



## INOVAÇÕES E EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS EM CTS INNOVACIONES Y EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS EN CTS

### O PROJETO “HANDS-ON REMOTE”<sup>1</sup> – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS A DISTÂNCIA

Pedro Reis<sup>1</sup>, Mónica Baptista<sup>1</sup>, Luís Tinoca<sup>1</sup>, Lorenz Kampschulte<sup>2</sup>,  
Wojciech Karcz<sup>3</sup>, Marion Pellowski<sup>2</sup>, Miriam Voss<sup>4</sup> e Adam Zahler<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (Portugal). <sup>2</sup>Deutsches Museum, Munich (Germany). <sup>3</sup>Copernicus Science Center, Warsaw (Poland). <sup>4</sup>Technical University Munich, Munich (Germany)

#### Introdução

O trabalho prático (atividades práticas realizadas pelos estudantes) e a experimentação (atividades práticas onde os estudantes podem introduzir alterações em algumas variáveis e observar o efeito dessas alterações em alguns fenómenos) são componentes importantes da prática escolar geral e essenciais para a aprendizagem de conceitos e processos de ciência, tecnologia e engenharia (Lytvyn et al., 2020). No entanto, durante as restrições impostas pelo Covid-19, estas práticas educacionais eram impossíveis de realizar presencialmente nas escolas. Esta situação proporcionou um bom contexto e pretexto para a exploração de boas alternativas educativas para estas atividades presenciais.

O principal objetivo do projeto “Hands-on-Remote” é melhorar as competências digitais de professores e estudantes e fornecer aos professores recursos gratuitos para que possam reagir de forma flexível, com abordagens inovadoras e conceitos de alta qualidade em vários cenários pandémicos. A transferência do ensino experimental para o domínio digital permite não só melhorar a situação educacional dos estudantes em quaisquer condições pandémicas, mas também estabelecer uma ligação mais estreita entre o trabalho realizado em casa e o trabalho realizado na escola. Do mesmo modo, educadores de outros

1 O projecto Hand-on Remote foi financiado pelo programa Erasmus+ KA226 Partnerships for Digital Education Readiness (2020-1-DE02-KA226-VET-008295)



contextos (por exemplo, museus, centros de ciência ou laboratórios) podem estar interessados em criar os seus próprios recursos e desenvolver novas ideias com base nas bases estabelecidas neste projeto.

### **Atividades práticas a distância: potencialidades e limitações**

Várias instituições tentaram contornar as limitações impostas pelo Covid-19, adotando diferentes estratégias: a) desenvolvendo kits com os materiais necessários para a implementação de atividades práticas em casa e enviando-os por correio para os estudantes; b) recorrendo a experiências remotas disponibilizadas em laboratórios remotos; c) recorrendo a simuladores de fenómenos disponibilizados em laboratórios digitais. Todas estas opções podem também ser particularmente úteis para ultrapassar as desvantagens dos laboratórios tradicionais, tais como disponibilidade limitada, manutenção dispendiosa e problemas de segurança (Destino et al., 2021; Schmidt et al., 2021).

Existem três tipos diferentes de experiências a distância de acordo com a forma de acesso aos recursos (remota ou local) e a natureza física do laboratório (simulada ou real): a) locais e reais (implementadas pelos estudantes na sua casa através da utilização de recursos enviados por correio ou disponíveis em casa); b) remotas e reais (experiências reais situadas num laboratório físico – experiências remotas – e que são acedidas e controladas de forma síncrona pelos estudantes, num tempo à sua escolha, através da Internet); e c) remotas e virtuais (experiências virtuais, principalmente simulações – baseadas num laboratório virtual – acedidas e controladas pelos estudantes, num tempo à sua escolha, através da Internet).

Vários projetos de química da cozinha (materiais comprados pelos estudantes ou enviados para casa num pacote pelo professor) foram criados em resposta às perturbações causadas pela pandemia da SARS-CoV-2. O baixo custo destes kits oferece uma oportunidade de satisfazer necessidades de experiências laboratoriais neste tipo de circunstâncias (Destino et al., 2021). Schmidt et al. (2021), por exemplo, desenvolveram um conjunto de módulos de aprendizagem



a distância que utilizam adesivos domésticos como contexto para o ensino a distância de química orgânica e de polímeros. Estes módulos proporcionam experiências de aprendizagem prática, sobre química de polímeros, fora do laboratório tradicional. Os módulos: a) abordam conceitos-chave de síntese de polímeros, interações intermoleculares, propriedades termomecânicas, relações estrutura-função e design molecular; e b) promovem competências de investigação, tais como pesquisa de fontes primárias de literatura, produção de amostras de teste, explicação de resultados experimentais inesperados, e revisão de procedimentos experimentais.

Noutro projeto, os estudantes sentiram-se capacitados ao construir e desenhar circuitos em casa, com materiais acessíveis, em comparação com a utilização de dispositivos dispendiosos de alta fidelidade na universidade. A utilização de altifalantes fabricados por eles próprios para validar a funcionalidade dos circuitos foi particularmente gratificante para os estudantes (Alamatsaz e Ihlefeld, 2021).

Contudo, atualmente, as experiências remotas parecem estar a ganhar terreno relativamente a outros meios disponíveis para a realização de experiências. As experiências remotas têm duas características básicas: o utilizador e o dispositivo experimental estão localizados em locais diferentes (por exemplo, o utilizador está em casa e o dispositivo está num laboratório); e utilizam um dispositivo experimental real possível de ser ativado e controlado através da Internet (Gomes e Bogosyan, 2009). Este tipo de dispositivo (disponível durante as 24h de todos os dias da semana) permite a realização de experiências remotas como trabalhos de casa (de qualquer outro lugar), sem risco de danificar o equipamento ou necessidade de ter múltiplos instrumentos, e com a possibilidade de repetir tantas vezes quantas desejar, sem riscos para a saúde. O controlo da experiência (das suas variáveis e lógica) através da Internet permite ao aluno resolver possíveis problemas, ativando *inputs* e observando os *outputs* consequentes. Desta forma, o laboratório remoto reduz significativamente os custos, tornando as experiências laboratoriais disponíveis em qualquer altura e local, acomodando grupos maiores de estudantes e personalizando os percursos de aprendizagem dos estudantes (Callaghan et al., 2021; Tatli e Ayas, 2020).



Apesar de todos os benefícios dos laboratórios virtuais, existem algumas limitações. Uma é que, na maioria dos casos, apenas um utilizador pode realizar uma experiência de cada vez. No entanto, por vezes, está disponível um sistema de agendamento, permitindo a atribuição de tempo para cada utilizador. Outras limitações são: a) a falta de oportunidade para experimentar a resolução de problemas real baseada em resultados inesperados (uma capacidade importante para a investigação científica); e b) a simplificação excessiva da saúde e da segurança no ambiente do laboratório (Tatli & Ayas, 2020).

Outra oportunidade menos dispendiosa oferecida pela evolução da tecnologia (e atualmente em desenvolvimento intensivo) são os laboratórios virtuais (Heradio et al., 2016), envolvendo aplicações baseadas na web (simuladores), destinados a ajudar os estudantes a compreender processos complexos (Manuel et al., 2019). Têm também a vantagem de permitir aos estudantes trabalhar de forma colaborativa ao mesmo tempo (De la Torre et al., 2015), o que não é permitido por laboratórios remotos. No entanto, não proporcionam uma visualização real da informação do laboratório como os laboratórios remotos (Rodríguez-Gil et al., 2014).

Além dos importantes benefícios da redução de custos, maior disponibilidade e acessibilidade, maior autonomia e flexibilidade durante o processo de aprendizagem, observação em larga escala, e maior segurança, alguns estudos mostram que os laboratórios virtuais podem substituir a posição dos laboratórios de prática (Brinson, 2015). Contudo, a impossibilidade de investigação real, afeta o pleno desenvolvimento de capacidades práticas (por exemplo, a utilização de instrumentos de medição e a forma como estão ligados e a medição de quantidades físicas), exigindo uma combinação equilibrada com laboratórios práticos (Brinson, 2015).

Os laboratórios remotos e virtuais são utilizados para o ensino em diferentes países (por exemplo, Polónia, Portugal, Indonésia e Brasil), permitindo promover uma aprendizagem mais independente e flexível, de acordo com as necessidades dos estudantes, e uma aprendizagem mais prática e eficiente em contextos fortemente afetados pela falta de recursos (Grądzki, 2021).



## Os módulos “Hands-on-Remote”

O desenvolvimento de unidades de aprendizagem que permitem a realização de atividades experimentais em ambientes de aprendizagem online, híbridos e presenciais é fundamental para o nosso projeto. Devido à COVID-19 e à multiplicidade de incertezas que a pandemia comporta, existe necessidade de soluções flexíveis que os professores possam utilizar para apoiar os seus alunos em cada um dos cenários possíveis (virtual, híbrido, presencial). A redução de contactos pessoais em resultado da pandemia é difícil de suportar, especialmente pelos jovens. Por conseguinte, foi dada uma atenção especial ao desenvolvimento de estratégias promotoras do sentido de comunidade entre os estudantes que constituem um elemento inovador dos módulos propostos.

Todos os módulos de ensino cobrem um período de aulas longo, por exemplo, uma sequência com cerca de seis aulas. Isto assegura a existência de tempo suficiente para a familiarização com a nova abordagem de aprendizagem e a construção de um conhecimento mais profundo do sistema digital, permitindo aos alunos utilizá-lo de múltiplas formas. Por outro lado, proporciona a possibilidade de realizar experiências mais complexas que necessitam de competências mais elaboradas. Além disso, o período de tempo mais longo permite integrar tarefas relacionadas com a reflexão sobre as implicações sociais colocadas pelas novas propostas científicas e tecnológicas. Para nós, esta reflexão sobre as interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade é crucial para a compreensão da complexidade do mundo atual e para a participação em processos decisórios sobre novas propostas científicas e tecnológicas.

Os elementos centrais de cada módulo resultante são:

- Um enquadramento para o professor destinado a facilitar a sua integração curricular
- Uma unidade introdutória ao tema
- Instruções Passo a Passo para a implementação das atividades práticas em diferentes ambientes (virtual, híbrido, presencial)
- Uma unidade de conclusão com tarefas de reflexão
- Detalhes sobre como promover a experiência e o sentimento de comunidade

Todos os materiais estão disponíveis em:

<https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-DE02-KA226-VET-008295>



## Referências

Alamatsaz N.; Ihlefeld, A. (2021). Teaching Electronic Circuit Fundamentals via Remote Laboratory Curriculum. *Biomedical Engineering Education*, 1(1), 105-108

Brinson, J.R. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. *Computers & Education*, 87, 218-237 (2015).

Callaghan, N.I.; Khaira, S.; Ouyang, A. et al. (2021). Discovery: Virtual Implementation of Inquiry-Based Remote Learning for Secondary STEM Students During the COVID-19 Pandemic. *Biomedical Engineering Education*, 1, 87–94

De la Torre, L.; Guinaldo, M.; Heradio, R.; Dormido, S. (2015). The Ball and Beam System: A Case Study of Virtual and Remote Lab Enhancement with Moodle. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 11(4) 934-945.

Destino, J.F., Gross E.M.; Niemeyer, E.D.; Petrovic, S.C. (2021). Hands-on experiences for remotely taught analytical chemistry laboratories. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 413, 1237-1244.

Gomes, L.; Bogosyan, S. (2009). Current trends in remote laboratories. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 56(12), 4744-4756.

Grądzki, W. (2021). Educational portals as an opportunity to develop forms of education in vocational education. *Journal of Modern Science*, 1(46), 159–173.

Heradio, R.; de la Torre, L.; Galan, D.; Cabrerizo, F. J.; Herrera-Viedma, E., Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers & Education*, 9814-38.

Lytvyn, A.; Lytvyn, V.; Rudenko, L.; Pelekh, Y.; Didenko O.; Muszkieta, R.; Żukow, W. (2020). Informatization of technical vocational schools: Theoretical foundations and practical approaches. *Education and Information Technologies*, 25, 583-609.

Manuel, P., Pilar, A.; Dolores, R.M. (2019). Characterization of biodiesel using virtual laboratories integrating social networks and web app following a ubiquitous - and blended -learning. *Journal of Cleaner Production*, 215, 399–409.



Rodriguez-Gil, L.; Orduña, P.; Garcia-Zubia, J.; Angulo, I.; Lopez-de-Ipiña, D. (2014). Graphic Technologies for Virtual, Remote and Hybrid laboratories: WebLab-FPGA hybrid lab. *International conference on remote engineering and virtual instrumentation*, 163-166.

Schmidt, S.; Wright, Z.M.; Eckhart, K.E.; Starvaggi, F.; Vickery, W.; Wolf, M.E.; Pitts, M.; Warner, T.; Taofik, T.; Ng, M.; Colliver, C.; Sydlik, S. A. (2021). Hands-On Laboratory Experience Using Adhesives for Remote Learning of Polymer Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 98, 3153-3162.

Tatli, Z.; Ayas, A. (2020). Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. *Educational Technology & Society*, 16(1), 159-170.

**Ficha Técnica**

Título: Boletim da AIA-CTS  
Boletín de la AIA-CTS

Editores: José María Oliva  
Álvaro Chrispino

Concepção Gráfica: Esfera Crítica

Propriedade: AIA-CTS Associação Ibero-Americana

Ciência-Tecnologia-Sociedade na Educação em Ciência

Nº: 19

ISSN: 2183-5098

Data: Setembro - 2023

Periodicidade: Semestral

Os artigos são da inteira responsabilidade dos seus autores  
e não veiculam ideias da AIA-CTS.

Associação AIA-CTS  
Universidade de Aveiro  
Campus Universitário Santiago  
3810-193 AVEIRO  
PORTUGAL  
[de-aia-cts@ua.pt](mailto:de-aia-cts@ua.pt)  
<http://aia-cts.web.ua.pt/>