

## **Integrando Laboratórios Remotos a Ambientes Virtuais de Aprendizagem por meio do Protocolo LTI**

**Josiel Pereira<sup>1</sup>, José Pedro Schardosim Simão<sup>2</sup>, Letícia Sophia Rocha Machado<sup>2</sup>, Juarez Bento da Silva<sup>3</sup>, Gertrudes Aparecida Dandolini<sup>1</sup>, João Bosco da Mota Alves<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento –  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Florianópolis/SC - Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação –  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre/RS - Brasil

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação –  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Araranguá/SC - Brasil

{josiel.pereira, juarez.silva, gertrudes.dandolini,  
joao.bosco.mota.alves}@ufsc.br, {schardosim.simao,  
leticiamachado}@ufrgs.br

**Abstract.** *This article proposes using the Learning Tools Interoperability (LTI) protocol to incorporate remote laboratories into Virtual Learning Environments (VLEs). This innovative approach expands teaching and learning possibilities, particularly in fields requiring practical experimentation. The solution integrates the remote laboratory management environment (RELLE) with Moodle, using the Design Science Research (DSR) methodology. It enables access to online practical experiments, enriching the learning experience. The result allows for easy integration of remote labs into Moodle, requiring minimal adjustments to the configuration page for future additions.*

**Keywords:** Moodle, LTI, Remote Laboratories.

**Resumo.** *Este artigo propõe a utilização do Protocolo de Interoperabilidade de Ferramentas de Aprendizagem (LTI) para incorporar laboratórios remotos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Essa integração amplia as possibilidades de ensino e aprendizagem, especialmente em áreas que exigem experimentação prática. A solução combina o ambiente de gerenciamento de laboratórios remotos (RELLE) com o Moodle, utilizando a metodologia Design Science Research (DSR). O acesso a experimentos práticos on-line oferece uma experiência de aprendizagem mais rica. Como resultado, foi possível disponibilizar um laboratório remoto no Moodle e facilitar a inclusão de novos laboratórios, ajustando a página de configuração.*

**Palavras-chave:** Moodle, LTI, Laboratórios Remotos.

### **1. Introdução**

O sistema educacional atual enfrenta desafios significativos para proporcionar experiências de aprendizagem que sejam ao mesmo tempo práticas e acessíveis. Isso é

especialmente evidente nas disciplinas STEM (acrônimo em inglês para Science, Technology, Engineering, and Mathematics), que dependem fortemente de atividades práticas. Essas disciplinas encontram dificuldades para oferecer laboratórios que atendam às necessidades de alunos e professores, tanto no ensino presencial quanto, principalmente, em contextos de educação a distância [Silva et al., 2021]. Frequentemente, os alunos não têm a oportunidade de participar de aulas práticas em laboratórios convencionais, especialmente em cursos oferecidos na modalidade a distância [Silva et al., 2020].

Os laboratórios remotos surgem como uma possibilidade real e promissora para minimizar essas barreiras, ao possibilitarem o acesso e manuseio de experimentos reais através da internet, minimizando assim as barreiras espaço-temporais. Em um laboratório remoto os usuários são capazes de trabalhar com equipamentos e dispositivos e observar as atividades através de uma câmera web, a partir de dispositivos móveis ou de computador [Silva et al., 2014]. Isto proporciona aos estudantes um ponto de vista real do comportamento de um sistema e lhes permite acessar os recursos disponíveis em um laboratório remoto a partir de qualquer local e momento que necessitem.

Por outro lado, conforme Petare et. al [2023], um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) disponibiliza diversas ferramentas educacionais que podem transformar a experiência educacional, oferecendo experiências de aprendizado personalizadas e adaptativas aos alunos. Um AVA tem capacidade de rastreamento de progresso dos alunos, de monitoramento dos resultados de aprendizagem e também de fornecer *feedback* imediato [Gomes e Pimentel, 2021]. De acordo com Ruano et. al 2019 os AVA estão presentes em grande parte das universidades, tornando a integração de laboratórios remotos com AVAs um objetivo importante para os pesquisadores da área, visando fornecer esses recursos em ambientes que os alunos já estão familiarizados.

No caso da pesquisa aqui apresentada, nosso objetivo é alcançado por meio de um protocolo de integração que possa assegurar a interoperabilidade, a facilidade de uso e a gestão eficiente dos recursos. Mais especificamente o Protocolo de Interoperabilidade de Ferramentas de Aprendizagem (LTI), que se apresenta-se como uma solução robusta para essa necessidade, facilitando a integração de ferramentas externas em plataformas de aprendizagem de maneira padronizada e segura.

As plataformas combinadas na solução desenvolvida incluem o Ambiente de Aprendizagem com Laboratórios Remotos (do inglês, *Remote Labs Learning Environment*), ou simplesmente RELLE. Este é o sistema de gerenciamento de laboratórios remotos desenvolvido pelo Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Sendo integrado com o Moodle, utilizado como AVA na UFSC e pelo laboratório em atividades de pesquisa e extensão.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar a implementação da integração entre um sistema de gerenciamento de laboratórios remotos (RELLE) a um

AVA (Moodle), sendo esta realizada utilizando o protocolo LTI. Nas seções 2 e 3 é exposto a fundamentação teórica do trabalho, abordado a temática de Laboratórios Remotos e AVAs.

## 2. Laboratórios Remotos

A experimentação desempenha um papel crítico na educação em ciências, permitindo que os alunos apliquem conhecimentos teóricos a cenários da vida real, testem hipóteses e desenvolvam habilidades essenciais como resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipe. No laboratório, os alunos podem experimentar equipamentos, materiais e processos que podem não estar disponíveis na sala de aula, adquirindo experiência prática [Carvalho et. al, 2018].

Com o advento da Tecnologia Digital, as atividades de laboratório ganharam novos horizontes. Os laboratórios online trouxeram experimentos para a web e podem ser divididos em laboratórios virtuais, simulações baseadas na web, laboratórios remotos, nos quais a manipulação de equipamentos reais ocorre pela Internet, e laboratórios híbridos, que combinam elementos dos dois anteriores [Auer et. al, 2003; Zutin et. al, 2010].

Os laboratórios remotos são caracterizados por Fidalgo et al. [2014] como um tipo de laboratório no qual "o aparato experimental e o usuário estão fisicamente separados, e a execução do experimento requer um meio de comunicação (por exemplo, a Internet) entre o usuário e o equipamento remoto, além de uma interface específica do usuário".

Uma das principais vantagens dos laboratórios remotos é sua conveniência em termos de agendamento, acesso e uso: os alunos podem acessar os laboratórios a qualquer momento e de qualquer lugar, permitindo experiências de aprendizado mais personalizadas [Corter et. al, 2011].

De acordo com Gomes e Bogosyan [2009], os seguintes componentes são tipicamente encontrados em laboratórios remotos:

- O próprio experimento.
- Dispositivos e equipamentos de instrumentação que permitem o controle do experimento e a aquisição de dados.
- Um servidor de laboratório que garante o controle e monitoramento do experimento por meio de atuadores e equipamentos de instrumentação.
- Um servidor que garante a conexão entre usuários e o laboratório, geralmente pela Internet.
- Um servidor de vídeo que pode ser utilizado por usuários remotos para obter feedback visual e/ou auditivo sobre o status do experimento.

O hardware de um laboratório remoto geralmente consiste em um conjunto de sensores e atuadores responsáveis por realizar os acionamentos e leituras solicitados pelo usuário, um microcontrolador ou um computador de placa única (SBC) que media a solicitação do usuário e a executa no circuito. O uso de SBCs tornou-se cada vez mais

popular no desenvolvimento de laboratórios remotos devido ao seu custo mais baixo em comparação com computadores tradicionais [Bermudez-Ortega et. al, 2017; Daros et. al, 2015].

O software varia de acordo com diferentes arquiteturas, mas geralmente envolve um servidor, que recebe solicitações de usuário e retorna os resultados das leituras, e um cliente responsável pela conexão com o servidor e envio de solicitações. Modelos como os apresentados por Bermudez-Ortega et al. [2017] e Farah et al. [2015], incluindo a especificação de dispositivos inteligentes para laboratórios remotos [IEEE, 2019], têm preferido o uso de conexões assíncronas e o protocolo WebSocket.

O acesso do usuário ao experimento geralmente é mediado por um sistema de gerenciamento (RLMS, Sistema de Gerenciamento de Laboratórios Remotos) que acumula funções comuns para todos os laboratórios remotos, como agendamento, autenticação, autorização e gerenciamento de usuários.

### **3. Ambientes Virtuais de Aprendizagem**

O avanço tecnológico impulsionou estudantes e educadores a buscar novas ferramentas para mediar o processo de ensino e aprendizagem. Prata-Linhares [2012] observa que o ensino tradicional já não era mais suficiente, sendo necessário romper com os limites da sala de aula para que a educação ultrapassasse o rígido modelo tradicional.

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) são considerados como um sistema complexo que converge componentes tecnológicos e pedagógicos com o propósito de facilitar e complementar o trabalho do docente, mediados por ferramentas e recursos digitais, seja para um ensino remoto ou híbrido. [Solar; Castillo; Minano, 2024]. Pereira, Schmitt e Dias [2007] sugerem que esses ambientes surgiram para atender à demanda pela necessidade de aprimorar o conhecimento, tornando assim a ferramenta de apoio uma das protagonistas no ensino e aprendizagem.

Esses ambientes são planejados, desenvolvidos e organizados com objetivos educacionais, auxiliando processos de ensino e aprendizagem, seja em ambientes de aprendizagem à distância ou presenciais. Eles facilitam a integração de diversos tipos de mídia, idiomas e recursos, promovendo interações entre indivíduos e objetos de conhecimento. Permitem várias intersecções, incluindo aluno-aluno, professor-aluno, aluno-conteúdo, entre outros, possibilitando a criação, produção e compartilhamento de produções com objetivos pedagógicos específicos [Almeida, 2003].

Essas ferramentas tornaram-se fundamentais no cenário educacional moderno, fornecendo uma plataforma abrangente para administração, documentação, rastreamento e entrega de cursos educacionais e programas de treinamento. Oferecem aos educadores e administradores um hub centralizado para gerenciar e organizar diversos aspectos do processo de aprendizagem, incluindo desenvolvimento de currículo, gerenciamento de conteúdo e rastreamento do desempenho dos alunos. Ao incorporar recursos como avaliações online, ferramentas de avaliação e materiais de curso personalizáveis, os AVAs permitem que os instrutores projetem experiências de aprendizagem envolventes e interativas adaptadas às necessidades específicas de seus alunos.

#### 4. Metodologia

A opção metodológica, para desenvolvimento da plataforma recaiu sobre o *Design Science Research* (DSR), Segundo Hevner (2007), utiliza-se o DSR para o desenvolvimento de sistemas de informação. De acordo com este autor, os conhecimentos necessários para realizar uma pesquisa em sistemas de informação envolvem os paradigmas da “ciência do comportamento” e “ciência do *design*”. A ciência do comportamento aborda a pesquisa pelo desenvolvimento de teorias que explicam fenômenos relacionados com a necessidade de negócio identificada e a ciência de design aborda a pesquisa pelo desenvolvimento e avaliação de artefatos projetados para atender a necessidade de negócio identificada. A metodologia adotada, costuma seguir as seguintes etapas: Identificação do Problema e Motivação, Definição dos Objetivos da Solução, Design e Desenvolvimento, Demonstração, Avaliação e Comunicação.

- **Identificação do Problema e Motivação / Definição dos Objetivos da Solução:** Reconhecendo a necessidade de existir uma forma de disponibilizar o acesso a laboratórios remotos por meio de um AVA em um determinado contexto. Para atender essa necessidade é preciso realizar um estudo de formas de integração de AVAs com sistemas externos, chegando um protocolo amplamente utilizado e a compatibilidade para fazer esse tipo de integração. Nessa etapa é feito um levantamento das informações necessárias para construção da resolução do problema e definição do objetivo.
- **Design e Desenvolvimento:** É determinado os requisitos e atividades para alcançar a ideia para atender a necessidade identificada. Sendo as atividades levantadas: configurações de certificados de segurança, configurações de rotas de acesso no sistema, definições de URLs, adequação das bases de dados, desenvolvimento das páginas *web* necessárias. Em seguida sendo efetuado o desenvolvimento das atividades elencadas.
- **Demonstração:** Nessa etapa são realizados testes para verificar a aplicabilidade da solução desenvolvida. Sendo os testes feitos pela equipe envolvida com acessos e interações realizadas de modo a verificar as funcionalidades da solução.

Em relação às etapas Avaliação e Comunicação, estas não foram contempladas nesse trabalho, sendo passos futuros para a sua conclusão. Na etapa de avaliação é mensurado a eficácia, desempenho e relevância dos objetivos da solução desenvolvida. Por fim, na etapa de Comunicação é divulgado os resultados para as partes interessadas por meio de relatórios ou participações em eventos.

#### 5. Discussão

O LTI (*Learning Tools Interoperability*) é um padrão desenvolvido pela IMS Global que permite a integração de recursos terceiros ao Moodle de uma forma segura. O LTI permite uma troca segura de informações que possibilita uma experiência coesa para seus usuários. O padrão LTI é utilizado pelo *plugin* do Moodle “Ferramenta Externa”, para ser feita a integração, é preciso que a aplicação externa possua compatibilidade

com este padrão. A ferramenta externa se diferencia de outros *plugins* que possibilitam a integração de aplicações externas, por criar uma comunicação segura, enviar informações de contexto (curso, instituição e nome do usuário) e a possibilidade de se atribuir nota.

Dessa forma, nós utilizamos esse padrão como estratégia para integrar o ambiente de gerenciamento de laboratórios remotos RELLE com o ambiente de ensino e aprendizagem Moodle, para proporcionar aos usuários uma forma mais simples de acessar os laboratórios remotos e o professor pode ter mais controle sobre o trabalho dos estudantes feito fora do ambiente virtual de ensino aprendizagem.

Quando o acesso é realizado pelo estudante mediante uso da ferramenta externa no Moodle, informações são entregues ao RELLE que identificam o usuário e isso pode ser usado como forma de contextualizar dados obtidos durante a experiência no laboratório remoto e entregar ao professor ou aluno como forma de conferir um feedback e propor uma reflexão sobre a prática realizada, permitir que o professor avalie a prática feita pelos estudantes ou compreender o comportamento de uma determinada turma. Essas ações podem ser obtidas por meio de uma aplicação de *Learning Analytics* que explore os dados gerados nas experiências com laboratórios remotos utilizando a ferramenta externa.

Na solução desenvolvida, quando o professor cria a atividade de “Ferramenta Externa” e realiza as configurações para acessar o RELLE, em um primeiro momento ele será direcionado para uma página onde vai configurar a atividade que será disponibilizada para os seus alunos. Na configuração inicial, ele deve selecionar o laboratório remoto, descrição do que precisa ser feito na experiência, e definir um resultado esperado, ilustrado na Figura 1. Por exemplo, um dos laboratórios disponibilizados no RELLE, é o Painel AC 2, ao acessar o usuário pode acionar chaves e montar circuitos que acenderão lâmpadas e conforme o circuito montado obterá uma intensidade de lâmpadas. Na configuração desse laboratório o professor selecionará qual o circuito que deve ser montado.



Figura 1. Página configuração acessada via Moodle

No acesso dos alunos, serão apresentados a descrição da atividade que precisa ser feita e direcionados para o laboratório remoto como pode ser visto na Figura 2 e Figura

### Descrição da atividade a ser realizada

Descrição do que o aluno deve efetuar no laboratório remoto  
Campo para o professor preencher com uma breve descrição do que o aluno deve realizar no laboratório remoto para alcançar o resultado esperado pelo professor. Painel Elétrico CA 2 31

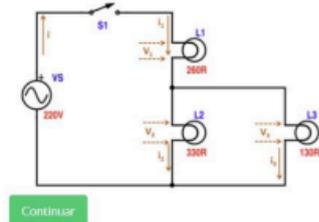


Figura 2. Acesso da descrição da atividade pelo aluno

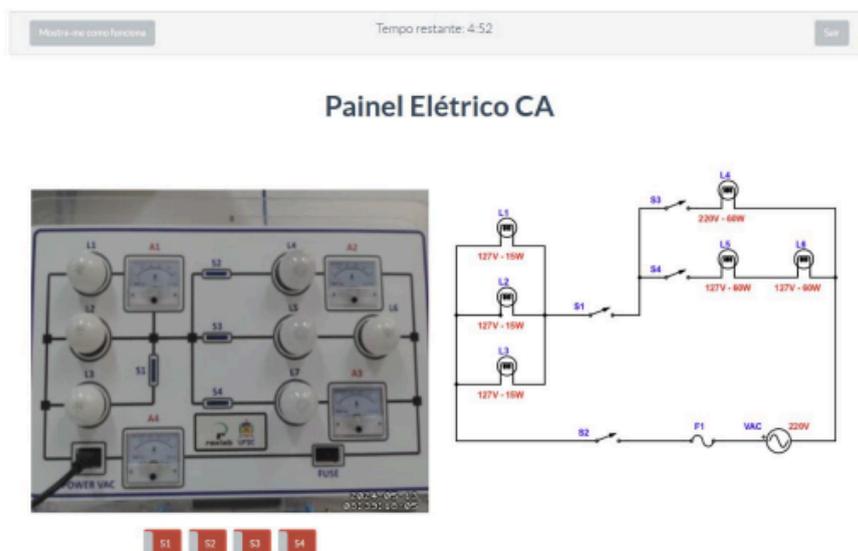


Figura 3. Acesso ao laboratório remoto via Moodle

As interações efetuadas pelos alunos serão armazenadas em uma base de dados para posteriormente serem recuperadas e exibir os resultados de interações por alunos para o Professor.

A integração implementada entre o sistema de gerenciamento de laboratórios remotos e o AVA está alinhada com o trabalho de Solis-Lastra, Albertini e Brandão (2023), que destacam como indispensável a integração de um AVA com laboratórios remotos quando os laboratórios remotos estão inseridos em cursos teóricos e se busca implementar diversos laboratórios em um único ambiente.

## 5. Conclusão

A integração de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, como o Moodle, com laboratórios remotos através da tecnologia LTI pode trazer benefícios importantes para o campo da educação. Essa abordagem não só pode ampliar o alcance e a acessibilidade dos recursos laboratoriais, como também facilitar o monitoramento e a avaliação das atividades dos alunos por parte dos professores.

No decorrer deste artigo, exploramos como a implementação do LTI permite uma integração robusta entre o Moodle e os laboratórios remotos, proporcionando um ambiente de aprendizagem coeso e eficaz. Através desta integração, os educadores podem acompanhar em tempo real o progresso dos alunos, acessando relatórios detalhados de suas atividades e desempenho. Essa funcionalidade é crucial para identificar rapidamente dificuldades, fornecer feedback direcionado e personalizar o processo de aprendizagem, atendendo melhor às necessidades individuais dos alunos.

Em conclusão, a integração via LTI entre o Moodle e os laboratórios remotos se apresenta como uma solução inovadora e eficaz para os desafios educacionais. Ela não apenas otimiza a gestão das atividades acadêmicas, mas também enriquece a experiência educacional ao tornar o aprendizado mais dinâmico e acessível. Com a contínua evolução das tecnologias educacionais, espera-se que essas integrações se tornem cada vez mais sofisticadas, ampliando ainda mais as possibilidades de ensino e aprendizagem remotos.

Contudo, para que o professor esteja munido de informações detalhadas sobre a experiência de aprendizagem de seus estudantes durante seus experimentos, ainda é necessário que se adicione funcionalidades a esta integração. Como trabalhos futuros, será implementada uma *dashboard* para que o professor possa acompanhar o desempenho de seus alunos, exibindo informações sobre as interações dos alunos, se conseguiram realizar atividade proposta, quando foi feito e o tempo utilizado para atingir o resultado esperado. Além disso, é recomendado explorar outros laboratórios presentes no RELLE para ampliar as possibilidades para professores e alunos.

## Referências

- Almeida, M. E. B. D. (2003). Tecnologia e educação a distância: abordagens e contribuições dos ambientes digitais e interativos de aprendizagem. In: Reunião anual da Anped, 26.
- Auer, M., et al. (2003). Distributed virtual and remote labs in engineering. In: IEEE International Conference on Industrial Technology, Maribor, Slovenia. Proceedings... IEEE, v. 2, p. 1208–1213.
- Bermúdez-Ortega, J., Besada-Portas, E., López-Orozco, J. A., & De La Cruz, J. M. (2017). A new open-source and smart-device accessible remote control laboratory. In: 2017 4th Experiment@ International Conference (exp. at'17), June. Proceedings... IEEE, p. 143-144.
- Carvalho, H. N., Leite, J. L., Lima, R. C. P., Oliveira, J. C. C., & Delgado, O. T. (2018). A experimentação no ensino de ciências utilizando a química como proposta

para experimentação no mestrado de ensino de ciências. *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento, Boa Vista*, v. 11, n. 01.

Chagas, D. S., & Linhares, M. M. P. (2012). As tecnologias de informação e comunicação no contexto educacional universitário: os 20% a distância no ensino presencial. In: *Anais CIET: Horizonte*.

Corter, J. E., Esche, S. K., Chassapis, C., Ma, J., & Nickerson, J. V. (2011). Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories. *Computers & Education*, v. 57, n. 3, p. 2054-2067.

Daros, M. R., Lima, J. P. C., Rochadel, W., Silva, J. B., & Simão, J. S. (2015). Remote experimentation in basic education using an architecture with Raspberry Pi. In: *2015 3rd Experiment International Conference (exp. at'15)*, June. *Proceedings... IEEE*, p. 75-78.

Fidalgo, A. V., et al. (2014). Adapting remote labs to learning scenarios: Case studies using VISIR and RemotElectlab. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, v. 9, n. 1, p. 33-39.

Farah, S., Benachenhou, A., Neveux, G., Barataud, D., Andrieu, G., & Fredon, T. (2015). Real-time microwave remote laboratory architecture. In: *2015 10th European Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC)*, September. *Proceedings... IEEE*, p. 464-467.

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

Hevner, A., Chatterjee, S., Hevner, A., & Chatterjee, S. (2010). Design science research in information systems. *Design research in information systems: theory and practice*, 9-22.

IEEE. (2019). *Networked Smart Learning Objects for Online Laboratories*. IEEE Standard 1876-2019. Disponível em: <<https://standards.ieee.org/ieee/1876/5482/>>. Acesso em: 25 jul. 2024.

Ogot, M., Elliott, G., & Glumac, N. (2003). An assessment of in-person and remotely operated laboratories. *Journal of Engineering Education*, v. 92, n. 1, p. 57-64.

Petare, P. A., et al. (2023). Exploring the impact of virtual learning environments on student engagement and academic achievement. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(1S), 5912-5923.

Ruano Ruano, I., Estévez, E., Gómez Ortega, J., & Gámez García, J. (2019). Uso del estándar LTI para integrar sistemas de gestión de aprendizaje y laboratorios online. In *XL Jornadas de Automática* (pp. 347-353). Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións.

Silva, J. B., Bilessimo, S. M. S., Scheffer, G. R. and Da Silva, I. N. (2020). Laboratórios Remotos como Alternativa para Atividades Práticas em Cursos na Modalidade EAD. *EaD em Foco*, v. 10, n. 2.

- Silva, J. B., Bilessimo, S. M. S., Castro, L. M. F., Machado, L. R., & Silva, I. N. (2021). Open platform for building, deploying and managing remote labs. *International Journal of Development Research*, 11, 48183-48189.
- Silva, J. B. Rochadel, W. Simão, J. P. S. and Fidalgo, A.V.S. (2014). Adaptation Model of Mobile Remote Experimentation for Elementary Schools. In *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, vol. 9, no. 1, pp. 28-32, Feb. 2014. [Online] Available: Doi: 10.1109/RITA.2014.2302053
- Solis-Lastra, J.; Albertini, B.; Brandão, A. Uma proposta de melhoria dos processos de ensino-aprendizagem para laboratórios remotos. In: *Anais Estendidos do XII Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2023*. SBC, p. 235-240.
- Pereira, A. T. C., Schmitt, V., & Dias, M. R. A. C. (2007). Ambientes virtuais de aprendizagem. *AVA-Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Diferentes Contextos*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, p. 4-22.
- Solar, J. G., Castillo, E. M. O., & Minano, L. M. B. (2024). Diseño y gestión de entornos virtuales de aprendizaje en la educación superior. *Horizontes Rev. Inv. Cs. Edu.*, La Paz, v. 8, n. 33, p. 969-991.
- Zutin, D. G., et al. (2010). Lab2go: A repository to locate educational online laboratories. In: *IEEE EDUCON 2010 Conference, Madrid, Espanha. Proceedings...* IEEE, p. 1741–1746.