

LABORATÓRIO REMOTO DE CIÊNCIAS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA COM ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR DURANTE A PANDEMIA

Thiago Costa Caetano

Universidade Federal de Itajubá

RESUMO. Neste trabalho faz-se um relato de uma atividade experimental realizada com estudantes do ensino superior em uma universidade pública brasileira durante a pandemia da COVID-19, a qual baseou-se em um experimento do Laboratório Remoto de Ciências e teve como objetivo a determinação da velocidade de propagação do som no ar. Experimentos com acesso remoto permitem que o utilizador manipule equipamentos em uma bancada de laboratório e monitore tudo em tempo real. Em particular, os itens do acervo do laboratório em questão podem ser acessados gratuitamente em qualquer momento através do endereço <https://link.ufms.br/iup2e>. Trazemos uma breve descrição relativamente ao laboratório e sobre a disciplina em que a atividade foi realizada. A elaboração da proposta foi norteadada por referenciais que apontam para os benefícios de atividades investigativas do ponto de vista da aprendizagem. Por essa razão, buscou-se um procedimento que requeresse a coleta de dados – leitura de instrumentos de medidas e de grandezas no experimento – e um aparato instrumental que conferisse aos estudantes certa liberdade de escolha concernente ao planejamento dos procedimentos. Os resultados obtidos pelos estudantes são apresentados e revelaram que eles seguiram corretamente as orientações básicas para a utilização do aparato experimental, na medida em que estes valores possuem ordem de grandeza comparável ao valor teórico da literatura. Isso sugere que o recurso apresenta boa qualidade, tanto do ponto de vista dos resultados científicos, quanto do ponto de vista técnico.

Palavras-chave: Laboratório Remoto de Ciências, Experimentos Remotos, Atividades Experimentais.

1 INTRODUÇÃO

Há cerca de uma década nosso grupo iniciou o projeto então intitulado “Laboratório Remoto de Física” na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), ao qual iremos nos referir simplesmente por labremoto deste ponto em diante. O projeto consiste no desenvolvimento de experiências didáticas que podem ser controladas de maneira remota através da internet e que podem ser monitoradas em tempo real de diversos ângulos diferentes, os quais podem ser comutados pelo usuário através da interface web do experimento – todos os experimentos podem ser acessados gratuitamente a qualquer momento através do endereço <https://link.ufms.br/iup2e>. Portanto, a principal diferença entre o labremoto e um laboratório tradicional consiste no fato de que quem realiza o experimento não precisa estar no mesmo local em que o aparato experimental (equipamentos) e a experimentação ocorre, nesse caso, de forma mediada por recursos providos pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), ou seja, através de uma interface gráfica com comunicação via internet.

A motivação para esse trabalho surgiu a partir do contato com inúmeras pesquisas que apontam para a falta de recursos, de equipamentos e de infraestrutura como alguns dos fatores que têm contribuído para que atividades experimentais não sejam utilizadas em sala de aula com a frequência que se poderia esperar (PENA; RIBEIRO FILHO, 2009). Mais recentemente, nos anos de 2020 e 2021, também percebeu-se que podem existir outras circunstâncias segundo as quais experiências controladas remotamente constituem um recurso didático mais adequado, mais viável, como foi o caso do cenário com o qual nos deparamos durante a pandemia.

Na UNIFEI, a partir de 17 de março de 2020, implementou-se aquilo que ficou conhecido como Regime Excepcional de Trabalho (RTE). Naquele momento, apenas as disciplinas teóricas tiveram continuidade no formato

Thiago Costa Caetano

online, pois percebeu-se que as propostas relacionadas às atividades de caráter prático/experimental eram ainda muito incipientes e que seria prematuro implementá-las sem que tivessem ocorrido discussões mais amplas e cuidadosas sobre o assunto, pensando tanto em termos de recursos como de preparação dos docentes.

No semestre seguinte, a partir da constatação de que o cenário pandêmico não havia se alterado, a questão ligada às atividades experimentais não pôde mais ser negligenciada e as discussões em torno do tema se intensificaram, sendo que diversas alternativas foram aventadas. Os docentes recorreram à propostas de atividades de baixo custo, a simulações computacionais, gravações, vídeos interativos, enfim, a toda uma gama de objetos de aprendizagem baseados em computador – *computer-based*.

O contexto foi uma excelente oportunidade para avaliar como o recurso da experimentação remota seria recebido entre alunos do curso superior e também para que pudéssemos ter uma medida mais clara tanto das suas limitações como das suas potencialidades. Neste trabalho, relatamos os aspectos com respeito à aplicação de uma das atividades experimentais que foram realizadas com estudantes dos cursos de engenharia da UNIFEI no primeiro semestre de 2021, durante a pandemia, utilizando um experimento pertencente ao acervo do labremoto.

2 O LABORATÓRIO REMOTO DE CIÊNCIAS

Atualmente denominado Laboratório Remoto de Ciências, o projeto teve início no ano de 2012 na UNIFEI e era conhecido por Laboratório Remoto de Física devido ao fato de que o acervo era composto exclusivamente por experimentos dessa área. Após a inauguração das novas instalações do IFQ, no ano de 2015, o projeto passou a apresentar um crescimento expressivo, não

Thiago Costa Caetano

somente por conta da adequação do novo espaço, mas também pelo nível de maturidade das tecnologias empregadas, o qual pôde avançar entre o início do projeto e a inauguração das novas instalações. O crescimento nos anos subsequentes contemplou o desenvolvimento de experimentos em outras áreas das ciências, como Astronomia e Química, e da Matemática. Esse foi o principal motivo que levou à discussão sobre a adequação do título do projeto, que passou a ser Laboratório Remoto de Ciências. Àqueles que desejarem obter informações mais detalhadas sobre os procedimentos empregados no desenvolvimento dos experimentos com acesso remoto, são recomendados os trabalhos de Caetano (2019) e Caetano *et al.* (2022).

3 A DISCIPLINA “FÍSICA EXPERIMENTAL II”

A disciplina tem sido oferecida no segundo ano – terceiro semestre – de diversos cursos de graduação da UNIFEI, dentre eles, algumas engenharias e o curso de licenciatura em Física. É uma disciplina de cunho experimental com carga horária de 32 horas-aula distribuída ao longo de 16 semanas do semestre letivo. A sua ementa contempla os tópicos: gravitação, oscilador harmônico, ondas mecânicas, mecânica dos fluidos, temperatura, primeira lei da termodinâmica, entropia e segunda lei da termodinâmica, teoria cinética dos gases e fluidos.

Durante o andamento da disciplina, normalmente são oferecidas seis ou sete atividades experimentais que buscam abordar todos os tópicos da ementa. Em tempos de pandemia, entretanto, essa dinâmica precisou ser modificada e a ementa, adequada tanto ao cronograma quanto aos recursos didáticos disponíveis. Em 2021 foram realizadas cinco atividades experimentais, sendo que três delas foram baseadas em experimentos do acervo do labremoto e as demais, em atividades com materiais acessíveis, de forma que puderam ser realizadas em casa, dadas as instruções necessárias.

4 A ATIVIDADE “DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO SOM”

A atividade baseou-se na montagem experimental denominada “Acústica” e tem como objetivo a determinação da velocidade de propagação do som no ar. O experimento consiste em um tubo vertical com aproximadamente 1 metro de comprimento e 40 mm de diâmetro. O tubo contém água em seu interior, cujo nível pode ser controlado pelo utilizador através de comandos enviados a partir da interface gráfica (*web interface* ou *graphical user interface*), que controlam as válvulas de admissão e de vazão do líquido. Na extremidade superior do tubo há um alto-falante que representa a fonte de frequência, ou fonte emissora das ondas sonoras. Essa frequência é constante, igual a 500 Hz, e o utilizador pode ativá-la ou desativá-la. Um sensor de intensidade sonora está acoplado ao suporte do alto-falante e indica quando um harmônico ocorre com base na medida da intensidade do sinal. Outro sensor está ligado à base do tubo e fornece a pressão da coluna d’água naquele ponto – um sensor barométrico. Mais detalhes sobre essa montagem experimental, bem como sobre a sua utilização para fins didáticos, podem ser encontrados em Caetano (2019).

Na esteira de referenciais que apontam para os benefícios de atividades investigativas à aprendizagem de conceitos (2016), foi proposto aos estudantes que enchessem o tubo com água, ativassem o gerador de frequência e, aos poucos, realizassem o escoamento do líquido, interrompendo-o sempre que o sensor de intensidade sonora detectasse um harmônico – ponto de ressonância ou modo normal de vibração, conforme ilustração da Figura 1. Nessa ocasião, os estudantes deveriam realizar a determinação da distância entre a fonte de frequência e a superfície do líquido dentro do tubo, que é uma medida obtida indiretamente a partir da pressão na base do tubo e comunicada através da interface do experimento. Após

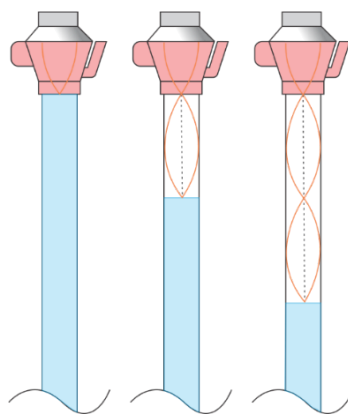
Thiago Costa Caetano

repetidas medidas, de posse dos valores médios $\bar{L}$ dessas distâncias correspondentes aos 3 modos normais observados ($n \in \{1, 2, 3\}$), os estudantes deveriam então determinar o coeficiente angular λ (comprimento de onda) da expressão

$$\bar{L} = (2n - 1) \frac{\lambda}{4}, n \in \mathbb{N}^*$$

por meio de um ajuste de funções. A partir daí a velocidade de propagação do som no ar é obtida multiplicando-se a frequência da fonte pelo λ encontrado.

Figura 1 – Três modos normais de vibração no experimento “Acústica”



Fonte: Elaborado pelo autor, com base na pesquisa realizada.

Ao todo, 26 estudantes dos cursos de Licenciatura em Física, Física Bacharelado, Engenharia Hídrica, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Aeronáutica participaram da atividade em grupos com 4 ou 5 integrantes. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

Observa-se que os valores para a velocidade de propagação do som no ar são, na sua totalidade, menores que o valor teórico. Isso sugere algum fator sistemático, provavelmente relacionado à temperatura do laboratório e/ou à pressão atmosférica – menor que a pressão atmosférica ao nível do mar, já que o laboratório encontra-se a aproximadamente 800 metros de altitude.

Thiago Costa Caetano

Tabela 1 – Resultados da determinação da velocidade do som no ar

	λ (cm)	Erro (cm)	Velocidade (m/s)	Erro (m/s)	Desvio rel (%)
Grupo 1	65.78	1.05	328.90	9.20	-3.26
Grupo 2	62.90	1.37	314.48	8.50	-7.51
Grupo 3	60.04	1.64	302.00	12.00	-11.18
Grupo 4	61.53	1.05	306.50	4.35	-9.85
Grupo 5	62.89	1.20	308.30	12.00	-9.32
Grupo 6	60.13	1.84	324.00	10.00	-4.71
Média	62.21		314.03		-7.64

Fonte: Estudantes que participaram da atividade experimental investigativa conduzida na disciplina Física Experimental II.

Do ponto de vista didático, os resultados são considerados adequados na medida em que a ordem de grandeza é coerente com aquela do valor teórico. Ademais, a obtenção de resultados coerentes é um forte indicativo do sucesso em seguir os procedimentos experimentais da atividade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante sempre ressaltar que experimentos com acesso remoto não têm (ou não deveriam ter) a pretensão de se tornarem um substituto para as atividades laboratoriais tradicionais. A situação trazida pela pandemia deixou claro que esse tipo de recurso tem o seu lugar no contexto educacional em determinadas circunstâncias. Os experimentos remotos foram fundamentais para a continuidade das atividades em disciplinas de caráter prático da universidade durante o período de isolamento na pandemia – o RTE.

A proposta foi bem recebida pelos estudantes e, quando consultados sobre o assunto, demonstraram que compreendem que o recurso era uma boa alternativa, dadas as condições restritivas. Na verdade, os resultados tanto do ponto de vista de desempenho técnico quanto do ponto de vista científico, foram surpreendentes. Os valores obtidos na atividade (Tabela 1) são coerentes com aqueles que se obtêm em atividades tradicionais e os

Thiago Costa Caetano

experimentos não apresentaram falhas técnicas significativas durante o período de sua utilização.

6 REFERÊNCIAS

CAETANO, Thiago Costa. Physics Remote Laboratory: A Kit for Acoustic and Hydrostatic Experiments, **Sisyphus – Journal of Education**, v. 7, No. 2, 2019. Disponível em <https://link.ufms.br/spw81>. Acesso em: 5 de julho de 2023.

CAETANO, Thiago Costa; MOREIRA, Camila Cardoso; OLIVEIRA, Isabela Dutra de. Desenvolvimento de um experimento didático operável remotamente para o ensino de termometria: um método para a determinação do coeficiente de dilatação linear do cobre baseado em efeito Joule. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44,, 2022. Disponível em <https://link.ufms.br/FfuaJ>. Acesso em: 6 jul. 2023.

MALHEIRO, João Manoel da Silva. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **Actio: docência em ciências**, v. 1, n. 1, p. 108-127, 2016. Disponível em <https://link.ufms.br/bf9XJ>. Acesso em 6 jul. 2023.

PENA, F. L. A., RIBEIRO FILHO, A. 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**, v. 9, n.1 , 2009

Sobre os autores

Thiago Costa Caetano

Licenciado em Física pela Universidade Federal de Itajubá em 2007. Mestre em Física e Matemática Aplicada com ênfase em Astrofísica, pela mesma instituição, em 2010. Doutor em Ciências com ênfase em Astronomia pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, em 2014. Tem atuado intensivamente no desenvolvimento de tecnologias educacionais para o Ensino de Física, especialmente na construção de experimentos controlados remotamente.

E-mail: tccaetano@unifei.edu.br

Agradecimentos

À FAPEMIG (APQ-01764-21) e ao CNPq (408828/2021-8) pelo auxílio financeiro.

Thiago Costa Caetano

Licença de acesso livre



A **ESUD | CIESUD** utiliza a [Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), pois acredita na importância do movimento do acesso aberto ao conhecimento.