

## Experiência física utilizando robótica

Lucas Willyan Conceição de Moraes<sup>1</sup>, Luiz Felipe de Souza Jimenez<sup>1</sup>,  
Afonso Henriques Silva Leite<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso técnico integrado em informática - Instituto Federal de Ato Grosso do Sul – (IFMS)  
Corumbá – MS – Brasil

lucasssimioni96@gmail.com, {luiz.jimenez,afonso.leite}@ifms.edu.br

**Abstract.** *This project intends to present an Arduino platform as a support tool in the practical classes of physical discipline in high school. The overall objective is to build efficient experimental artifacts in demonstrating the content seen in the theoretical classes of the discipline. The project will focus on thermodynamic content, aiming to show the effects of heat convection through a design drawn by a Restful API, with the data provided by the sensors connected to the Arduino.*

**Resumo.** *Este projeto pretende apresentar a plataforma Arduino como ferramenta de apoio nas aulas práticas da disciplina física no ensino médio. O objetivo geral consiste em construir artefatos experimentais eficientes em demonstrar o conteúdo visto em aulas teóricas da disciplina. O projeto irá focar no conteúdo visto em termodinâmica, buscando mostrar os efeitos da convecção de calor através de um gráfico desenhado por uma API Restful, com os dados fornecidos pelos sensores ligados ao Arduino.*

### 1. Introdução

Recentes trabalhos publicados na área de computação e física têm mostrado a eficiência em utilizar a plataforma Arduino como uma ferramenta central na elaboração de experimentos que ilustram os conceitos teóricos visto em sala de aula. A facilidade de acompanhar pelo computador as leituras referentes às grandezas físicas mensuradas no experimento tem mostrado que este pode ser caminho promissor em integrar conceitos da computação com os vistos na disciplina de Física no ensino médio.

Existem várias formas de se utilizar o computador no ensino de Física: a aquisição automática e o processamento de dados na forma algébrica e/ou gráfica, modelagem computacional, aplicativos simuladores de fenômenos físicos, além da produção de audiovisuais destinados a facilitar o processo ensino-aprendizagem.[Martinazzo et al. 2014]

O ensino de Física é motivo constante de preocupação de inúmeros educadores e objeto de pesquisas que abordam vários enfoques [Martinazzo et al. 2014]. Nesse sentido trabalhos tem focado em contribuir com a construção de um Kit-Experimental podem ser de grande valia para os professores de física. O objetivo deste trabalho é construir artefatos experimentais eficientes em demonstrar o conteúdo visto em aulas teóricas da disciplina de Física, utilizando robótica através da plataforma Arduino e alguns sensores, buscando tornar o ambiente escolar mais contextualizado e atrativo para o aluno.

## 2. Referenciais teóricos

Algumas teorias educacionais orientam o processo de aprendizagem com foco no aluno como participante ativo do processo de construção do conhecimento, co-autor, questionador. [Ausubel 1963] afirma que esse processo é baseado na associação de elementos basilares que ele denomina subsunçores. Os subsunçores são organizadores prévios necessários a produção de novos conhecimentos que, ao serem processados, geram um mapa mental do objeto; uma simulação daquilo que está sendo estudado. O estudante pode então operar esse mapa mental a fim de produzir as previsões requisitadas.

O conceito de calor é frequentemente apreendido de forma incorreta pelo senso comum, a denominada concepção espontânea ou intuitiva. É comum que os estudantes e leigos façam referência ao conceito de calor querendo significar uma sensação térmica, temperatura, ou mesmo movimento de fluidos [Amaral and Mortimer 2001]. A substituição dessa noção intuitiva por conceitos em concordância com o adotado pela comunidade científica é um processo complexo e trabalhoso, já que os estudos revelam que as concepções espontâneas são resistentes e estáveis frente a mudanças conceituais [Nardi and Gatti 2004]. Faz-se importante então produzir uma melhor apresentação desse tema, e é parte disso expor os processos de propagação do calor (radiação, condução e convecção).

A convecção é um processo de propagação de energia sob a forma de calor no qual o fluxo de uma substância pelo sistema e que promove a transferência energética. O movimento das partículas dos fluidos se dá à custa de colisões entre as moléculas e/ou átomos de regiões de maior temperatura, e, por conseguinte mais agitadas, com as de regiões mais frias, nos quais o movimento é menos intenso. A interação entre essas partes excita os elementos do sistema com menos energia, e atenua a velocidade das outras, gerando um equilíbrio térmico. Esse movimento pode produzir vórtices, movimentos de rotação que surgem devido a diferença das velocidades entre as regiões de menor e maior temperatura. Ilustrações desse fenômeno podem ser encontradas na literatura sobre estudos de trocas de calor [Giacomello et al. 2006]. Isso foi investigado nas atividades realizadas, e será exibido na seção 3.

## 3. Desenvolvimento

Foi realizada uma experiência encontrada em um livro didático, sem o uso da robótica, que busca expor a “troca de calor” que acontece em um recipiente quando há o encontro de água, em duas temperaturas diferenciadas. Buscou-se reproduzir 15 vezes esta experiência utilizando, água, gelo, corante alimentar e um aquário transparente onde foram colocados 8 litros de água a temperatura ambiente (entre 20°C e 25°C), foi esperado até que a água ficasse estável, houve então a adição de 2 kg de gelo. Após o gelo se estabilizar, foi pingada uma gota de corante alimentício no centro do recipiente, sempre na mesma altura que o aquário.

Após a adição do corante foi vedada a parte superior do recipiente para que a influência do meio externo (como os ventos) no experimento fosse minimizada. Foi determinado um tempo limite de dois minutos para que o experimento fosse analisado, ao decorrer deste tempo foram observadas se no experimento ocorreu a formação de vórtices, se a troca de calor era visível aos olhos de quem observa o experimento e se o corante se dissolveu totalmente na mistura. Durante esta experiência utilizando gelo, foi capturada a

formação de alguns vórtices, como demonstrado na Figura 1 que demonstram o fenômeno de “troca de calor”, documentado na teoria física de convecção.

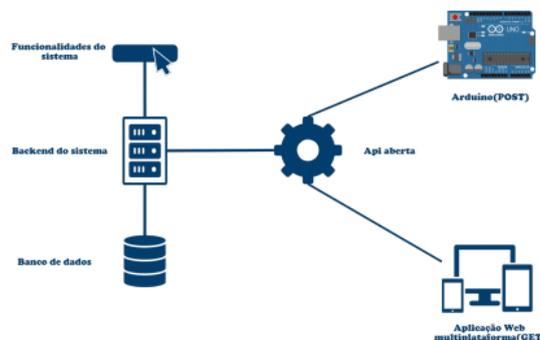


**Figura 1. Formação de vórtice com corante**

Pode-se observar um círculo vermelho e formar dentro do recipiente, isto acontece, pois, as moléculas tanto quentes quanto frias, estão em constante movimento, e a região com menor temperatura desce enquanto a substância com temperatura maior sobe, continuando neste ciclo até alcançarem o equilíbrio térmico.

Após os experimentos iniciais serem finalizados, era necessário aliar a robótica com o experimento. Optou-se então por utilizar um Arduino Uno que é uma placa configurável de baixo custo, com muitas funcionalidades, programável e expansível através da interligação de sensores. Foram integrados quatro sensores de temperatura DS18B20 no Arduino.

A experiência foi repetida, com os mesmos parâmetros dos primeiros testes sem os sensores: 8 litros de água, e 2 Kg de gelo. Os sensores foram dispostos em quatro pontos dentro do recipiente, dois na parte superior, e dois na parte inferior. Estes sensores foram marcados com cores específicas (verde, amarelo, vermelho e roxo) para que pudessem ser identificados durante a experiência. A cada 5 segundos o Arduino foi programado para enviar a um site requisições contendo os dados da experiência, que trata essas requisições, persiste os dados, recupera-os e os exibe, separando-os por experimento de forma visual e dinâmica, como descrito na Figura 2.



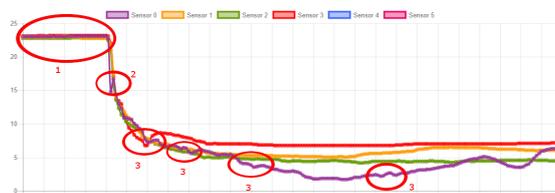
**Figura 2. Funcionamento da API**

Para que os dados pudessem ser exibidos de forma dinâmica, foi utilizado o *JavaScript* através da biblioteca *VueJS*, capaz de atualizar em tempo execução as informações

presentes na tela. A atualização do gráfico acontece cada vez que a *API RestFul* confirma a persistência de um dado.

#### 4. Resultados

A plataforma Arduino tem um grande potencial educacional, neste trabalho, buscamos aliá-la a sensores afim de mapear um fenômeno físico de difícil compreensão, com alto nível de abstração. Com os sensores foi medida a variação de temperatura em quatro pontos diferentes de um recipiente, para realizar um gráfico da temperatura em função do tempo, que é atualizado de forma dinâmica, a cada vez que um novo dado é persistido como mostrado na Figura 3.



**Figura 3. Ocorrência de vórtices no gráfico**

O gráfico representa as leituras a cada 5 segundos. Pode ser observado que a temperatura se mantém a mesma por dois minutos, enquanto a água estabiliza; após uma queda brusca de temperatura (inserção de gelo) ocorre uma pequena oscilação na medida da temperatura e há variações de temperaturas nos sensores durante todo o processo, até que ocorre o equilíbrio térmico (alguns vórtices).

#### 5. Conclusão

Os dados obtidos nos experimentos realizados mostraram e possível utilizar robótica para demonstrar experimentos em física, que são difíceis de compreender somente com aspectos teóricos. O acompanhamento da evolução térmica utilizando sensores de temperatura a prova d'água, interligados com o Arduino e uma experiência não encontrada durante as pesquisas. Há ainda a possibilidade de compor experiências nas áreas de Eletricidade, Magnetismo, também aliadas com robótica.

#### Referências

- Amaral, E. M. R. d. and Mortimer, E. F. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)*, 1(3).
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Giacomello, M. V., Rocha, L. A. O., and Silvestrini, J. H. (2006). Simulação numérica de escoamentos ao redor de cilindros com transferência de calor.
- Martinazzo, C. A., Trentin, D. S., Ferrari, D., and Piaia, M. M. (2014). Arduino: Uma tecnologia no ensino de física.
- Nardi, R. and Gatti, S. R. T. (2004). Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 6:115 – 144.