

## 15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

### CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO USANDO PLATAFORMA ESP8266.

SARAH S. M. dos SANTOS<sup>1</sup>, EDSON A. DUARTE<sup>2</sup>, MÁRCIO A. MIRANDA<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Graduanda em Licenciatura em Química, Bolsista PIBIT-CNPq, IFSP, Campus Campinas, [sarah.stefany@aluno.ifsp.edu.br](mailto:sarah.stefany@aluno.ifsp.edu.br).

<sup>2</sup> Professor Doutor, IFSP, Campus Campinas, [edsonduarte@ifsp.edu.br](mailto:edsonduarte@ifsp.edu.br).

<sup>3</sup> Professor Doutor, IFSP, Campus Campinas, [m\\_amiranda@ifsp.edu.br](mailto:m_amiranda@ifsp.edu.br).

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 7.08.04.03-6 Tecnologia Educacional.

**RESUMO:** A proposta foi a construção de um calorímetro de baixo custo, associado à plataforma Arduino para controle de funções e coleta de dados para aplicação em experimentação remota. A proposta metodológica visou a prática experimental, a automação de laboratórios de ensino, com vistas à inovação, interdisciplinaridade e contextualização, potencializando a aprendizagem de conceitos físico-químicos, tornando as aulas atrativas e motivadoras. Considerando a importância da vivência prática na educação, a Experimentação Remota tem se destacado como uma ferramenta para Objetos de Aprendizagem, pois permite que alunos e interessados tenham acesso a laboratórios virtuais com experimentos reais, utilizando recursos da internet e outros meios tecnológicos capazes de prover acesso remoto. O calorímetro desenvolvido é voltado para atividades experimentais na Educação Básica (Ensino Médio) na disciplina de Química para o ensino de Físico-Química. Bem como em cursos de graduação, com enfoque em Química e ênfase na Licenciatura, como exemplo de objeto de ensino. Foi obtido um protótipo operacional, microcontrolado, com monitoramento local e remoto da variação de temperatura e armazenamento em nuvem. Experimentos didáticos estão sendo desenvolvidos e serão compilados em uma apostila para instruir alunos e professores sobre o uso adequado do protótipo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Calorímetro, baixo-custo, experimentação remota, físico-química.

### LOW-COST CALORIMETER USING ESP8266 PLATFORM.

**ABSTRACT:** The proposal was 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 was aimed at experimental practice, the automation of teaching laboratories, with a view to innovation, interdisciplinarity and contextualisation, enhancing the learning of physical-chemical concepts, making classes attractive and motivating. Considering the importance of practical experience in education, Remote Experimentation has stood out as a tool for Learning Objects, as it allows students and interested parties to have access to virtual laboratories with real experiments, using internet resources and other technological means capable of providing remote access. The calorimeter developed is aimed at experimental activities in Basic Education (High School) in the subject of Chemistry for the teaching of Physical Chemistry. As well as in undergraduate courses, with a focus on Chemistry and an emphasis on the Licentiate Degree, as an example of a teaching object. An operational, microcontrolled prototype has been obtained, with local and remote monitoring of temperature variation and cloud storage. Didactic experiments are being developed and will be compiled into a handout to instruct students and teachers on the proper use of the prototype.

**KEYWORDS:** Calorimeter, low-cost, remote experimentation, physical-chemistry.

## INTRODUÇÃO

Vive-se um momento em que as tecnologias fazem parte do cotidiano, sendo consideradas extensões humanas, como no caso das tecnologias vestíveis, ou mesmo, a conectividades em redes sociais virtuais (Casalengo, 2014). A ascensão das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) tomam conta de vários setores da sociedade e um de seus grandes impactos é na educação (Passero; Engster; Dazzi, 2017). Os ganhos pedagógicos possíveis com a internet podem ser: acessibilidade a fontes inesgotáveis de assuntos para pesquisas; páginas educacionais específicas para a pesquisa escolar; para busca de software; comunicação e interação com outras escolas; previamente definidos ou a partir da curiosidade própria; desenvolvimento de uma nova forma de comunicação e socialização; diversos estímulos como para pesquisar a partir de temas; à escrita e à leitura; à curiosidade; ao raciocínio lógico; desenvolvimento da autonomia; possibilidade do aprendizado individualizado; e permitindo a troca de experiências entre as pessoas.

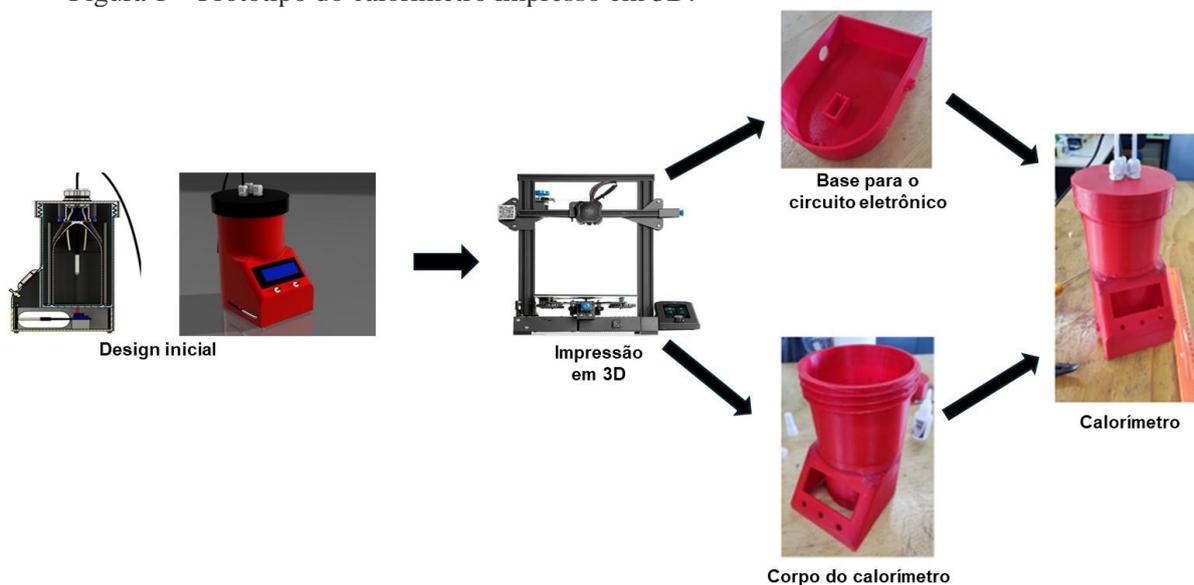
As TDICs têm se tornado expressivas, contribuindo significativamente para o redimensionamento das estratégias de ensinar e aprender, proporcionando diferentes ferramentas como a Experimentação Remota (ER). A ER possibilita que os envolvidos no processo de aprendizagem possam ter contato com situações de experimentação prática mesmo estando geograficamente afastados de um laboratório físico. A ER trata-se de dispositivos reais interligados por circuitos atuadores e sua interação se dá através da internet. Ou seja, lidar com experimentos remotos é uma experiência real, pois estes detêm de elementos físicos que interagem por comandos virtuais (Lima; Pierrri, 2016). Desta forma, o objetivo deste trabalho é propor um calorímetro de baixo custo, utilizando Arduino para o controle de funções e recolhimento de dados, para experimentação remota no ensino de Físico-Química.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Montagem.

O modelo inicialmente desenvolvido, construído utilizando impressão em 3D, pode ser observado na figura 1.

Figura 1 – Protótipo do calorímetro impresso em 3D.



Fonte: Os autores.

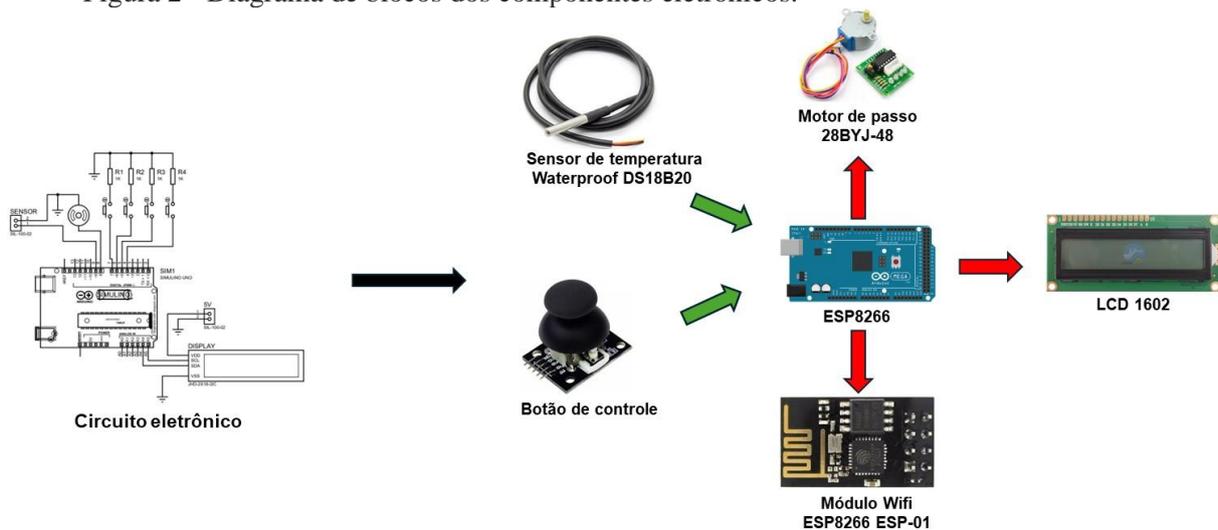
O protótipo possui dois botões de acionamento, para ligar o agitador magnético e outro para iniciar o monitoramento do experimento. A velocidade do motor de agitação poderá ser controlada através de potenciômetro que ajusta a velocidade desejada. Assim que o monitoramento for iniciado, duas temperaturas serão exibidas no display de LCD no frontal do equipamento, a temperatura interna

e a temperatura externa. O equipamento possuirá duas conexões para que o usuário possa inserir os reagentes no calorímetro.

## 2. Circuito eletrônico.

O diagrama de blocos, demonstrado na figura 2, serve para o melhor entendimento do funcionamento do calorímetro. Ao analisar esta figura, pode ser identificado as entradas e saídas do microcontrolador, sendo as setas de saída do microcontrolador são as saídas que acionam os atuadores que são o display, o motor e a interação com Thing Speak. 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 dos componentes eletrônicos.

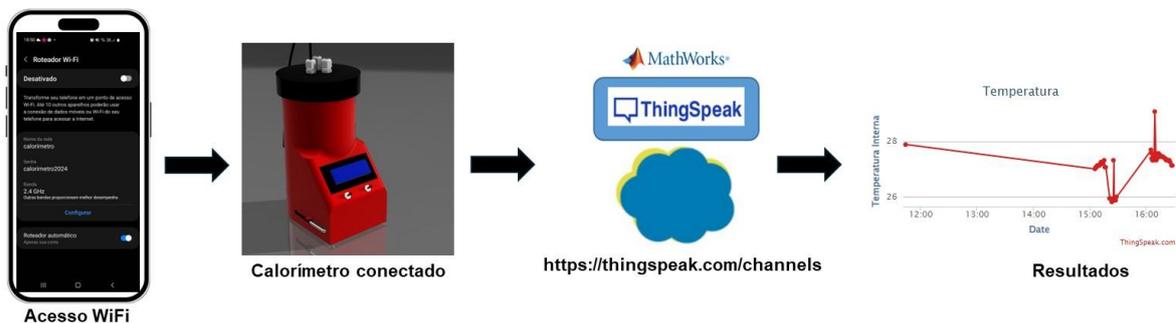


Fonte: Os autores.

## 3. Operação do calorímetro.

A coleta dos resultados experimentais executados no calorímetro se dará através da plataforma ThingSpeak. A conexão do calorímetro a rede se dará por roteamento através de um smartphone conectado a rede. Em seguida, todas as funções de entrada e saída de dados se dará através da plataforma ThingSpeak. Serão coletados os valores de temperatura em função do tempo gerando planilhas e gráficos que poderão ser utilizados pelos alunos.

Figura 3 - Módulo de operação do calorímetro em funcionamento.



Fonte: Os autores.

## 4. Determinação da capacidade térmica do calorímetro.

Inicialmente, mediu-se a temperatura interna do calorímetro ( $T_c$ ). Em seguida, coletou-se 150 mL de água destilada a temperatura ambiente. Anotou-se a temperatura ( $T_f$ ), adicionou-se a água no calorímetro e fecha-se o sistema. Posteriormente, aquece-se 150 mL de água destilada até atingir  $50^\circ\text{C}$  ( $T_q$ ), adicionando-a rapidamente no calorímetro através das seringas, verificou-se a temperatura a cada 30 segundos até atingir o equilíbrio ( $T_e$ ) e em seguida, calculou-se a capacidade térmica do calorímetro.

O cálculo da capacidade térmica foi realizado através da equação  $q = C.(T_f - T_i)$ , para  $C = m \cdot c$ , onde:  $q$  = calor transferido;  $C$  = capacidade térmica;  $T_f$  e  $T_i$  = temperaturas final e inicial;  $m$  = massa;  $c$  = calor específico da substância. Uma vez que a quantidade de calor cedido pela água quente é igual à quantidade de calor recebido pelos componentes do sistema (considerando desprezível qualquer perda de calor para o ambiente), pode-se dizer que  $q$  (total) é igual à zero. Portanto:  $q$  (água fria) +  $q$  (água quente) +  $q$  (calorímetro) = 0 (Atkins, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta deste projeto foi 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.

A impressão em 3D, utilizando o material plástico PLA, permitiu a construção de um protótipo estético, de fácil manuseio e higiene. Os componentes eletrônicos utilizados para a montagem do circuito atenderam as necessidades que se pretendiam com o equipamento. É possível realizar as leituras de temperatura em tempo real, promover agitação da solução com comandos simples e a coleta de informações e envio para a plataforma ThingSpeak ocorreram de forma adequada com tempo de espera máximo de 3 segundos.

Os dados coletados no ThingSpeak são tempo e temperatura, podendo ser exportados na forma de tabela com extensão .csv, o que permite ser utilizados em softwares abertos para tratamentos dos dados.

O calorímetro foi utilizado, inicialmente, para determinação de sua capacidade térmica ( $C$ ). Uma vez que este dado será importante para utilização futura em outras determinações de calor liberado ou absorvido em reações como entalpia de neutralização ácido-base e entalpia de dissociação de sais. O resultado obtido para a capacidade térmica foi  $63,07 \pm 3,46 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ . Segundo a literatura, para considerar o equipamento no balanço energético sem alteração significativa dos resultados, é necessário uma capacidade térmica entre 15 à 25  $\text{cal/}^\circ\text{C}$  (Assumpção *et al.*, 2010). O valor obtido não permite considerá-lo como ideal. Desta forma, novas alterações serão realizadas na estrutura do calorímetro para obter valores de capacidade calorífica mais próximos do ideal.

## CONCLUSÕES

Os resultados apontam para a o desenvolvimento operacional de um calorímetro educacional microcontrolado operado em duas formas: local e remoto. Para a operação remota os dados serão armazenados na nuvem permitindo aos usuários acesso a estas informações posteriormente. O produto é compacto e utiliza materiais comerciais e de baixo custo o que possibilitará a sua multiplicação por todo o território nacional. Este modelo de PLA foi desenvolvido para ser utilizado em laboratório de Ciências e o material plástico possibilita a sua fácil higienização sem comprometer a estrutura do equipamento. As funcionalidades de enviar os dados para a nuvem, na plataforma do thinkspeak.com, está funcional e acessível.

Atualmente, o protótipo é utilizado para construção de experimentos didáticos, com vista na inovação, interdisciplinaridade e contextualização, potencializando a aprendizagem dos conceitos físico-químicos.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

S.S.M.S. contribuiu com as análises em laboratório. E.A.D impressão 3D e desenvolvimento do circuito eletrônico do calorímetro de baixo custo. M.A.M. responsável pela análise dos resultados e orientação da aluna S.S.M.S.

Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

## AGRADECIMENTOS

À INOVA – IFSP pelo financiamento do projeto através do Edital nº 100/2023. Ao programa de bolsas PIBIT/CNPq/IFSP e ao IFSP-Campus Campinas pela infraestrutura fornecida para a execução do projeto.

## REFERÊNCIAS

ASSUMPCÃO, Mônica Helena Marcon Teixeira; WOLF, Lucia Daniela; BONIFÁCIO, Viviane Gomes; FATIBELLO-FILHO, Orlando. Construção de um calorímetro de baixo custo para a determinação de entalpia de neutralização. **Eclética Química**, v. 35, p. 63-69, 2010. Disponível em: <https://revista.iq.unesp.br/ojs/index.php/eclética/article/view/198>. Acesso em: 25 ago. 2024.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente, 3ªed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CASALEGNO, Federico. Designing Connections. OpenMind, 2014. Disponível em: <https://www.bbvaopenmind.com/wp-content/uploads/2014/03/BBVA-OpenMind-Designing-Connections-Federico-Casalegno.pdf.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

LIMA, Sabrina Pitz; PIERRI, Leonardo Deivid. 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.

PASSERO, Guilherme; ENGSTER, Nélia Elaine Wahlbrink; 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.