifica se existe erro no código digitado.
- Upload: Compila o código e grava na placa Arduino se corretamente conectada;
- New: Cria um novo sketch em branco.
- Open: Abre um sketch, presente no sketchbook.
- Save: Salva o sketch ativo.
- Serial monitor: Abre o monitor serial.

Os demais comandos presentes na barra de menus podem ser consultados através do menu Help.

Após a conexão do Arduino ao computador, é atribuída a placa uma COM. A primeira vez que o programa Arduino for executado deve-se selecionar o modelo de placa utilizado, no nosso caso escolheremos Arduino Uno. Este Software da IDE pode ser obtido gratuitamente acessando o site <https://www.arduino.cc/>

Como já foi mencionado no capítulo 1, a IDE é uma plataforma que utiliza como linguagem de programação, a linguagem C ou C++. Ao ser instalado o software procura uma porta serial do tipo COM para se comunicar com o Arduino. Ela está disponível para Download em <https://www.arduino.cc/en/main/software>

Área de programação do Scratch

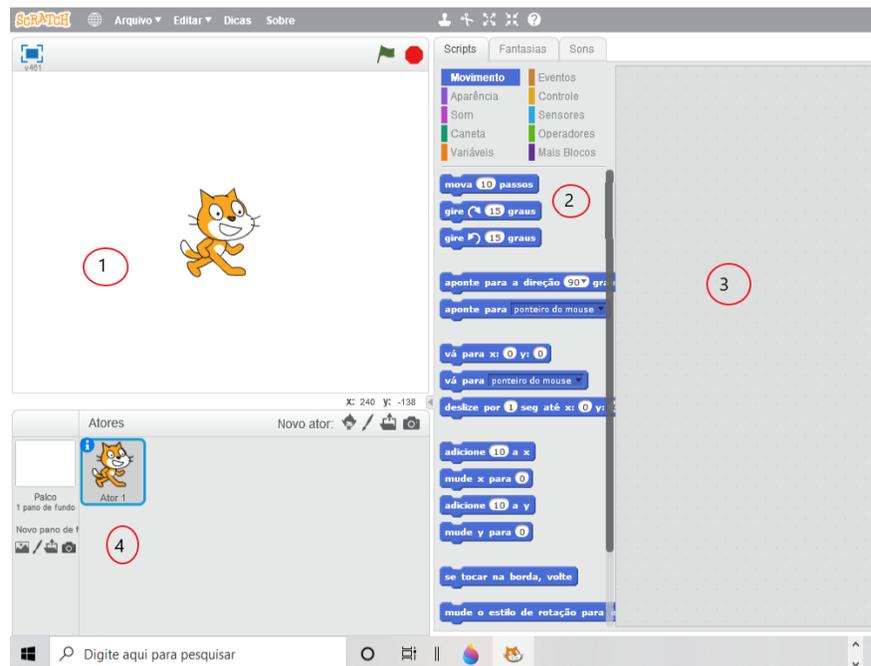


Figura 5.2: Ambiente de programação em bloco do scratch para criação de jogos
Fonte. Própria do autor

Sendo dividido em 4 etapas que desempenham as seguintes Funções:

1 - Área de visualização: é o local em que se observa o resultado da programação criada, dito palco, onde as coisas acontecem. Aqui ocorrem todas as ações visuais e sonoras programadas pelo usuário, desde movimentações, sons, interações, exibição de valores e assim por diante.

2- Paleta de comandos: esta área é subdividida em 3 subáreas, a saber:

A - Acima existem 3 abas: Scripts (área onde escolhemos os blocos para construção dos roteiros); Fantasias (área onde podemos editar a forma como os personagens são exibidos); e, Sons (área onde podemos incluir e editar os sons disponíveis para o nosso projeto). O SCRATCH disponibiliza uma grande biblioteca, contendo diversas fantasias e sons, ele também possibilita que personagens e sons possam ser importados do computador, câmera e outros.

B - São os agrupamentos dos blocos disponíveis no SCRATCH. Esta área possui dez caixas com diferentes tipos de comandos: (no ambiente on-line, possui 9 caixas), para facilitar a memorização e a identificação da localização dos demais blocos cada tipo de comando tem

uma cor específica, cada bloco de comando possui sua própria característica, eles são divididos da seguinte forma: movimento, aparência, som, caneta, variáveis, eventos, controle, sensores, operadores e mais blocos.

C - São os elementos básicos de programação no SCRATCH - os blocos de comandos derivados de cada bloco de comando. É necessário arrastar e agrupá-los na área de Scripts (3) (preste atenção nas variações de formato) construímos o algoritmo que dá ação aos nossos projetos.

3 - A área de Recursos ou de Scripts é para onde são arrastados os blocos de comandos que serão utilizados e onde se realiza a importação de trajes e sons para os atores. É a área onde, de fato, construímos nossos códigos. Basta arrastar os blocos desejados para essa área e começar a criar o roteiro de cada ator ou do palco.

4 - Nesta área, ficam os objetos (personagens, palcos, cenários) usados na animação. O objeto selecionado nessa área poderá reagir aos comandos arrastados para a área de recursos ou scripts pelo usuário. São os personagens da nossa grande peça. Cada personagem é programado individualmente, mas é possível - e recomendável - programar interações entre eles. Cada ator adicionado já é incluído no palco, possibilitando que grandes criações possam ser desde animações simples e a jogos.

Baseada na linguagem Scratch o Hackeduca faz a conexão entre o arduino e Scratch, possibilitando o controle das entradas e saídas do arduino, além de programá-lo, há a possibilidade de se fazer animações. Essa plataforma está disponível o site em <https://www.hackeduca.com.br/>. Fazendo o Download no seu computador

1.3 Site de construção de circuito

Tinkercad

O Tinkercad é uma ferramenta online de design de modelos 3D em CAD e também de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais, desenvolvida pela Autodesk. Por ser gratuito e fácil de usar, encontramos nele uma oportunidade de ensino de Programação Embarcada, visto que a primeira barreira encontrada pelos alunos é a de não possuir os componentes e o microcontrolador em mãos.

No canto direito, são encontrados os componentes, assim como circuitos pré-montados. Logo acima o botão “Code”, que abre a interface onde é realizada a programação, tanto em blocos como em texto, dos microcontroladores utilizados no projeto (inclusive mais de um simultaneamente). Para conferir o funcionamento do circuito, basta pressionar o botão “Start Simulation”.

A ferramenta conta com a simulação de circuitos analógicos e digitais, com uma vasta gama de componentes (resistores, capacitores, indutores, chaves, botões, potenciômetros, circuitos integrados, protoboard, multímetros, gerador de funções, osciloscópio, etc.), portanto podemos montar tanto nossos circuitos elétricos quanto programar os microcontroladores.

Usando o Site <https://www.tinkercad.com/dashboard> , esse site possibilita a montagem e a simular circuitos, existem alguns circuitos que no Tinkercad não há possibilidade de simulação.

Fritzing

Outro software utilizado também é o fritzing. O Fritzing é uma iniciativa de hardware open-source multiplataforma, que foi desenvolvida nos laboratórios da Universidade Aplicada de Potsdam, na Alemanha. O software é destinado a criação de esquemas e diagramas eletrônicos, prototipagem e layout de placas de circuito impresso(PCB) usado com placas Arduino, Raspberry pi e BeagleBone.

Porque usar o Fritzing?

Com esse software, conseguimos criar nossos diagramas eletrônicos muito mais rápido do que se fossemos desenhar e a impressão visual dele é bem fiel ao resultado final. E o melhor de tudo é, que desenvolver nosso modelo no protoboard, é possível no Fritzing fazer a geração automática do desenho em um diagrama elétrico e até em um layout de PCB. Com isso, temos um ganho de tempo, aumento de produtividade e além do mais, nos permite imprimir parte do circuito de uma maneira bem mais profissional.

Conhecendo o Fritzing

Ao abrir o programa, temos uma visão geral do software. Podemos destacar que no Fritzing possui algumas abas. E dentro dessas, há a aba Welcome onde são mostradas algumas informações como os esboços criados recentemente e algumas notícias referente ao projeto Fritzing. Nas outras abas encontramos o Protoboard, Esquemático, PCB e o Código, que

iremos explorar mais adiante. No lado direito, temos uma paleta de componentes, com os mais variados tipos de componentes e módulos, como mostra a imagem a seguir:

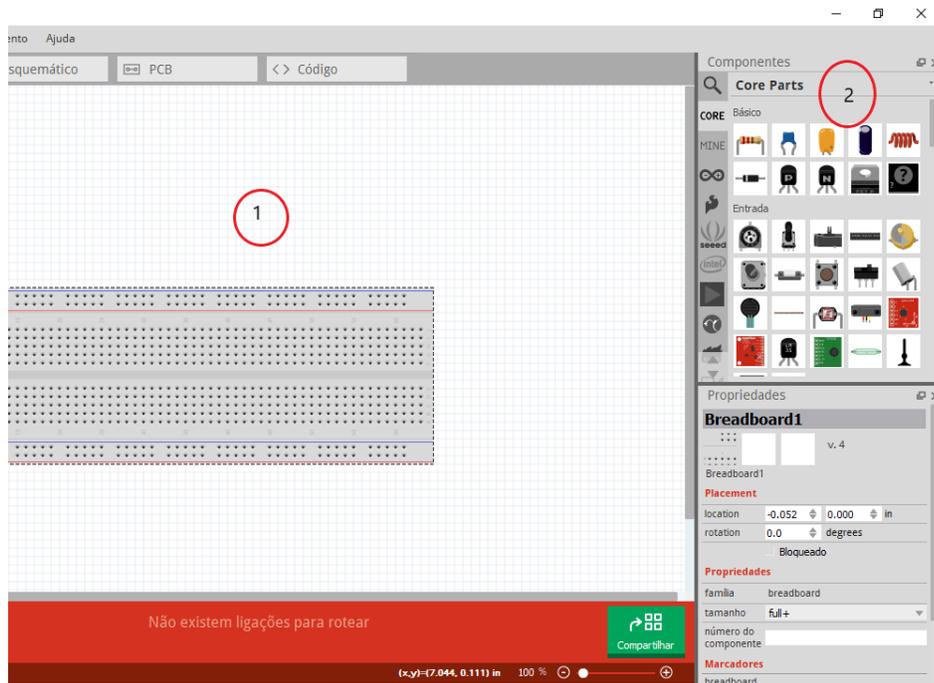


Figura 5.3: Ambiente de Construção do circuito elétricos no Fritzing Fonte. Própria do autor

Onde podemos observar:

Parte 1 - É a área de montagem do circuito;

Parte 2 - É a área donde se obtêm os componentes eletrônicos a serem utilizados na montagem do circuito

O software do Fritzing está disponível em <https://fritzing.org/download/> gratuitamente

ANEXO B

2 PRODUTO EDUCACIONAL



JOSIAS AMARAL DE ANDRADE FILHO

PRODUTO EDUCACIONAL

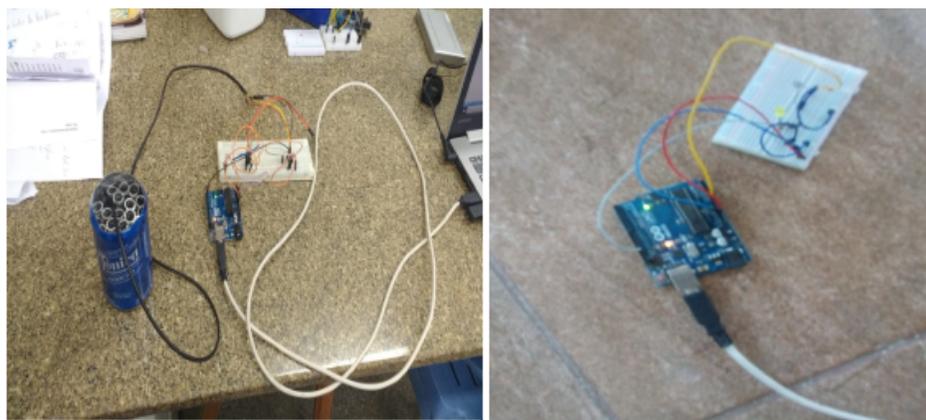
Sequência Didática

Manaus- AM

2020



JOSIAS AMARAL DE ANDRADE FILHO



SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA VERIFICAÇÃO DO CALOR ESPECÍFICO E MEDIÇÃO DA TENSÃO E RESISTÊNCIA NO SENSOR LDR, BASEADA NO ENSINO HÍBRIDO, COM O USO DO ARDUINO

Produto educacional baseado na dissertação:

ARDUINO: UMA ALTERNATIVA PARA AULAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA, AUXILIADA PELO O ENSINO HÍBRIDO

Orientador: Prof. Dr. Márcio Gomes da Silva

MANAUS – AM

2020

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Apresentação

Caro professor!

Este trabalho procura apresentar a você uma estratégia na aplicação de uma metodologia baseada no modelo do ensino Híbrido, tendo como suporte na sua aplicação a utilização de placas de um microcontrolador, o arduino, juntamente com plataformas para a construção e simulação de circuitos, bem como para desenvolver programação. Objetivando proporcionar uma melhor aquisição dos conceitos científicos, também dando ao aluno uma possibilidade de uma inclusão digital.

O produto aqui exposto, proporciona ao aluno uma maior autonomia na construção do seu conhecimento, otimiza em grande escala a interação entre eles, além de promover a sua criatividade. Foi utilizado o modelo de ensino híbrido na forma de rotação de laboratório para desenvolver de forma física e virtual dois experimentos: Determinação do calor específico do alumínio usando a lei do Resfriamento de Newton e a lei do equilíbrio térmico, e as medições da tensão e resistência no sensor Ldr.

O produto é composto de uma Sequência Didática onde são descritas as etapas das atividades a serem desenvolvidas em cada ambiente de aprendizagem, e o sentido de rotação dos alunos nos mesmos.

A sequência didática também destaca dois aparatos experimentais utilizados para determinar o calor específico do alumínio e a medidas das tensões e resistências em um sensor que possui um semicondutor, o Ldr. Possui também os links necessários para obter as plataformas para a programação do arduino e para a construção e simulação de circuitos.

Espera-se que o produto educacional aqui abordado possa ser de grande utilidade para o professor na melhoria no preparo de suas aulas trazendo benefícios tanto na parte didática do professor como ao aprendizado do aluno.

2.1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais o ensino híbrido tem se tornado uma das metodologias mais difundida no meio educacional, pois ela realiza uma mesclagem do ensino online e off-line. Para Mariana Neta, o ensino híbrido é tido como um transformador de aspectos do processo educacional.

Com a utilização do ensino híbrido, é possível transformar aspectos do processo educacional, retirar a figura do professor como centro do conhecimento e primeira fonte de informação, além de viabilizar ao estudante o protagonismo do seu aprendizado, em que ele assume uma postura mais participativa e coerente com a autonomia estudantil e a ampliação do pensamento crítico, a fim de correlacionar o que está em estudo com as situações da vida real. (NETA e CAPUCHINHO, 2017, p. 152).

Este produto traz como referencial a concepção do construcionismo Idealizado por Seymour Papert. O Construcionismo postula que o aprendizado ocorre especialmente quando o aprendiz está engajado em construir um produto de significado pessoal. Para Nunes e Santos:

[...] o aluno, usando o computador, visualiza suas construções mentais relacionando o concreto e o abstrato por meio de um processo interativo favorecendo a construção do conhecimento. (NUNES e SANTOS, 2013, p. 3)

Com o objetivo de:

- Colaborar para que professores de física do Ensino Médio possam melhorar suas práticas educacionais ao aplicar o Arduino com programação na plataforma Scratch como ferramenta pedagógica, potencializando o uso de metodologias ativas
- Utilizar o ensino híbrido como estratégia para desenvolver e acompanhar os projetos dos estudantes, visando uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem, mais participativa e colaborativa.

Para proporcionar ao aluno uma aula onde ele possa ter maior autonomia na construção do seu conhecimento, este produto educacional traz o uso da metodologia híbrida com a utilização de um microcontrolador, o arduino, para desenvolver conceitos sobre a física térmica na medição do calor específico do alumínio utilizando a lei do resfriamento de Newton

(PIMENTEL e DINIZ, 2013) e a lei do equilíbrio térmico e também sobre a Lei de Ohm na medição da resistência e da tensão sobre o semicondutor do sensor Ldr.

Utilizando o modelo híbrido de rotação de laboratório foram idealizadas, para um total de 20 alunos, uma série de 10 aulas utilizando os laboratórios de informática e de ciências da escola, para a para cada ambiente educacional foram desenvolvidas práticas, tanto virtuais quanto físicas, correlacionadas em sequência onde culminam com as medições do calor específico e também na verificação da tensão e resistência no sensor LDR.

As atividades devem seguir as seguintes orientação em sua rotação

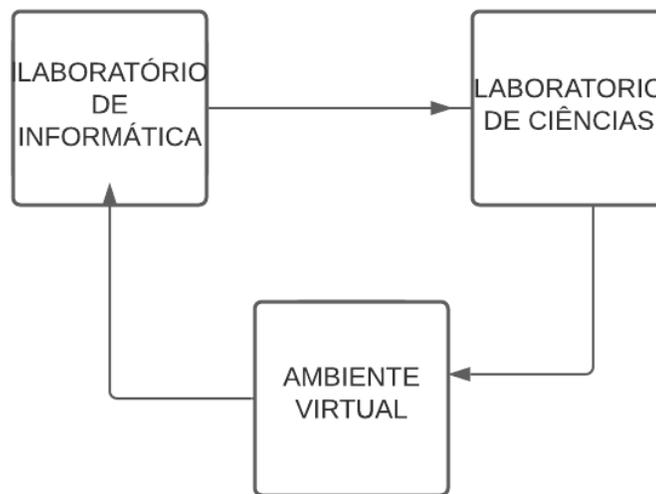


Figura 5.4: Sentido de Orientação das atividades nos Ambientes Educacionais
Fonte. Própria do autor

2.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Planejamento das Atividades

O planejamento das atividades se constitui uma das fases mais importante do processo ensino aprendizagem, nesse caso o professor, partindo dos objetivos, planejará a atividade onde se consiga obter o melhor resultado possível, que seria a aquisição dos conceitos físicos. Antes de propor o tema para os seus alunos, o professor deverá preparar o espaço educacional para receber os alunos, de modo que eles possam desenvolver as atividades com êxito.

Quando se fala em preparar o ambiente educacional, quer se dizer que o professor deve:

- Instalar nos computadores do laboratório de informática todos os programas necessários que são para a realização das atividades
<https://www.hackeduca.com.br/download/> (Hackeduca)
<https://www.zwodnik.com/software/windows/fritzing/> (Fritzing)
<https://www.arduino.cc/en/guide/windows> (IDE Arduino)
<https://www.tinkercad.com/learn/circuits> (Site Tinkercad)
- Criar uma sala de aula no Google Classroom e compartilhar com os alunos o código da sala para que eles possam fazer parte da sala onde o professor compartilhará conteúdo com os alunos.
- Postar as atividades previamente no AVA (Google Classroom)
- Separar os materiais para o uso dos alunos.
- Preparar os materiais no laboratório de ciências para a utilização dos grupos para realizarem nos experimentos

Espaço Educacional I – Laboratório de informática



- **Aula 1 (60min)**

Tema: avaliação prévia dos conceitos e a apresentação do projeto aos alunos.

Objetivo específico:

1 - Verificar as competências e as habilidades prévias dos alunos sobre os conceitos de calor e semicondutores.

Recursos:

Computadores, Datashow e Aula explicativa

Conteúdo: Levantamento do conhecimento prévio dos alunos sobre Física térmica, condutividade e Semicondutividade.

Estratégia: Será aplicado um questionário com perguntas abertas e fechadas incluindo vários pensamentos do senso comum (a elaboração do questionário ficaria a critério do Professor).

Questionário Preliminar

Tem como objetivo fazer um apanhado dos conhecimentos dos alunos sobre sensores da física moderna (efeito fotoelétrico), condução térmica e eletricidade.

*Obrigatório

Questão 1 - Na transferência de calor, ocorre transferência de energia térmica entre os corpos desde que haja uma diferença de temperatura entre eles. Em certas situações, mesmo não havendo o contato físico entre os corpos, é possível sentir que algo está mais quente, como quando se chega perto do fogo de uma lareira. Assim, concluímos que de alguma forma o calor emana desses corpos "mais quentes" podendo se propagar de diversas maneiras De que formas ou maneiras esse processo acontece? justifique.

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 2 - Os materiais que são capazes de conduzir o fluxo de calor mais facilmente, são classificados de:

- a) Isolantes térmicos, pois conduzem o fluxo de calor de forma linear
- b) Condutores térmicos, pois o fluxo de calor se propaga de forma mais rápida
- c) Semicondutores térmicos, pois conduzem o calor de forma ideal

Questão 3 – Considere a seguinte situação: Em uma geladeira existem dois recipientes feitos de materiais diferentes, uma garrafa vidro de refrigerante e outra, uma lata, também de refrigerante. Ao tocá-las, se sente que a lata de refrigerante está mais fria

que a de vidro, mas ambas estão a mesma temperatura, que seria a temperatura do congelador. Esse fato se deve a que fator físico? Justifique.

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 4 – As leis da termodinâmica garantem que um sistema térmico está em equilíbrio quando todos os seus elementos atingirem a mesma temperatura, que chamamos de temperatura de equilíbrio térmico, por exemplo, ao misturarmos uma certa quantidade de água a uma temperatura alta com uma outra quantidade também de água a uma temperatura baixa, depois de um certo tempo as duas massas de água atingem uma temperatura intermediária. Para que esse processo aconteça, o que deverá ocorrer.

- a) As duas massas transferem fluxo de calor entre si
- b) Espontaneamente a massa de temperatura mais alta transfere fluxo de calor para a massa de temperatura mais baixa
- c) Espontaneamente a massa de temperatura mais baixa transfere fluxo de calor para a massa de maior temperatura

Questão 5 - No mundo atual observamos que vários objetos podem ser controlados por meio de sensores. Exemplo: ao entrarmos em um shopping as portas se abrem, áreas que são iluminadas pela ativação de sensores que detectam a presença da pessoa. Na sua concepção o que seria um sensor e como eles atuam?

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 6 - Um semicondutor é um material que se encontra entre dois extremos de condutividade elétrica: a situação de isolante e de condução. Em outras palavras, os semicondutores possuem uma capacidade de condução elétrica que é inferior à de um condutor metálico, mas que também é superior à de um elemento isolante. Esses materiais, por possuírem essas características, são utilizados na fabricação dos seguintes dispositivos:

- a) Na fabricação de sensores
- b) Na produção de geradores elétricos
- c) Fabricação de plásticos resistentes

Questão 7 - De forma simples, a Internet das Coisas trata de objetos conectados entre si pela rede, que trocam informações para facilitar ou criar diversas ações. Para isso acontecer há um conjunto de fatores. Essencialmente, há três componentes que precisam ser combinados para que uma aplicação funcione dentro do conceito de Internet

das Coisas, são eles: os dispositivos, a rede e um sistema de controle. Da lista abaixo quais se encaixam nessas categorias, respectivamente? *Esta pergunta é obrigatória

- a) Geladeiras, internet e microcontroladores
- b) Wi-fi, microchip e televisão
- c) Lâmpada, microcontroladores e bluetooth

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 8 - O Arduino é uma plataforma open source de prototipagem, o programa é uma multiplataforma totalmente flexível e de fácil utilização. Ele foi desenvolvido para aqueles que estão interessados em criação de objetos ou em ambientes com interação, onde o Arduino é utilizado para a interação entre as partes mecânicas e motoras com os objetos eletrônicos envolvidos. Inicialmente, o Arduino foi criado para fins educacionais, para servir de base de projetos interativos em escolas. Na sua concepção em que o arduino pode contribuir para a melhoria da sua aprendizagem do ensino de física? Justifique.

Questão 9 - O Efeito fotoelétrico explicado por Einstein diz respeito a retirada de elétrons de um metal por meio da incidência de energia luminosa sobre esse metal. A descoberta do efeito fotoelétrico teve grande importância para a compreensão mais profunda da natureza da luz. Porém, o valor da ciência consiste não só em nos esclarecer a estrutura complexa do mundo que nos rodeia, como em fornecer os meios que permitem aperfeiçoar a produção e melhorar as condições de trabalho e de vida da sociedade. Onde você visualiza a aplicação desse fenômeno? *Esta pergunta é obrigatória

- a) Na produção de novas ligas metálicas, na construção de painéis solares
- b) Na construção capacitores
- c) Na fabricação de relés e painéis solares

*Esta pergunta é obrigatória

Questão 10 - A pressão é o resultado da aplicação de uma força sendo distribuída em uma certa área, esse fenômeno pode produzir uma mudança nos pontos de mudanças de estados físicos das substâncias, existem materiais que quanto submetidos a uma deformação, ou por vibração, ou por pressão exercida sobre ele tem a capacidade de produzir tensão elétrica, como se denomina esse fenômeno? *Esta pergunta é obrigatória

- a) Eletricidade vítrea
- b) Eletricidade resinosa
- c) Piezo eletricidade

*Esta pergunta é obrigatória

O Primeiro experimento

. Exibição de vídeos com instruções de como se utilizaria o Scratch.<https://www.youtube.com/watch?v=poLuoL4nVCE>

Obs. Desta aula todos os grupos participaram.

Referências

● **Aula 2 (60 min)**

Tema: Entendendo a Ide do Arduino e a estrutura do microcontrolador Arduino

Objetivos:

- 1 - Compreender a estrutura e o funcionamento do Arduino.
- 2 - Entender a lógica de programação utilizada pela plataforma Arduino, C++

Conteúdo: funcionamento do Arduino.

Recursos.

Serão utilizados Computadores, Componentes de mídia como Datashow e software.

Estratégia:

Exibição de vídeos sobre a aplicação da linguagem, a estrutura e o funcionamento do Arduino.

https://www.youtube.com/watch?v=o0Wuq_Nazig&t=23s

Atividade: Desenvolver na Ide do arduino um programa para acender um Led e postar no AVA.

Obs. Nesta aula participaram todos os grupos.

Referências.

● **Aula 3 (60min)**

Tema: Construção Virtual dos circuitos usando o Fritzing e o Tinkercad

Objetivo:

- 1 - Desenvolver virtualmente circuitos usando o site de Tinkercad e o Fritzing.
- 2 - Usando o sensor Ldr e o LM35, entender o que é um divisor de tensão realizando medidas no próprio Tinkercad.

Conteúdo: construção de circuitos elétricos utilizando plataforma de construção Tinkercad.

Recursos:

Laboratório de informática, Computadores e softwares.

Estratégias:

Realizar atividades de simulação nos Software Tinkercad.

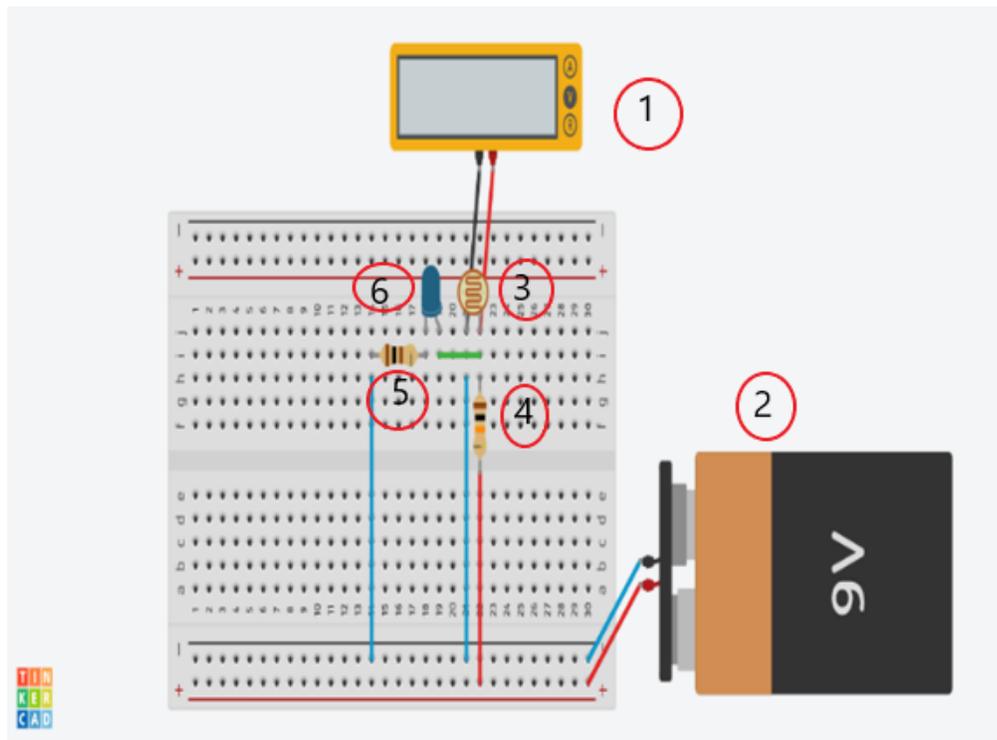


Figura 5.5: Circuito e a ser montado pelos alunos no Tinkercad com o sensor Ldr.
Fonte. Própria do autor

Componentes:

1-Multímetro

2- Bateria de 9 V

3 Sensor Ldr

4 - Resistor de 10 K Ω

5- Resistor de 100 Ω

Usando sensor LM35 temos o seguinte circuito

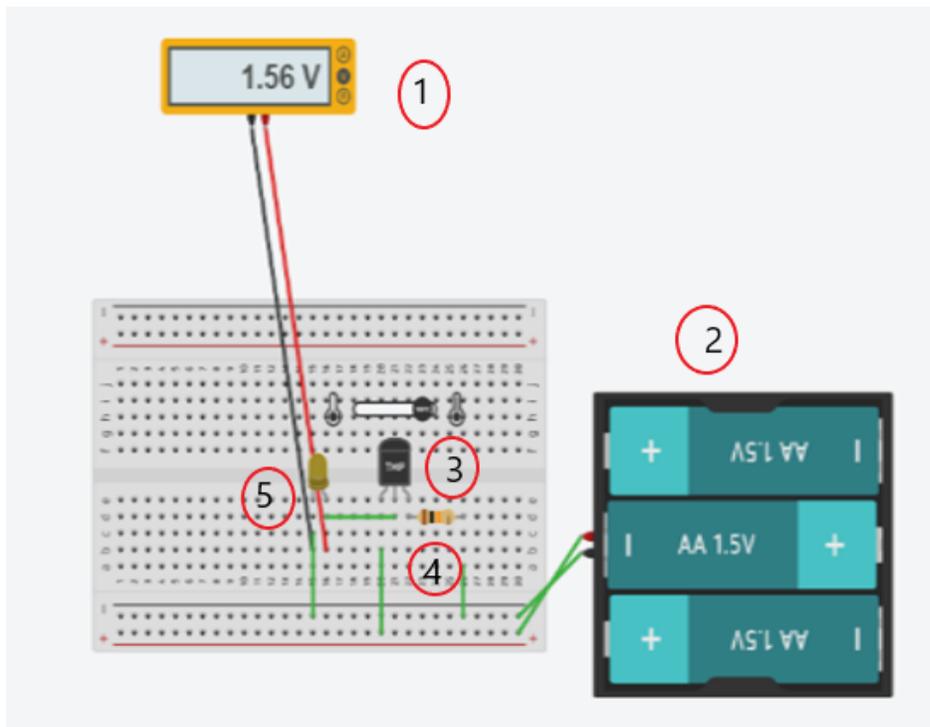


Figura 5.6: Circuito a ser construído no Tinkercad pelos alunos usando o Sensor LM35 sem a placa de Arduino.

Fonte. Própria do autor

Componentes:

- 1 - Multímetro
- 2 - Três pilhas pequenas
- 3 - Sensor Lm35
- 4 - Resistor de

Atividade.

Postar o circuito idealizados no Ambiente Virtual.

Obs. Participou desta atividade o grupo 1 e 2 na primeira rotação e na segunda rotação os grupos 3 e 4.

● **Aula 4 (60 min)**

Tema: Aplicando ao Arduino e programando.

Objetivo:

- 1 - Construir os circuitos idealizados pelos alunos nas plataformas Tinkercad e Fritzing incluindo o arduino.

2 - Usando as plataforma Hackeduca e a Ide do Arduino programar as placas para controlar os sensores utilizados.

Conteúdo: medição do calor específico do alumínio.

Fotoresistividade no sensor LDR.

Recursos:

Laboratório de informática, software Fritzing Ide do Arduino e AVA.

Estratégia:

Desenhar os circuitos nos softwares, incluindo a placa de Arduino. Escrever o programa na linguagem C++ para o circuito lm35, incluindo o sensor DS18B20 e na plataforma Hackeduca para o sensor LDR.

Atividade:

Postar no Ambiente Virtual os Programas escritos pelos alunos.

Obs. Na primeira rotação participaram os grupos 1 e 2 e na segunda rotação os grupos 3 e 4.

Espaço Educacional II – Laboratório de Ciências



Este momento será a aplicação física daquilo que os alunos construirão virtualmente, em conjunto com a coleta de dados por eles obtidas. Nas duas aulas, nesse espaço, os alunos constatarão os efeitos realizados pela simulação nos softwares.

- **Aula 5 (60 min)**

Tema: Verificando os Fenômenos Físicos e as Medidas utilizando os circuitos idealizados.

Objetivo:

Constatar por meio da construção física dos circuitos por eles idealizados a evidência dos fenômenos da Fotoresistividade (LDR) e da variação da tensão usando em função da temperatura (LM35).

Conteúdo:

A termo resistividade no sensor LM35 e Ds18B20. Verificação da Fotoresistividade no sensor LDR.

Recursos:

Laboratório de ciências, Kit de Arduino Multímetro, pilhas e baterias de 9 V.

Estratégia:

Usando uma cópia dos circuitos feitos pelos alunos, montarão um protótipo dos circuitos.

Em outro momento, os alunos aplicarão as simulações por eles realizadas

Atividade:

Gravar um vídeo de todo o processo e postar na AVA.

Obs. Na primeira rotação participaram 3 e 4 na segunda rotação os grupos 1 e 2

- **Aula 6 (60 min)**

Tema: Aplicando os programas desenvolvidos no laboratório de informática com as placas de Arduino.

Objetivo:

Utilizar os programas construídos no laboratório de informática para, em conjunto com os circuitos, medir a temperatura ambiente e a variação da resistência no Ldr.

Conteúdo: Medida de temperatura.

Lei de Ohm para medir a resistência.

Recursos:

Laboratório de ciências, Kit de Arduino, Fonte de Luz e de calor, notebook (ou tablete).

Estratégia:

Criar um protótipo dos circuitos incluindo a placa de Arduino Verificar a variação das grandezas tensão e resistência nos programas.

Atividade: os Alunos deverão criar um vídeo do procedimento e postar no AVA.

- **Aula 7 (60 min)**

Tema: Dois experimentos utilizando o Arduino.

Objetivo:

1 - Aplicar a lei do resfriamento de Newton e a lei do equilíbrio Térmico para determinar o calor específico do alumínio.

2 - Utilizando os Conceitos que envolvem o sensor Ldr, criar uma animação no programa que possa corresponder ao conceito envolvido.

Conteúdo: Lei do Resfriamento de Newton e a lei do equilíbrio térmico Divisor de Tensão.

Recurso:

Laboratório de ciências, o Circuito construídos, recipiente de alumínio, pedaços de alumínio tubulado, Aquecedor elétrico, notebook.

Estratégia:

Experimentos usando seguintes roteiros:

Roteiro I

Para o cálculo do calor específico do alumínio

Para a realização do experimento serão necessários os seguintes materiais

Kit de Arduino

Sensor Lm35

Sensor DS18B20

Uma Lata de refrigerante de alumínio 350 *ml*

20 Pedaços de alumínio tubulado de 10 *cm*

Aquecedor elétrico

Circuito

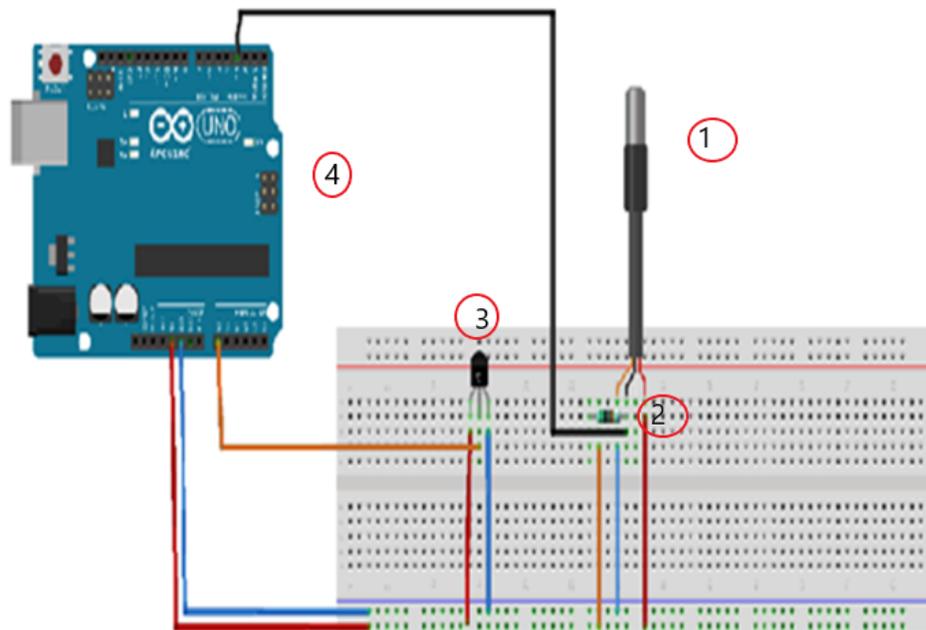


Figura 5.7: Circuito utilizado para a determinação do calor específico do alumínio Fonte. Própria do autor

Componentes:

- 1 - Sensor de temperatura Ds18b20
- 2 - Resistor $5\text{ k}\Omega$
- 3 - Sensor de Temperatura Lm35
- 4 - Placa de arduino

Procedimentos:

- 1 - Medir as massas do recipiente, massa do pedaços de alumínio, e 270 g de água;
- 2 - Colocar a água no recipiente e aquecer até atingir a temperatura próxima a de fusão;
- 3 - Colocar o sensor DS18B20 para medir a temperatura e observar no monitor serial com o programa graduado para um intervalo de tempo de $1\text{ min e }30\text{ s}$;
- 4 - Quando o líquido atingir uma temperatura de acomodação que seria de aproximadamente $82\text{ }^{\circ}\text{C}$, conte um tempo de aproximadamente 9 min insira as barras de alumínio;
- 5 - A partir daí conte um tempo até completar uma hora.

Tratamento dos Dados:

1. Os dados coletados pelo monitor serial deverá ser transportado para uma planilha do EXCEL para construir os gráficos o obter as curvas antes e depois de inserir as barras de alumínio;
2. Após inserir os dados no EXCEL encontrar por meio de ajuste de curva as equações antes e depois de inserir os pedaços de alumínio;
3. Após encontrar as equações, obter as Temperaturas antes e depois de inserir os pedaços de alumínio;
4. Usar a lei do equilíbrio térmico dada pela equação 3.4, para determinar o calor específico do alumínio;

$$c_{Al} = \frac{-M_a(T_q - T_f)c_a}{M_m(T_f - T_q) - M_r(T_q - T_f)}$$

5. Com os resultados obtidos comparar com os valores da literatura existente atualmente.

Roteiro II

Para a verificação da tensão e resistência no Ldr

Para realizar os seguinte experimento se faz necessário os seguintes materiais:

- 1 - Circuito idealizados pelos alunos
- 2 - Kit de arduino
- 3 - Programa criado pelos alunos
- 4 - Fonte de luz
- 5 - Notebook

Circuito;

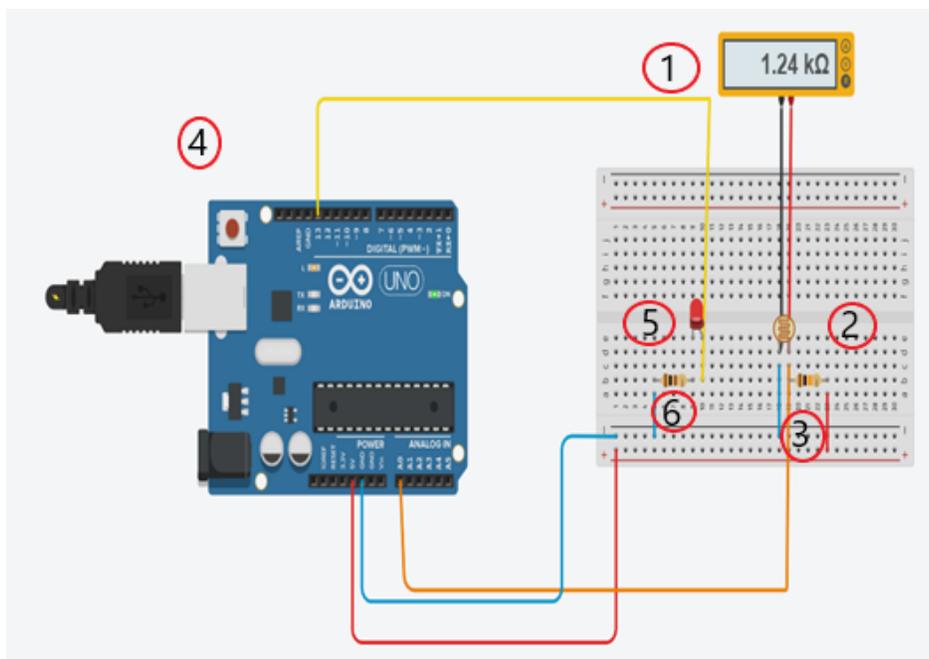


Figura 5.8: Circuito a ser construído para a utilização no experimento II com o Arduino
 Fonte. Própria do autor

Componentes:

- 1 - Multímetro;
- 2 - Sensor Ldr;
- 3 - Resistor de $10\text{ k}\Omega$;
- 4 - Placa de Arduino UNO;
- 5 - Led;
- 6 - Resistor de $100\ \Omega$

Procedimentos:

- 1 - Construir o circuito usando do Arduino;
- 2 - Produzir na plataforma Hackeduca um programa que possibilite medir a tensão e a resistência no sensor LDR, em conjunto com uma animação que possa associar ao fenômeno envolvido;
- 3 - Constatar com o multímetro a veracidade das medidas Tratamentos dos dados;
- 4 - Após a montagem e construção do programa o aluno irá verificar as medidas fornecidas pelo programa com os valores do Multímetro;
- 5 - Postar no AVA o Programa por eles construído.

Em outra situação foi solicitado que os alunos incluíssem no circuito do Lm35 o sensor DS18B20 para medir a temperatura em líquidos e acrescentá-lo ao programa do LM35. Feito isso, foi fornecido um roteiro de procedimentos para determinar o calor específico do alumínio, utilizando a lei do resfriamento de Newton e a lei do equilíbrio térmico, no caso:

Atividade:

Os dados em forma de planilha deverão ser postados no AVA.

Obs. Na primeira rotação, participaram os grupos 3 e 4 na segunda rotação os grupos 1 e 2.

• **Aula 8 (60 min)**

Tema: Tratamento de dados dos dois experimentos (continuação do experimento).

Objetivo:

- 1 - Determinar, usando as leis do resfriamento de Newton e lei do equilíbrio térmico, o calor específico dos alumínio;
- 2 - Medir, por meio do sensor Ldr, a variação da tensão e a resistência nesse sensor coma variação da intensidade luminosa;
- 3 - Construir por meio da plataforma Hackeduca um programa que possa realizar uma animação que corresponda a variação da intensidade luminosa.

Conteúdo:

Lei do Resfriamento de Newton e a lei do equilíbrio Térmico.

Lei de Ohm em circuitos em Série.

Recursos:

Circuitos;

Laboratório de ciências, o Circuito construídos, recipiente de alumínio, pedaços de alumínio tubulado, Aquecedor elétrico, notebook.

Software Excel.

Estratégia:

- Com os dados coletados na aula 8, os alunos deverão criar uma planilha no Excel e construir gráficos com os dados antes e depois da imersão das barras de alumínio e encontrar as equações no Excel dessas curvas.

- Determinar por essas equações as temperaturas antes e depois da imersão das barras de alumínio.
- Usando a lei do equilíbrio barra determinar o calor específico do alumínio. Programar a placa do circuito com o sensor LDR e verificar os valores da tensão e resistência sobre o sensor.
- No programa do sensor LDR, criar uma animação que associe ao fenômeno medido (intensidade luminosidade).

Atividade:

Postar no Ambiente virtual (AVA), os Gráficos obtidos com a referidas equações e os Programas.

Obs. Na primeira rotação participaram os grupos 3 e 4 na segunda rotação os grupos 1 e 2.

Espaço Educacional III - Ambiente Virtual



Nesse momento, o aluno terá a oportunidade de realizar a postagem dos resultados no Ambiente Virtual, Isso poderá ser realizado a qualquer momento onde ele tiver acesso à internet, para isso terá disponível um espaço de duas aulas.

- **Aula 9 (60 min)**

Tema: Postagem dos resultados no Ambiente Virtual (AVA).

Objetivo: publicar no ambiente virtual os resultados obtidos nas aulas experimentais.

Recursos:

Ambiente Virtual de Aprendizagem.

Estratégia:

Usando os programas e os arquivos para a postagem no AVA os resultados obtidos.

Atividade:

Em forma de planilhas e de arquivos do programa publicar os seus resultados no Ambiente virtual.

Obs. Todos os grupos participaram desta atividade.

- **Aula 10 (60 min)**

Tema: Exposição dos Resultados aos alunos no AVA e suas respectivas avaliações.

Objetivo:

1 - Divulgar as respectivas avaliações das atividades no AVA. Recursos:

Ambiente virtual de Aprendizagem Google Classroom.

Obs. Essa aula será disponibilizada ao professor afim de corrigir as atividades e divulgar os resultados aos seus alunos.

3 CONCLUSÃO

Notamos que o produto aqui exposto traz de forma inovadora, uma estratégia que associa aulas práticas como o auxílio do ensino híbrido, em conjunto com o uso da tecnologia. É importante perceber que ela se torna bastante útil em escolas do Ensino Básico, onde se tem uma deficiência de estrutural, como por exemplo, falta de laboratórios de ciências ou de informática.

Para que esses alunos possam ser atingidos, a Sequência Didática consta de procedimentos que são desenvolvidos tanto de forma virtual quanto física, contemplando esses aspectos que são comuns nas escolas do ensino básico do nosso país. Durante a aplicação da Sequência Didática, os alunos repassaram um feedback bastante satisfatório no que diz respeito a

interação entre eles, promovendo trocas de informações para a resolução dos problemas propostos. Por outro lado mostrou-se também ser de grande eficácia para desenvolver no aluno uma maior autonomia na construção do seu conhecimento.

Ela também torna evidente o quanto faz-se necessário nos dias de hoje, que o professor promova em suas prática pedagógica a inclusão digital, dando ao aluno a oportunidade do acesso as novas tecnologias. Oportunizando o aluno no desenvolvimento da sua criatividade.

Com o uso da placa de arduino os resultados experimentais obtidos são otimizados, pois os dados coletados são de forma quase instantânea, da ordem de milissegundos, tornando possível uma coleta de uma quantidade enorme de dados.

Além das práticas mencionadas na Sequência existe uma série enorme de atividades que podem valer-se dessa estratégia, para atingir o mesmo objetivo.