

**IFSP - INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO - CAMPUS CAMPINAS  
CURSO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO EM ELETRÔNICA**

GUILHERME DAIKI YUKIMITSU

**CONSTRUÇÃO DE UM CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO  
PARA UTILIZAÇÃO EM EXPERIMENTAÇÃO REMOTO  
UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO**

CAMPINAS  
2021

**IFSP - INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO - CAMPUS CAMPINAS  
CURSO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO EM ELETRÔNICA**

**CONSTRUÇÃO DE UM CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO  
PARA UTILIZAÇÃO EM EXPERIMENTAÇÃO REMOTO  
UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO**

Orientador: Prof. Márcio André Miranda  
Coorientador: Prof. João Alexandre Bortoloti

CAMPINAS  
2021

## **Resumo**

Hoje a internet é uma ferramenta indispensável de apoio, oferecendo atividades interativas com novas formas de aprendizado e atuando como mediador na construção do conhecimento. Vários foram os ganhos pedagógicos obtidos com ela, tais como desenvolvimento de uma nova forma de comunicação e socialização, estímulo ao raciocínio lógico e desenvolvimento da autonomia. Os avanços tecnológicos possibilitaram que se trouxesse recursos para dentro da sala de aula e enriqueceram principalmente as aulas práticas dos estudantes, causando impactos positivos no ensino presencial e a distância. Considerando a importância da experiência prática na educação, a Experimentação Remota (ER) tem se destacado como ferramenta dos Objetos de Aprendizagem (OAs), pois possibilita que os alunos e interessados possam ter acesso a laboratórios virtuais com experimentos reais, utilizando os recursos de internet e de outros meios tecnológicos capazes de prover o acesso remoto. Assim, o objetivo deste trabalho é construir um calorímetro de baixo custo, associado a plataforma Arduino para controle de funções e recolhimento de dados para aplicação em experimentação remoto. A proposta metodológica é voltada para a prática experimental, a automatização de laboratórios didáticos, com vista na inovação, interdisciplinaridade e contextualização, potencializando a aprendizagem dos conceitos físico-químicos, tornando as aulas atraentes e motivadoras. Os resultados iniciais mostram que o protótipo está funcional e mostra a diferença de temperatura da experiência realizada.

**Palavras-chave:** Calorímetro; Laboratórios Virtuais; Automação; Química.

## **Abstract**

Today the internet is an indispensable support tool, offering interactive activities with new ways of learning and acting as a mediator in the construction of knowledge. Several pedagogical gains were obtained with it, such as the development of a new form of communication and socialization, stimulus to logical reasoning, and development of autonomy. Technological advances have made it possible to bring resources into the classroom and have mainly enriched the students' practical classes, causing positive impacts on both classroom and distance learning. Considering the importance of practical experience in education, Remote Experimentation (RE) has stood out as a tool of the Learning Objects (LOs), because it allows students and interested parties to have access to virtual laboratories with real experiments, using the resources of and other technological means capable of providing remote access. Thus, the objective of this work is to build a low-cost calorimeter, associated with the Arduino platform to control functions and collect data for application in remote experimentation. The methodological proposal is focused on experimental practice, the automation of teaching laboratories, with a view to innovation, interdisciplinarity and contextualization, enhancing the learning of physical-chemical concepts, making the classes attractive and motivating.

**Keywords:** Calorimeter; Virtual Labs; Automation; Chemistry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho do Protótipo Inicial	14
Figura 2: Diagrama de Blocos	15
Figura 3: Esquema Elétrico	16
Figura 4: Matriz SWOT	17
Figura 5: CANVAS	18
Figura 6: Programação	18
Figura 7: Protótipo final	20
Figura 8: Mensagem de temperatura no display	20
Figura 9: Mensagem do delta de temperatura no display	20
Figura 10: Base magnética.	21

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1: Cronograma</b>	<b>14</b>
<b>Tabela 2: Lista de Materiais</b>	<b>17</b>

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	<b>8</b>
1.1 Justificativa	9
1.2 Experimentação Remota	10
<b>2. Objetivos</b>	<b>12</b>
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivo Específico	12
<b>3. Materiais e Métodos</b>	<b>13</b>
3.1 Cronograma	14
3.2 Diagrama de Blocos	15
3.3 Esquema Elétrico	16
3.4 Lista de Materiais	16
3.5 Matriz SWOT e Modelo CANVAS	17
<b>3.6 Programação</b>	<b>18</b>
<b>4. Resultados Iniciais e Disseminação</b>	<b>19</b>
<b>Referências</b>	<b>21</b>

## 1. Introdução

As pessoas vivem um momento em que as tecnologias fazem parte do cotidiano, e são consideradas extensões do ser humano, como no caso das tecnologias vestíveis, ou mesmo, a conectividades em redes sociais virtuais (CASALEGNO, 2016). Desta forma, a ascensão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) vem tomando conta de vários setores da sociedade e um de seus grandes impactos é na educação (PASSERO; ENGSTER; DAZZI, 2017).

Hoje a Internet é uma ferramenta indispensável de apoio. A rede de computadores pode oferecer atividades interativas com novas formas de aprendizado atuando como mediador na construção do conhecimento.

Os principais ganhos pedagógicos possíveis com a internet podem ser: acessibilidade a fontes inesgotáveis de assuntos para pesquisas; páginas educacionais específicas para a pesquisa escolar; páginas para busca de software; comunicação e interação com outras escolas; estímulo para pesquisar a partir de temas previamente definidos ou a partir da curiosidade própria; desenvolvimento de uma nova forma de comunicação e socialização; estímulo à escrita e à leitura; estímulo à curiosidade; estímulo ao raciocínio lógico; desenvolvimento da autonomia; possibilidade do aprendizado individualizado; e permitindo a troca de experiências entre as pessoas.

A Internet mudou a forma de ensinar e aprender, professores e alunos trabalham o processo de aprendizagem de forma colaborativa e significativa, assim, a rede de computadores está presente no sistema educacional. Desta forma, as TICs possibilitaram a mudança no processo de ensino-aprendizagem, alterando o uso do tempo e espaço, no ensino tradicional e modificaram o comportamento dos alunos em relação às formas de aprendizagem, assim práticas de ensino tiveram que ser reformuladas enfrentando diferentes desafios (FRANCO, 2011; KINSHUK et al., 2016).

Os avanços tecnológicos possibilitaram que se traga recursos para dentro da sala de aula. Esses recursos enriqueceram principalmente as aulas práticas dos estudantes, causando impactos positivos no ensino presencial, porém estar limitado a um espaço físico para alguns pode se tornar um empecilho (NICOLETE et al., 2018).

Assim, considerando a importância da experiência prática na educação a experimentação remota (ER) se destaca como ferramenta dos Objetos de Aprendizagem (OAs), pois possibilita que os alunos e interessados possam ter acesso a laboratórios virtuais com experimentos reais,

utilizando os recursos de internet e de outros meios tecnológicos capazes de prover o acesso remoto, sendo possível operar um equipamento remotamente mesmo estando em um local distante.

### **1.1 Justificativa**

Os OAs são entidades digitais disponíveis na internet que podem ser reutilizadas várias vezes em diferentes contextos com o propósito de apoiar a aprendizagem. Os OAs podem ser criados em qualquer formato ou mídia, vão desde simples animações até complexas simulações (TAROUCO et al., 2014). Dentre os diversos OAs podemos citar: vídeos, jogos, simuladores e experimentação remota.

O vídeo é uma tecnologia que foi adaptada para ser utilizada como ferramenta no ambiente educacional, sendo um OA quase sempre presente em cursos na modalidade a distância onde são dispostos no formato de videoaulas. Este recurso permite exemplificar conteúdos com riquezas de detalhes e informações, promovendo aos alunos uma maior compreensão dos assuntos abordados. Porém, é importante ressaltar que o uso de vídeos no processo ensino-aprendizagem, deve ter relação direta com o objetivo da aprendizagem, caso contrário o emprego deste material de apoio pode perder o sentido, transformando-se em algo apenas ilustrativo e com conteúdo vago (TAÚ, 2011).

Para os alunos atuais, é possível observar a necessidade de um maior envolvimento por parte deles, como ser ativo no processo de aprendizagem, onde este deixa de ser espectador e passa a ser protagonista da sua aprendizagem. Desta forma, o professor tem o papel importante de adaptar-se a esses novos moldes, podendo utilizar nas suas práticas pedagógicas recursos como os OAs para que haja um envolvimento maior do aluno neste processo.

Os jogos vem se destacando como um OA em que há maior participação ativa dos alunos, porque o expõe a um desafio que atrai a sua atenção (MATTAR, 2010). Uma pesquisa realizada em julho de 2018 pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) em parceria com a Fundação Coppetec, da COPPE UFRJ, aponta que o uso de jogos online para o ensino da matemática aumenta em mais de 70% o interesse de jovens estudantes pela disciplina (FIRJAN, 2008). E, apesar de ser um bom recurso no processo ensino-aprendizagem, deve-se destacar que os jogos possuem um objetivo específico, que não permite muito a exploração, ficando limitado quando se tratam de ambientes que simulam a realidade.

Os simuladores projetam um cenário diferenciado e são destinados a expor o usuário para que este tenha uma experiência próxima da realidade (COMARELLA; BLEICHER, 2018). O

foco deste OA é mais direcionado ao treinamento do estudante do que o seu envolvimento em um contexto desafiador como ocorre no universo dos jogos. No âmbito educacional, a adoção de simuladores, muitas vezes por parte do professor, é devido ao fato dele perceber a necessidade de empregar em suas aulas elementos inovadores que possam contribuir na formação dos alunos. Contudo, cabe destacar que os ambientes simulados podem não transmitir a mesma sensibilidade e percepção de um ambiente real, e o professor não deve apenas limitar-se a este recurso.

Segundo Tarouco et al. (2014), os OAs podem funcionar como facilitadores da aprendizagem, além de tornarem as aulas mais estimulantes, uma vez que possibilitam uma adaptação às necessidades individuais dos alunos. Entretanto, o sucesso do seu uso fica evidente quando ocorre a aprendizagem significativa, assim o professor tem um papel fundamental na escolha do OA, este deve levar em conta aspectos, tais como: linguagem apropriada para os alunos; abordagem dos conceitos conforme o interesse deles; a veracidade e atualização das informações.

## **1.2 Experimentação Remota**

A execução prática e experimentação enriquece o processo de aprendizagem, porém para que a experimentação ocorra é necessário que o aluno tenha a sua disposição um ambiente de suporte. Este ambiente é chamado de Laboratório de Aprendizagem. Segundo Dorneles (2004), os laboratórios de aprendizagem são espaços destinados a trocas expressivas entre sujeitos que têm diferentes ritmos de aprendizagem e que contam com oportunidade de aprender de forma distinta daquela da sala de aula.

Segundo o Art. 35, § IV da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), as escolas ficam incumbidas de disponibilizar espaços físicos para a construção de laboratórios que devem fazer parte da proposta pedagógica, de modo que a sua incorporação nas disciplinas possa oportunizar a aquisição de conhecimentos e consequente melhoria na qualidade de ensino (CRUZ, 2007). De acordo com os dados do Censo Escolar de 2017, apenas 3,3% das escolas de ensino fundamental da rede municipal possuem laboratórios de ciências, na rede estadual este número sobe para 25,3%. Nas escolas de ensino médio a presença de laboratórios de ciências na rede municipal é de 28,2% e na rede estadual é de 39,2% (BRASIL, 2018).

Desta forma, a escassez de recursos nas instituições limita o contato dos estudantes com a experiência prática e as atividades que deveriam ser realizadas em um laboratório, são substituídas por demonstrações dos professores em sala de aula (SILVA, 2013). No entanto, a utilização de recursos de equipamentos de TICs tem tornado-se expressivo (BRASIL, 2018).

Elas contribuíram significativamente para o redimensionamento das estratégias de ensinar e aprender, proporcionando diferentes ferramentas de apoio ao processo de aprendizagem (AMARAL et al., 2011). Tal contribuição facilitou a disseminação de conteúdos teóricos e possibilitou que os envolvidos no processo de aprendizagem pudessem ter contato com situações de experimentação prática mesmo estando geograficamente afastados de um laboratório físico. O contato real com a experimentação prática a distância se dá por meio da ER.

Os ERs são representações de dispositivos reais interligados por circuitos atuadores, sua interação é dada através da internet. Ou seja, lidar com experimentos remotos é uma experiência real, pois estes detêm de elementos físicos que interagem por comandos virtuais. O contato com os experimentos é de forma direta e a resposta obtida é imediata.

Nos laboratórios remotos cada experimento é conectado por meio da Internet, podendo ser acessado de qualquer lugar do mundo. A interação se dá quase que em tempo real, pois fatores como a latência da rede não garantem que a simultaneidade da operação tenha um tempo real pleno, deste modo é mais adequado afirmar que as interações são realizadas em tempo online (FREITAS, 2015).

O usuário por meio do seu dispositivo com acesso à Internet pode conectar-se ao servidor Web, escolher um experimento e executá-lo. O servidor Web provê que o usuário tenha acesso ao laboratório, desta forma, o domínio dos dispositivos e a obtenção das respostas das experiências realizadas. A interface programável possui basicamente duas funções: interpretar os dados obtidos dos experimentos para que o servidor Web possa enviar para o usuário, e interpretar o comando do usuário para que ele possa ser executado no aparato experimental. Para a visualização dos experimentos, são incorporadas câmeras aos laboratórios remotos (CARDOSO & TAKAHASHI, 2011).

Segundo Pierri e Lima (2016) o contato do aluno com prática no processo de ensino/aprendizagem é fundamental. Porém, nem sempre é possível ter a disposição de um espaço físico para a realização das práticas ou até mesmo ocorre a indisponibilidade de recursos na aquisição de equipamentos para a montagem dos laboratórios. A disponibilidade dos laboratórios remotos nas diversas plataformas de compartilhamento encontradas na rede dissemina o acesso à experimentação prática. O que permite aos professores, em fase de planejamentos de suas aulas, utilizarem os ERs em atividades com os alunos potencializando o aproveitamento do aluno no processo de ensino-aprendizagem.

## **2.Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

Construir um calorímetro, utilizando materiais de baixo custo conforme proposto por Lima (2019), utilizando Arduino para controle de funções e recolhimento de dados com possibilidade de utilização em experimentação remota. A proposta metodológica é voltada para a prática experimental, bem como, a automatização de laboratórios didáticos, com vista na inovação, interdisciplinaridade e contextualização, potencializando a aprendizagem dos conceitos físico-químicos, tornando as aulas atraentes e motivadoras.

### **2.2 Objetivo Específico**

- A. Utilizar materiais de baixo custo para a construção de um calorímetro;
- B. Aplicar atividades experimentais com materiais de baixo custo;
- C. Desenvolver de um sistema para coletas de dados utilizando sensor de temperatura;
- D. Desenvolver de um sistema para transmissão dos dados coletados;
- E. Interface que permitirá ao usuário visualizar o experimento e os dados coletados;
- F. Validar o sistema desenvolvido através de testes práticos;
- G. Detalhar o circuito eletrônico utilizado para transmissão e coleta de dados

### 3. Materiais e Métodos

A proposta deste projeto é desenvolver um protótipo de um calorímetro para uso em laboratório de Ciências utilizando materiais de baixo custo e fácil aquisição. O projeto foi desenvolvido em um ambiente maker.

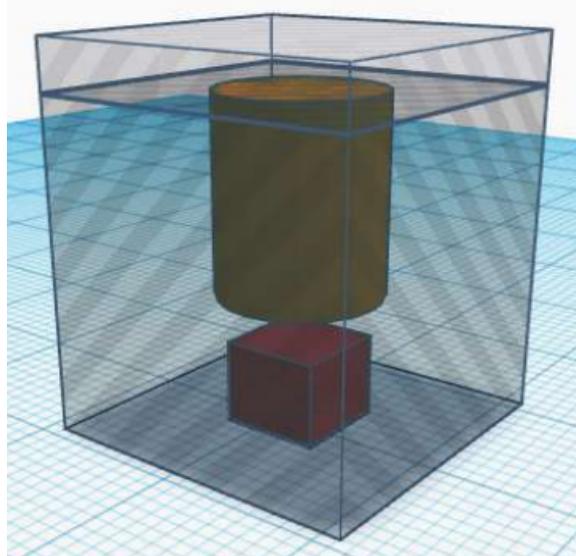
No calorímetro foram utilizados quatro retângulos em madeira nas dimensões de 173x127mm, isopor e espuma de poliuretano em quantidades suficientes para isolamento interno, frasco reagente com tampa de poliestireno de volume de 500mL, papel alumínio, termômetro de laboratório com bulbo de mercúrio, tubos de PVC e seringas para introdução de reagentes, um motor elétrico adaptado para atuar como agitador mecânico.

Para o circuito eletrônico será necessário controladores de luminosidade, Arduino (ESP 8266 NodeMCU), sistema de prototipagem, circuitos eletrônicos, display LCD, cabo USB, notebook, softwares específicos de programação para arduino, sensor de temperatura e motor.

O frasco reagente, onde serão desenvolvidas as experiências, será envolvido em papel alumínio e colocado na caixa de isopor. Em seguida, a caixa de isopor será preenchida com espuma de poliuretano. A caixa de isopor será colocada na caixa de madeira. Na tampa da caixa de madeira será feita uma abertura e adaptado um emborrachamento para fixar o termômetro, o agitador mecânico, os tubos de PVC fixados nas seringas. Após a montagem, serão realizados testes de eficiência no calorímetro para verificar a funcionalidade do equipamento: determinação da capacidade térmica e determinação da entalpia de neutralização. Os roteiros que serão utilizados para os testes de eficiência serão adaptados de Assumpção et al. (2010) conforme Lima (2019). Circuito eletrônico: O experimento será composto por um Arduino que através de um sensor de temperatura receberá os dados do calorímetro, todos os componentes que integram o circuito estarão dispostos em uma matriz de contatos. Neste projeto, além de coletar a temperatura e enviar para o usuário através de uma interface, o sistema disponibilizará através de um display LCD informações sobre o experimento.

O protótipo inicial está representado na figura 1, na qual mostra o conjunto da caixa do calorímetro, onde a caixa pequena serve para acoplar o motor (parte inferior da caixa maior) e o cilindro no meio serve para acoplar o frasco, foi utilizado o software ThinkerCad para o desenvolvimento mecânico do desenho.

**Figura 1:** Desenho do Protótipo Inicial



Fonte: Autoria Própria

### 3.1 Cronograma

Pensando em melhorar a organização do projeto foi desenvolvido um cronograma para gerenciar melhor o tempo, onde temos as atividades para serem cumpridas e o prazo para realizá-las (preenchidos com a cor amarela). O cronograma pode ser visto na tabela 1.

**Tabela 1:** Cronograma

Nº	Atividades	Meses									
		Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1	Formação do Grupo	Amarelo									
2	Tema	Amarelo									
3	Organograma e Cronograma	Amarelo									
4	Diário de Bordo	Amarelo									
5	Diagrama de Blocos	Amarelo	Amarelo								
6	Lista de Materiais		Amarelo								
7	Canvas, Swot e Esquema Elétrico		Amarelo								
8	Relatório Parcial			Amarelo	Amarelo						
9	Protótipo Inicial			Amarelo	Amarelo						
10	Testes do Protótipo Inicial			Amarelo	Amarelo	Amarelo					
11	Protótipo Final					Amarelo	Amarelo	Amarelo			
12	Testes do Protótipo Final						Amarelo	Amarelo			
13	Relatório Final								Amarelo	Amarelo	
14	Feiras e Congressos						Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo

Fonte: Autoria Própria

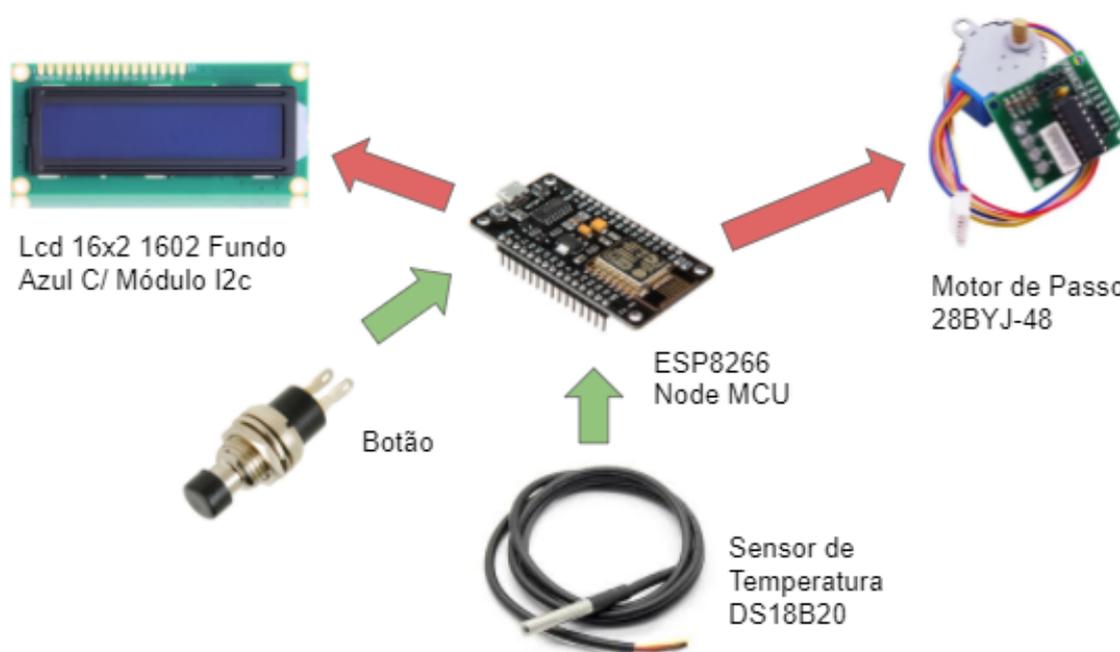
### 3.2 Diagrama de Blocos

Para desenvolver o protótipo foi elaborado o diagrama de blocos, mostrado na figura 2, que serve para o melhor entendimento do funcionamento do dispositivo.

Ao analisar a figura 2 podem ser identificados as entradas e saídas do microcontrolador, as setas que saem do microcontrolador são as saídas que aciona os atuadores que são o display, o motor e a interação com o ThingSpeak.

Já as setas que entram no microcontrolador são as entradas que enviam sinais para o dispositivo, que são os botões, e o sensor de temperatura.

**Figura 2:** Diagrama de Blocos



Fonte: Aatoria Própria

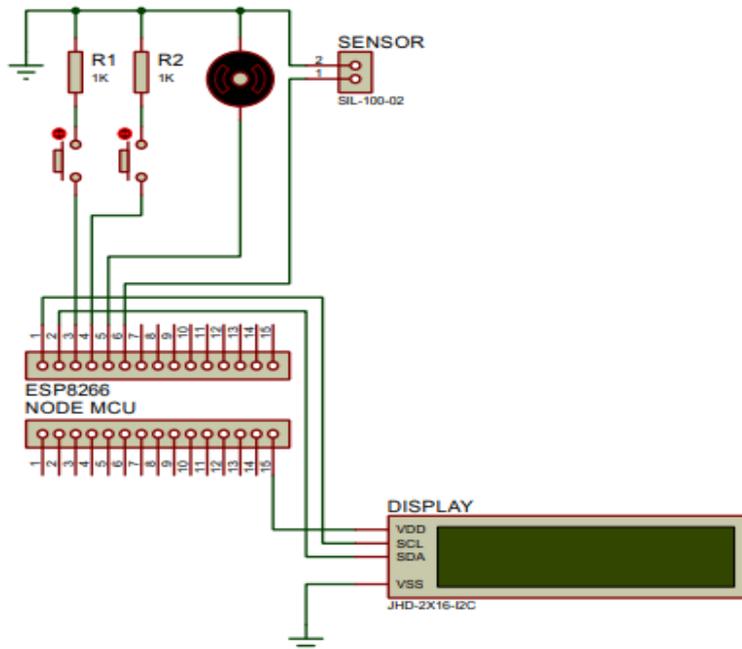
O projeto funciona da seguinte maneira, possui 4 botões, onde cada um deles terá uma função, um para selecionar o modo (modo medir temperatura e modo misturar solução), um para começar, outro para parar e o último para alterar a velocidade de rotação.

O projeto também possui um display para mostrar o modo selecionado e mostrar a temperatura da solução a partir da medição realizada pelo sensor de temperatura, sendo que essa solução é misturada através de um motor que utilizará de um ímã para isso, ou seja, será um agitador magnético. Além disso, todos os dados captados durante a reação, como por exemplo a troca de calor, será enviada para a nuvem pela plataforma ThingSpeak através de um módulo Wi-Fi, onde o aluno poderá acessar de sua casa todos esses dados.

### 3.3 Esquema Elétrico

Após o desenvolvimento do diagrama de blocos, foi feito o esquema elétrico através do Software Proteus 8, versão education, que pode ser visto na figura 3 e tem a função de mostrar as ligações elétricas presentes entre os componentes do circuito.

Figura 3: Esquema Elétrico



Fonte: Autoria Própria

### 3.4 Lista de Materiais

Na Tabela 2 podemos ver a Lista de Materiais, onde mostra os preços dos materiais que foram utilizados na montagem do protótipo, tendo um valor final de R\$381,20.

Tabela 2: Lista de Materiais

Lista de Materiais	Quantidade	Loja	Preço
ESP8266 NodeMCU	1	Robo Core	R\$ 39,90
Botão	4	Submarino	R\$ 6,30
Display LCD I2C	1	Mercado Livre	R\$ 25,00
Cabo USB	1	Amazon	R\$ 10,70
Sensor de Temperatura	1	Mercado Livre	R\$ 25,90
Motor De Passo 28byj-48	1	Mercado Livre	R\$ 28,99
Frasco Reagente	1	Mercado Livre	R\$ 49,90
Espuma de Poliuretano	1	Loja do Mecânico	R\$ 16,90
Seringas de Injeção - 100mL	5	Mercado Livre	R\$ 84,95
Pipeta Volumétrica - 100mL	2	Mercado Livre	R\$ 92,66
<b>Total</b>			<b>R\$ 381,20</b>

Fonte: Autoria Própria

### 3.5 Matriz SWOT e Modelo CANVAS

No decorrer do desenvolvimento do projeto, foi feita uma Matriz SWOT, para ver os pontos fortes e fracos do projeto, as oportunidades e as ameaças que o projeto possui, ou seja, ela mostra as limitações que a equipe e o projeto possuem, que pode ser visto na figura 4 e o Canvas, no qual mostra se o projeto é viável economicamente e comercialmente, para ver o potencial de inovação e empreendedorismo do projeto, que pode ser visto na figura 5.

Figura 4: Matriz SWOT

SWOT	FATORES POSITIVOS	FATORES NEGATIVOS
FATORES INTERNOS	<b>Strengths</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suporte dos professores;</li> <li>• Local para desenvolver projetos (Sala de Pesquisa);</li> <li>• Cursar o ensino médio integrado ao técnico em Eletrônica</li> </ul>	<b>Weaknesses</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Design do protótipo;</li> <li>• Programação</li> <li>• Design do produto</li> </ul>
FATORES EXTERNOS	<b>Opportunities</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Editais de Bolsa de Pesquisa ou de Ensino, feiras, mostra de trabalhos e congressos</li> <li>• Feiras e congressos online</li> </ul>	<b>Threats</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de aulas devido a disseminação do COVID-19</li> <li>• Aumento do dólar</li> <li>• Cancelamento de feiras presenciais</li> </ul>

Fonte: Autoria Própria

Figura 5: CANVAS

<b>Parcerias-Chave</b> → Parceria com lojas de produtos relacionadas à tecnologia e componentes eletrônicos; → Escolas públicas e particulares para realizar a experimentação do projeto.	<b>Atividades-Chave</b> → Desenvolvimento e projeto do calorímetro. → Programação do equipamento.	<b>Proposições de Valor</b> O calorímetro é um Kit educacional de baixo custo para realizar experimentos utilizando Arduino para controle de funções e recolhimento de dados para utilização em experimentações remotas para auxiliar os professores da matéria de química.	<b>Relacionamento</b> → Website; → Redes Sociais.	<b>Segmento de Clientes</b> Professores do ensino médio e escolas que buscam metodologias ativas (kit educacionais) para motivar e incentivar os alunos no aprendizado.
<b>Recursos-Chave</b> → Componentes eletrônicos; → Equipamentos para manufatura mecânica do dispositivo; → Projetista.			<b>Canais</b> → Sedex; → E-Commerce.	
<b>Estrutura de Custos</b> → Componentes Eletrônicos; → Mão de obra para montagem do projeto.		<b>Fontes de Receitas</b> → Vendas; → Assistência Técnica.		

Fonte: Autoria Própria

### 3.6 Programação

No decorrer do desenvolvimento do projeto, foi elaborada uma programação na plataforma do Arduino para realizar a automação do calorímetro com os componentes eletrônicos. A programação pode ser vista na figura 6 e foi desenvolvida no ambiente do Arduino IDE.

**Figura 6:** Programação

```
1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include <Stepper.h>
4 #include <OneWire.h>
5 #include <DallasTemperature.h>
6
7 LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2);
8
9 OneWire entrada(3);
10 DallasTemperature barramento(&entrada);
11 DeviceAddress sensor;
12
13 int bSelecao = 4;
14 int bComeca = 5;
15 int bDifTemp = 6;
16 int liga = 0;
17 int i=0;
18 const int stepsPerRevolution = 65;
19 const int stepsPerRevolution1 = 0;
20 float diferenca = 0;
21 float temperatur1 = 0;
22 float temperatura2 = 0;
23
24 Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8,10,9,11); //INICIALIZA O MOTOR UTILIZANDO OS PINOS DIGITAIS 8, 9, 10, 11
25
26 void setup() {
27
28     pinMode(bSelecao, INPUT_PULLUP);
29     pinMode(bComeca, INPUT_PULLUP);
30     pinMode(bDifTemp, INPUT_PULLUP);
31 }
```

Fonte: Autoria Própria

#### 4. Resultados Iniciais e Disseminação

Espera-se com este projeto produzir um conteúdo interativo educacional, em Experimentação Remota, que possa ser utilizado como ferramenta de ensino-aprendizagem para alunos do ensino Médio. Este projeto faz parte das atividades do grupo de pesquisa nesta área no IFSP Campus Campinas em parceria com os pesquisadores da Coordenação dos Laboratórios Abertos (COLAB) do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer”.

O protótipo final é mostrado na figura 7 e possui um encapsulamento em mdf, um visor em LCD para o usuário ver os valores medidos e dois botões para início e fim do experimento.

**Figura 7:** Protótipo final



Fonte: Autorial Própria

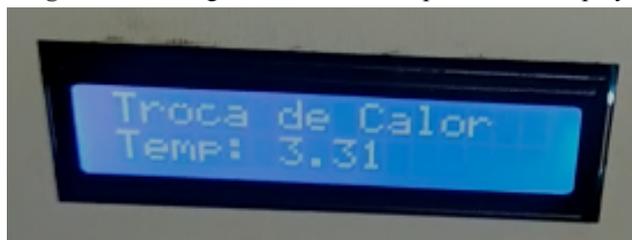
Nas figuras 8 e 9 podem ser vistos as mensagens no LCD do protótipo que indicam a temperatura da mistura e o delta de temperatura da experiência.

**Figura 8:** Mensagem de temperatura no display



Fonte: Autorial Própria

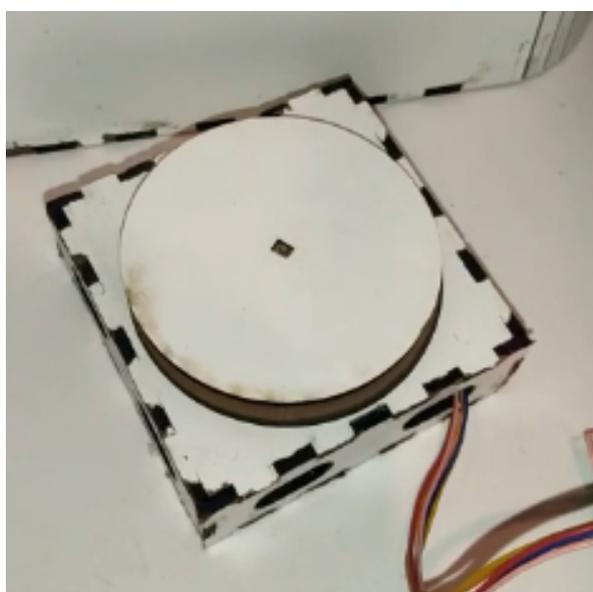
**Figura 9:** Mensagem do delta de temperatura no display



Fonte: Aatoria Própria

Internamente no calorímetro tem uma base magnética com rotação controlada, mostrada na figura 10, que tem a função de manter a solução do experimento homogêneo.

**Figura 10:** Base magnética.



Fonte: Aatoria Própria

A disseminação deste produto proposto será realizada através de apresentação em feiras e/ou congressos relacionados com o tema, artigos em revistas e/ou periódicos especializados, sites específicos e outros meios e veículos. Considerando as ferramentas atuais utilizadas para o processo ensino-aprendizagem de Química, o produto proposto possui potencial de: inovação dos laboratórios didáticos; interdisciplinaridade e contextualização; potencializar a aprendizagem dos conceitos químicos; tornar as aulas atraentes e motivadoras; e obtenção de dados através da difusão do Arduino.

## Referências

- AMARAL, E.M.H.; ÁVILA, B.; ZEDNIK, H.; TAROUÇO, L. Laboratório Virtual de Aprendizagem: Uma Proposta Taxonômica. Revista Renote, Santana do Livramento, v. 9, n. 2, dez. 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/24821/14771>. Acesso em: 18 out. 2019.
- ASSUMPÇÃO, M. H. M. T.; WOLF, L. D.; BONIFÁCIO, V. G.; FATIBELLO-FILHO, O. Construção de um calorímetro de baixo custo para a determinação de entalpia de neutralização. Eclética Química, v. 35, p. 63-69, 2010. BRASIL. Estatísticas Sociais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (Ed.). PNAD Contínua TIC 2016: 94,2% das pessoas que utilizaram a Internet o fizeram para trocar mensagens. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/20073-pnad-continua-tic-2016-94-2-das-pessoas-que-utilizaram-a-internet-o-fizeram-para-a-trocar-mensagens>. Acesso em: 18 out. 2019.
- BRASIL. Inep. Ministério da Educação. Censo Escolar 2017: Notas Estatísticas. Brasília, 2018. 20 p. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/notas\\_estatisticas/2018/notas\\_estatisticas\\_Censo\\_Escolar\\_2017.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf). Acesso em: 18 out. 2019.
- CARDOSO, D.C.; TAKAHASHI, E. K.. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Uberlândia, v. 11, n. 3, p.185-208, out. 2011. Acesso em: 18 out. 2019.
- COMARELLA, R.L.; BLEICHER, S. Experimentação de Recursos Didáticos. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina, 2018. 18 p. Acesso em: 18 out. 2019.
- CRUZ, J.B. da. Laboratórios. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. 103 p. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/13\\_laboratorios.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/13_laboratorios.pdf). Acesso em: 18 out. 2019.
- CASALEGNO, Federico. Designing Connections. OpenMind, 2014. Disponível em: <https://www.bbvaopenmind.com/wp-content/uploads/2014/03/BBVA-OpenMind-Designing-Connections-Federico-Casalegno.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.
- DORNELES, B.V.. Laboratórios de aprendizagem – funções, limites e possibilidades. In: MOLL, Jacqueline et al. (org.). Ciclos na escola, tempos na vida: criando possibilidades. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-218. FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Jogos online aumentam em mais de 70% o interesse dos jovens pelo ensino da matemática. 2018. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/educacao/jogos-online-aumentam-em-mais-de-70-o-interesse-dos-jovens-pelo-ensino-da-matematica/>. Acesso em: 18 out. 2019.
- FRANCO, C. O rápido avanço tecnológico no campo da educação. 2011. Disponível em: <https://www.moodlelivre.com.br/noticias/potal/noticias-ead/o-rapido-avanco-tecnologico-no>

campo-da-educacao. Acesso em: 18 out. 2019.

FREITAS, B. RexLab – Laboratório da UFSC permite que pessoas de qualquer lugar no mundo façam experimentos em tempo real. 2015. Disponível em: <http://www.egc.ufsc.br/rexlab-laboratorio-da-ufsc-permite-que-pessoas-de-qualquer-lugar-no-mundo-facam-experimentos-em-tempo-real/>. Acesso em: 18 out. 2019.

KINSHUK; CHEN, N.S., CHENG, I-L. Evolution Is not enough: Revolutionizing Current Learning Environments to Smart Learning Environments. *International Journal Of Artificial Intelligence In Education*, v. 26, n. 2, p.561-581, 17 fev. 2016. Springer Nature. doi:10.1007/s40593-016-0108-x. Acesso em: 18 out. 2019.

LIMA, A.F.V. de. Estudo experimental da calorimetria através da utilização de um calorímetro construído com material de baixo custo. TCC de Graduação em Licenciatura em Química – Instituto Federal da Paraíba, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/820?show=full>. Acesso em: 18 out. 2019.

MATTAR, J. Games em Educação: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. Acesso em: 18 out. 2019.

NICOLETE, P.C. Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GTMRE): um estudo de caso. In: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS - SITED 2018, Araranguá. Simpósio. Araranguá: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. p. 284 - 293. Acesso em: 18 out. 2019.

PASSERO, G.; ENGSTER, N. E. W.; DAZZI, Rudimar Luís Scaranto. Uma revisão sobre o uso das TICs na educação da Geração Z. *Renote*, v. 14, n. 2, p.1-8, 17 jan. 2017. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.70652>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/70652>. Acesso em: 18 out. 2019.

PIERRI, L. D.; LIMA, S. P. Desenvolvimento de um Experimento Remoto Baseado em Sistema de Geração Alternativa Híbrido. 2016. 127 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/165169>. Acesso em: 18 out. 2019.

SILVA, S. P. da. A UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: Um estudo em escolas das redes pública e privada. 2013. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/131063>. Acesso em: 18 out. 2019.

TAROUCO, L. M. R. COSTA, V.M da; BEZ, M.R.; SANTOS, E.F. dos. *Objetos de Aprendizagem: teoria e prática*. Porto Alegre: Evangraf, 2014. 502 p. TAÚ, A. C. *Tecnologia, educação e aprendizagem: caderno pedagógico*. Florianópolis: UDESC/ CEAD/UAB, 2011. Acesso em: 18 out. 2019.