



WORLD PENDULUM ALLIANCE: EXPERIMENTAÇÃO REMOTA

Jamila Santos Khalifa¹ – Universidade de Brasília
Júnio Márcio Rosa Cruz² – Universidade de Brasília
Gesil Sampaio Amarante Segundo³ - Universidade Estadual de Santa Cruz
Alice Melo Ribeiro⁴ – Universidade de Brasília

Resumo:

A World Pendulum Alliance é um projeto internacional que estabeleceu uma rede mundial de pêndulos gravimétricos por meio de um acordo entre diversas instituições pela Europa e América do Sul. Este projeto teve como objetivo o uso do pêndulo simples como base para a implementação de uma rede de experimentação remota em educação FREE (*Framework for Remote Experiments in Education*), por meio da instalação de uma constelação de pêndulos disponibilizados livremente para os usuários, via *www*. Esses pêndulos estão instalados em diversas localidades com diferentes latitudes, a fim permitir a determinação da aceleração da gravidade nestes locais, a qualquer momento, porém, de forma remota. Três parceiros no Brasil (Universidade de Brasília, Universidade Estadual de Santa Cruz e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro) colaboraram com o projeto na instalação e acompanhamento de uma rede de pêndulos em instituições de ensino básico e superior, públicas e privadas, com o objetivo de contribuir com a melhora da qualidade de ensino

¹ Jamila Santos Khalifa é discente de graduação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de Brasília e atua como gestora do projeto World Pendulum Alliance na UnB, também faz pesquisa científica na área de Microbiologia aplicada a fungos endofíticos do Cerrado brasileiro.

² Júnio Márcio Rosa Cruz possui graduação em Física pela Universidade de Brasília (1981), mestrado em Física pela Universidade de Brasília (1984), mestrado em Física - University of Toronto (1986) e doutorado em Física - University of Toronto (1991). Atualmente é professor associado IV da Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Física Experimental, com ênfase em Propriedades Óticas e Espectroscópicas da Matéria Condensada e Interação de Radiações com a Matéria.

³ Gesil Sampaio Amarante Segundo possui graduação em Física - Bacharelado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1993), mestrado em Física pela Universidade de São Paulo (1996) e doutorado em Física pela Universidade de São Paulo (2000). Atualmente é professor Titular da Universidade Estadual de Santa Cruz. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física de Plasmas e Descargas Elétricas, atuando principalmente nos seguintes temas: plasmas, antenas de rf, aquecimento e geração de fluxos por ondas de Alfvén, Computação de Alto Desempenho e Políticas Públicas de CT&I. É Coordenador do NIT-UESC, representante das ICTs na Rede de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia da Bahia (RePITTec), Presidente interino do Parque Científico e Tecnológico do Sul da Bahia, Presidente do Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (FORTEC) e ex-Coodenador-Geral do Forum de Assessores Parlamentares de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação (ForumCTIE).

⁴ Alice Melo Ribeiro, Professora da Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas (IB), atua no Núcleo de Educação Científica para o Ensino de Biologia (NECBio), na Universidade Aberta do Brasil (UAB) e no CEAD/UnB. Possui graduação em Biologia pela Universidade de Brasília (2000), mestrado em Patologia Molecular (Genética Molecular / Farmacologia) pela Universidade de Brasília (2003), doutorado em Patologia Molecular (Imunologia Aplicada) pela Universidade de Brasília (2008) e pós doutora pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP). Pesquisadora em Ciências da Saúde/Educação para a Saúde. Atua no Nucleo de Educação Científica (UnB) e na Universidade Aberta do Brasil (UnB). Tem experiência na área de Farmacologia, Imunologia, Ensino Básico e Superior de Ciências Biológicas, Formação de Professores para o ensino de Ciências Naturais e Biologia, Experimentação remota e Ensino a distância. Atua como pesquisadora em laboratório remoto para o ensino de Ciências e Biologia. Especialista em Educação a distância (2011). Atua e coordena projetos de extensão universitária. Coordenadora de extensão do IB e do CEAD /UnB. Coordenadora local do projeto de cooperação internacional World Pendulum Alliance, com ênfase na experimentação remota.



(Re)ocupar e (re)existir

9º Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura

no país, em uma realidade na qual poucas escolas possuem laboratórios de ciências. O objetivo desse artigo é discorrer sobre o projeto, suas características, motivações, finalidade, e o papel da Universidade de Brasília nele, assim como, elucidar aspectos relacionados a experimentação remota por meio do pêndulo simples. A partir disso, colaborar com a disseminação científica dessa ferramenta educacional e trazer mais visibilidade as redes de experimentação remota no Brasil.

Palavras-chave: experimento, pêndulo, educacional, remoto, latitude.

Abstract:

The World Pendulum Alliance is an international project that established a worldwide network of gravimetric pendulums through an agreement between several institutions across Europe and South America. This project aimed to use the simple pendulum as a basis for the implementation of a remote experimentation network (FREE - Framework for Remote Experiments in Education), through the installation of a constellation of pendulums freely available to users. These pendulums are installed in several locations with different latitudes, in order to allow the determination of the acceleration of gravity in these locations, at any time, however, remotely. Three partners in Brazil (University of Brasília, State University of Santa Cruz and Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro) collaborated with the project in the distribution of 11 secondary pendulums each to basic and higher education institutions, public and private, with the aim of to contribute to improving the quality of teaching in the country, in a reality in which few schools have science laboratories. The objective of this article is to discuss the project, its characteristics, motivations, purpose, and the role of the University of Brasília in it, as well as to elucidate aspects related to remote experimentation through the simple pendulum. From this, collaborate with the scientific dissemination of this educational tool and bring more visibility to remote experimentation networks in Brazil.

Keywords: experiment, pendulum, educational, remote, latitude.

1. Introdução

Laboratórios remotos são laboratórios virtuais em que os alunos podem acessar instrumentos e equipamentos reais em tempo real e controlá-los remotamente usando uma interface de computador ou smartphone (SOUSA, 2021). Esses laboratórios podem estar em outros prédios, cidades ou países e são projetados para ajudar os alunos a aprender habilidades práticas em diferentes áreas, como ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Isso permite que os alunos tenham acesso a equipamentos de ponta, mesmo que sua escola ou universidade não possua os recursos necessários. Além disso, os laboratórios remotos permitem que os professores monitorem o progresso dos alunos e forneçam feedback em tempo real.

A partir do conceito acima surgiu a World Pendulum Alliance, um projeto financiado pelo programa Erasmus+ for Capacity building da EACEA, que buscou estabelecer uma rede de experimentos remotos, para fins educacionais, por meio de um grande acordo com instituições de ensino superior, que mantêm pêndulos colocados em diferentes partes do



mundo para coletar dados sobre a aceleração da gravidade em diferentes latitudes e altitudes (Amarante-Segundo, 2022).

O projeto, envolveu instituições da Europa e da América Latina e um dos principais objetivos foi o de oferecer uma alternativa acessível para reduzir as consequências da falta de acesso à experimentação prática nas escolas e universidades, por meio da execução de experimentos reais, controlados de forma online.

O Instituto Superior Técnico (IST), da Universidade de Lisboa tem há bastante tempo se dedicado à experimentação remota para a educação por meio do *e-lab* (Neto, et al 2012; Torres, et al 2016). Este laboratório detém um conjunto de experimentos de Física controlados por meio de uma interface online, com iluminação e acesso ao vídeo em tempo real do experimento. O usuário controla algumas variáveis e acompanha a execução do experimento que está sendo realizado, podendo também baixar os dados coletados, como se a experiência tivesse ocorrido pessoalmente.

Isso dá às instituições de ensino médio e superior uma ferramenta importante para uma melhoria na infraestrutura educacional, oferecendo oportunidades para uma colaboração mais ampla, como na educação em ciências, tecnologia, engenharia e matemática e envolve muitos aspectos da tecnologia da informação, como manipulação, aquisição de dados, interface máquina-humano (Amarante-Segundo, 2022).

Em 2018 a Universidade de Brasília (UnB) integrou esse projeto internacional com o objetivo de colaborar na implementação de uma rede de experimentação remota pelo Brasil, com o uso do pêndulo simples como precursor desse projeto. Diante disso, por meio dele, a Rede WPA foi desenvolvida, com o intuito de ancorar um pêndulo primário e 11 pêndulos secundários, que foram instalados em instituições de ensino básico e superior pelo Brasil, da mesma forma que a PUC-Rio e a Universidade Estadual de Santa Cruz, na Bahia, além de instituições do Chile, Colômbia e Panamá. Instituições europeias na Espanha, França e República Checa, além do IST em Lisboa, abrigaram pêndulos primários.

2. O Pêndulo e a experimentação remota

O pêndulo simples é um dos modelos mais conhecidos de sistemas oscilatórios e tem sido um caso de livro didático para física introdutória, modelagem matemática e outras disciplinas, desde o ensino médio até cursos de pós-graduação. Consiste em um experimento no qual se mede o período de oscilação de uma esfera oscilante e, conhecendo-se o comprimento do fio que a sustenta e o seu raio, permite a determinação da aceleração a que



(Re)ocupar e (re)existir

9º Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura

um corpo está sujeito na superfície da Terra. Devido à rotação do Planeta, pontos mais afastados do eixo de rotação da Terra experimentam uma aceleração centrífuga maior que outros mais próximos do eixo, o que faz a força que nos atrai em direção ao solo depender ligeiramente da latitude. O efeito é pequeno, da ordem de 0,5%, haja vista que o valor da aceleração gravitacional varia de $9,77 \text{ m/s}^2$ no equador a $9,82 \text{ m/s}^2$ nos polos.

Por meio deste experimento, os alunos podem verificar que o valor da gravidade não é o mesmo em todos os pontos do planeta. O professor pode falar sobre as causas de sua variação, sendo as principais a distância ao centro do planeta e a aceleração centrífuga causada pela rotação da Terra. Ambos são dependentes da latitude, resultando em uma variável “g” que dá possibilidade para aplicações interessantes, como melhores os locais para lançamento de foguetes (os locais mais próximos da linha do Equador). Como é impraticável levar os alunos a diferentes latitudes para mostrá-los este efeito, a experimentação remota pode proporcionar-lhes essa excursão, disponibilizando este recurso ao vivo, mesmo à distância, e a retirada de conclusões a partir dos experimentos. É importante ressaltar que esse efeito de apenas 0,5% não é facilmente mensurável com experimentos simples sem os devidos cuidados. Em escolas, incertezas típicas em experimentos didáticos chegam facilmente a 10%. A proposta de espalhar pêndulos padrão com incerteza típica de 0,1% pela Europa e América Latina resolve esse problema e permite essa observação.

3. O papel da Universidade de Brasília no projeto

A Universidade de Brasília faz parte do grande acordo com o IST para implementação e dispersão do projeto no país junto a outros parceiros, tendo estabelecido uma sub rede com algumas instituições, principalmente no Distrito Federal, distribuindo um pêndulo para cada e capacitando docentes e técnicos em relação a experimentação remota. Essa sub rede permite que a Universidade colabore com as escolas, Institutos e Universidades que participam dessa iniciativa na divulgação e criação de metodologia para uso dessa ferramenta.

A Participação da UnB envolveu também a inserção de pesquisadores de áreas diferentes, com o planejamento de futuros experimentos para o ensino de Biologia. Para além disso, a sub-rede da UnB estabeleceu uma variedade peculiar de parceiros, tanto do ponto de vista da tipologia institucional, indo do ensino básico ao técnico e o superior, quanto geográfica, indo de Brasília ao Rio Grande do Sul. Também participou ativamente no suporte



de outras instituições do ponto de vista computacional, além de propor estudos envolvendo desde aspectos tecnológicos para a mensuração da oscilação não previstos em condições de baixa amplitude à medição dos efeitos de maré em diferentes localidades e datas.

A UnB participa agora do esforço para o estabelecimento de novo acordo de cooperação entre as instituições parceiras do WPA, desta vez independente de um recurso específico, mas envolvendo as diferentes contribuições específicas demonstradas por cada uma das instituições e o interesse comum de desenvolvimento de experimentações remotas para a educação.

4. Importância do projeto para melhoria da educação brasileira

É necessário trabalhar com os professores na criação de planos de aula, sequências didáticas e estratégias para ampliar o uso da rede. A promoção de eventos para troca de experiências entre os formuladores desses mecanismos está entre as possíveis estratégias de ação. Desta forma, conseguiremos iniciar uma nova maneira de trabalhar ciência na educação e dispersar novas formas de conhecimento para os alunos.

Essa iniciativa se mostra importante no país, pois, de acordo com o Censo Escolar de 2019 organizado pelo Ministério da Educação do Brasil, apenas 40,9% das Escolas Públicas Estaduais de Ensino Médio no Brasil possuíam algum tipo de laboratório de Ciências. Nas Escolas Públicas Municipais de Ensino Fundamental, apenas 3,6% possuíam laboratório de ciências (BRASIL, 2020).

No entanto, apesar de importantes questões serem levantadas há muito tempo (Hofstein, Lunetta, 1982), podemos dizer que a importância da experimentação remota está bem estabelecida, de modo que é considerado um indicador de excelência na avaliação de sistemas educacionais (Sokolowska, et al 2018). Em comparação com experimentos simulados, Sauter, Uttal, Rapp, Downing e Jona (2013) demonstraram que experimentos remotos são superiores em muitos sentidos, e isso é apoiado por Ratamun e Osman (2018).

Interessante ressaltar que a rede de experimentação remota tem uma tendência de crescimento e é um espaço aberto de experimentação afeita à robótica, em ampla expansão nas escolas. A rede de pêndulos é um arquétipo de sistemas de experimentação remota que está pronta e suficientemente madura para suportar o seu amplo uso, que ainda hoje é incipiente. Um esforço considerável para sua divulgação é, portanto, extremamente desejável.



5. Conclusão

A ausência quase generalizada de recursos experimentais na educação básica brasileira, mesmo em escolas privadas, mas principalmente em escolas públicas, junto à grande expansão da infraestrutura de transmissão de dados, ainda que longe do ideal nas localidades do interior, além do uso disseminado de dispositivos computacionais, especialmente os móveis, torna projetos como a World Pendulum Alliance alternativas bastante viáveis e atraentes para contribuir com a melhoria do ensino de ciências. Apesar de não ser uma iniciativa que pode ser considerada inteiramente nova (a UFSC possui um laboratório com 20 anos de uso em experimentação remota), este projeto tem possibilidade de ser amplamente utilizado na didática escolar e universitária, ajudando até mesmo na produção de pesquisa e artigos de divulgação científica, e, com o devido apoio, espera-se que consiga gerar uma sinergia que fomente a prática da experimentação nas escolas, há muito tempo esquecida como parte necessária à formação científica dos cidadãos do século XXI.

6. Referências

SOUSA, *Cidadania nas pesquisas em ensino de ciências: diálogo entre pesquisadores*. 2021. 353 f., il. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

G. S. Amarante-Segundo, B. G. Amarante, J. M. R. Cruz, A. M. Ribeiro, C. H. S. Amador and H. Fernandes, "World Pendulum Alliance: student's first impressions in Brazil," 2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), Panama, Panama, 2022, pp. 360-363, doi: 10.1109/IESTEC54539.2022.00062.

R.B. Neto, H. Fernandes, J. Pereira, A.S. Duarte, "e-lab remote laboratory integrated overview", Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2012 9th Conference.

A. Torres, M. Santos, S. Balula, J. Fortunato and H. Fernandes, "Turning the internet of (my) things into a remote controlled laboratory," 2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2016, pp. 371-374, doi: 10.1109/REV.2016.7444505.



Hofstein A, Lunetta VN. The Role of the Laboratory in Science Teaching: *Neglected Aspects of Research*. *Review of Educational Research*. 1982;52(2):201-217.
doi:10.3102/00346543052002201.

Sokolowska, Dagmara & Michelini, Marisa. (2018). *The Role of Laboratory Work in Improving Physics Teaching and Learning*. 10.1007/978-3-319-96184-2.

Megan Sauter, David H. Uttal, David N. Rapp, Michael Downing & Kemi Jona (2013) *Getting real: the authenticity of remote labs and simulations for science learning*, *Distance Education*, 34:1, 37-47, DOI: 10.1080/01587919.2013.770431

Ratamun, M. M., & Osman, K. (2018). *The effectiveness of virtual lab compared to physical lab in the mastery of science process skills for chemistry experiment*. *Problems of Education in the 21st Century*, 76(4), 544.

CENSO DA EDUCAÇÃO BÁSICA | 2019, RESUMO TÉCNICO.

https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_da_educacao_basica_2019.pdf. Acesso em 24. jul. 2023.

Agradecimentos

Dedico os agradecimentos aos professores Alice Melo Ribeiro, Júnio Márcio Rosa Cruz e Gesil Amarante Sampaio pelas orientações, ensinamentos e revisões que tornaram possível a confecção desse artigo. Agradeço imensamente aos professores pela constante colaboração e dedicação para o enriquecimento da minha trajetória acadêmica.