

Estratégias de Integração de Tecnologia no Ensino: Uma Solução Baseada em Experimentação Remota Móvel

Lucas Mellos Carlos^a, João Paulo Cardoso de Lima^a, José Pedro Schardosim Simão^a, Juarez Bento da Silva^a, Simone Meinster Sommer Bilessimo^a

^a Laboratório de Experimentação Remota, Universidade Federal de Santa Catarina, R. Pedro João Pereira, Mato Alto 150, Araranguá, Santa Catarina, Brasil
{lucas.mellos, joao.pcl}@grad.ufsc.br, pedro.simao@posgrad.ufsc.br, juarez.silva@ufsc.br, simone.bilessimo@ufsc.br

Resumo. O presente trabalho descreve a criação do Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GT-MRE) dentro do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab - UFSC) que vem atuando na integração de tecnologia na educação através do desenvolvimento de soluções que visam ofertar ferramentas baseadas em experimentação remota móvel e capacitação docente na educação. Atualmente a grande lacuna no processo de formação de discentes devido a falta de infraestrutura nas instituições de ensino e metodologias que muitas vezes se encontram distantes dos alunos vem acarretando na falta de profissionais em áreas relacionadas às STEM (*Science Technology Engineering and Mathematics*), fato este que vem afetando grandes nações e gerando preocupação a grandes governantes mundiais. Desta forma, o uso de experimentação remota surge como uma tecnologia emergente no ensino proporcionando a integração de recursos através do uso das TIC, uma vez que cada dia mais as pessoas estão fazendo o uso das TIC, porém com diferentes propósitos, para tal há uma grande necessidade da adaptação desse recurso para no âmbito educacional, sendo assim, um dos trabalhos objetivados pelo GT-MRE é de proporcionar um ambiente educacional que se pudesse integrar um ambiente virtual de ensino e disponibilização de conteúdos didáticos abertos online mediante ao acesso por dispositivos móveis no contexto da MRE agregando uma arquitetura para a disponibilização de experimentos remotos a partir da plataformas abertas de hardware e software.

Palavras Chaves: GT-MRE, experimentação remota, STEM, TIC.

1 Introdução

Ao ponderar o horizonte a qual se encontra a educação é imprescindível traçar um panorama histórico com o estado do desenvolvimento tecnológico atual, onde homens e máquina interagem diariamente. Para o uso das TIC na educação tem-se uma grande gama de recursos tecnológicos disponíveis para acesso, dentre esses o uso de laboratórios de acesso remoto surge como uma prática emergente [8].

O presente artigo retrata a elaboração de uma solução que objetiva a integração de tecnologia na educação por intermédio da criação do Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GT-MRE)¹ no Laboratório de Experimentação

¹ <http://gtmre.ufsc.br/>

Remota (RExLab) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com apoio da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) e Ministério da Educação Cultura do Brasil, o projeto que em março de 2017 recebeu o prêmio de melhor laboratório controlado remotamente pelo Global Online Laboratory Consortium (GOLC)², que conta com a participação de MIT, Universidad de Deusto, University of Technology, entre outros membros.

O GT-MRE se estabelece na moção de criação de uma proposta baseada no eixo formativo pela MRE (Experimentação Remota Móvel) que tem sua origem na junção de práticas com experimentação remota e *M-Learning* no contexto de *E-learning*. Práticas relacionadas a MRE visam fortalecer o apoio às áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), através do desenvolvimento de uma solução que dispõe de laboratórios para acesso remoto condizente com práticas experimentais acessadas através da internet, apoiado didaticamente por recursos educacionais abertos integrados aos experimentos remotos. A Fig. 1 exibe o eixo formativo da MRE.

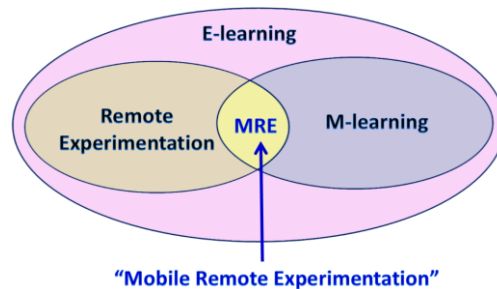


Fig. 1. Concepção do eixo MRE.

Conforme [14], laboratórios remotos são como um conjunto de ferramentas de software e hardware que permitem acesso a um equipamento real e convencional de laboratório através do uso da internet. [10] ilustra o acesso a laboratórios remotos como um acesso a experimentos físico através da internet com a interação através de uma interface virtual.

Um dos elementos essenciais promovidos pelo uso de experimentação remota é o compartilhamento de recursos com instituições, portanto instituições de ensino

² http://www.online-engineering.org/GOLC_about.php

parceiras podem compartilhar recursos entre si através de uma estrutura distribuída podendo ampliar seu respectivo número de laboratórios de acesso remoto através de soluções como *Gateway4Labs* [12].

O GT-MRE adota uma visão onde se propõe um uso massificado de dispositivos móveis como celulares ou tablets, uma vez que conforme o Censo da Educação Básica [6] apenas 9% das escolas públicas brasileiras possuem laboratórios de ciência em suas dependências e ainda, 41% das escolas não possuem laboratório de informática.

Por outro lado, a pesquisa TIC Educação afirma que cerca de 91% dos estudantes entrevistado pela pesquisa possuem algum tipo de dispositivo móvel em suas mãos, fator que corrobora com o uso das TIC na educação através de experimentação remota como ferramenta auxiliar no processo de ensino [3].

A partir dos pressupostos referente às carências de infraestrutura e a grande difusão dos dispositivos móveis pelos usuários docentes, abre-se espaço para o desenvolvimento de novas tecnologias, como no caso da experimentação remota, a qual o GT-MRE apresenta o desenvolvimento de uma solução que integra alunos e professores através do cenário de experimentação remota móvel.

2 Estado da arte

O processo construção de conhecimento tomando como ferramentas de ensino o uso de laboratórios remotos, laboratórios simulados e laboratórios presenciais a qual constata que estudantes não se sentem intimidados no uso de laboratórios por meio de experimentação [4]. Já [1] descreve o uso de laboratórios remotos e virtuais como sendo as novas “*vértices do triângulo*” relatado na Fig. 2 a qual se constata o processo formador de conhecimento no uso dos diferentes tipos de laboratórios na qual [4] e [11] destinam-se a analisar a influência destes no processo de ensino-aprendizagem.

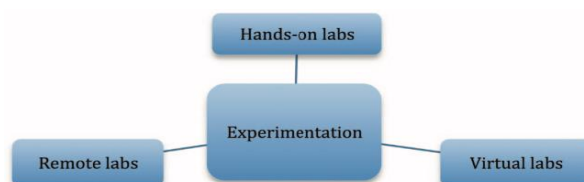


Fig. 2. Processo formador de conhecimento [2].

2.1 LabsLand

O LabsLand³ é um portal de experimentação remota que permite a interação com experimentos produzido no DeustoTech da Universidade de Deusto na Espanha que desenvolveu um Sistema de Gerenciamento de Experimentos Remotos (RLMS) e uma federações de laboratórios remotos.

O LabsLand possui seu próprio RLMS WebLab-Deusto que gerencia os experimentos na plataforma e ainda pode ser desenvolvido em outras universidades utilizando a mesma solução [13].

A Fig. 3 exibe o experimento desenvolvido para ensinar os princípios de Archimedes [5] integrado ao WebLab-Deusto no portal LabsLand.

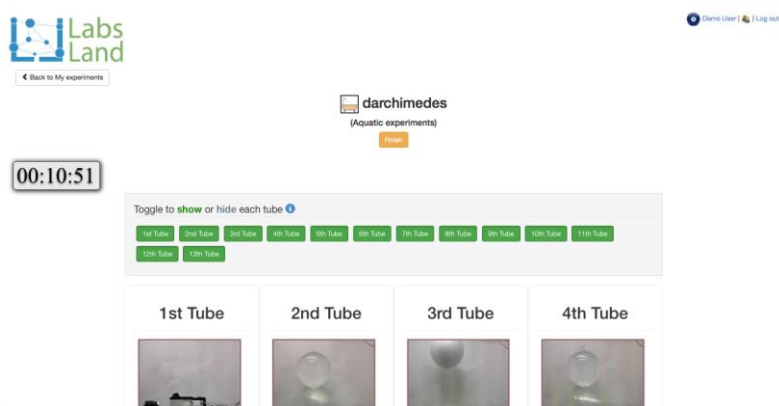


Fig. 3. Experimento de Archimedes LabsLand.

2.2 Lab Share Institute

O The LabShare Institute (TLI)⁴ é formado por um consórcio de universidades australianas na qual o projeto não possui fins lucrativos [16] que visa garantir benefícios como sustentabilidade, no uso de experimentos remotos no campo de atuação da educação [7].

³ <http://labsland.com/>

⁴ <http://www.labshare.edu.au/home>

Uma das soluções desenvolvidas pelo TLI foi o RLMS SAHARA⁵, que propõe um acesso comum aos laboratórios remotos em uma arquitetura em grid aonde os experimentos físicos ficam em diversas universidades do consórcio e ainda compartilham experimentos através de um API (*Application Programming Interface*) que interconecta com outros RLMSs.

2.3 Projeto Go-Lab

O projeto Go-Lab⁶ é um consórcio formado por universidades que compartilham experimentos através do portal Graasp⁷ onde é possível compartilhar experimentos e Espaços de Aprendizagem por Investigação (ISL).

O Graasp permite que diversos ISL fiquem disponíveis a professores a qual é possível integrar ISL, laboratórios remotos e aplicativos disponíveis no portal, [2] discute os efeitos das ações de projetos como o Go-Lab na integração de laboratórios remotos no cotidiano escolar de professores e alunos. A Fig. 4 exibe um ISL do portal Graasp.

⁵ <https://sourceforge.net/projects/labshare-sahara/>

⁶ <http://www.go-lab-project.eu/>

⁷ <http://graasp.eu>

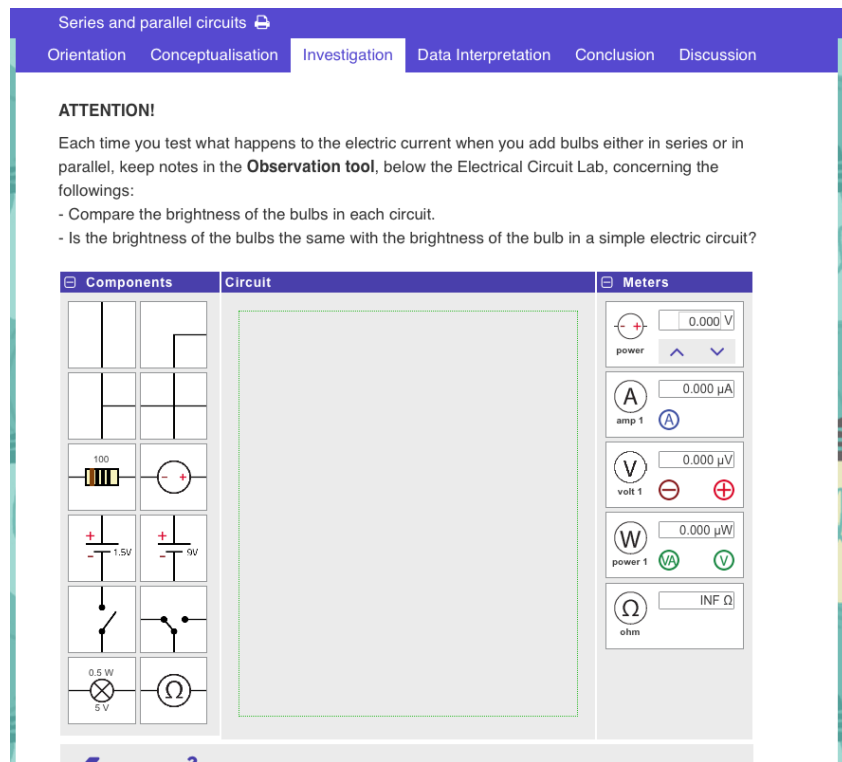


Fig. 4. ILS no Portal Graasp.

3 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa de natureza aplicada baseou-se em uma abordagem qualitativa e teve como espécie uma pesquisa descritiva a qual busca descrever a criação do GT-MRE a partir dos pressupostos coletados pelos autores.

A pesquisa se baseou em etapas a qual se desenvolveu uma pesquisa bibliográfica a respeito das ferramentas existentes, procedido de uma análise dos resultados referentes a essas ferramentas e o desenvolvimento da solução e coleta de resultados.

4 Resultados e discussão

O GT-MRE é concebido em diferentes eixos temáticos a qual cada eixo corresponde a uma área em específica que se relacione às TIC no âmbito de laboratórios de experimentação remota, para tal, o GT-MRE desenvolveu seu próprio RLMS, o RELLE (*Remote Labs Learning Environment*)⁸ que é responsável por gerenciar todos experimentos remotos e usuários na plataforma que se constitui em uma plataforma distribuída para gerência experimentos remotos, adicionalmente o RELLE foi vencedor Prêmio ARede Educa 2016⁹ na categoria plataformas educacionais no setor público.

Além da gerência de experimentos remotos e usuários o GT-MRE desenvolveu um eixo temático relacionado ao Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA). A Fig. 5 exibe uma imagem com a macro arquitetura do GT-MRE.

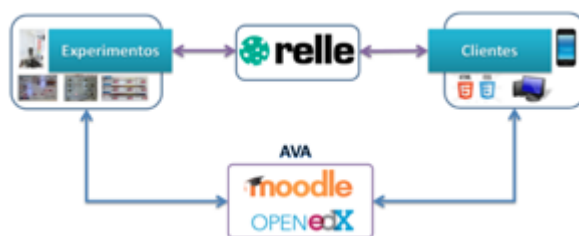


Fig. 5. Macro arquitetura do GT-MRE.

A arquitetura definida pelo GT-MRE retrata o desenvolvimento de soluções com foco ao apoio técnico, pedagógico e metodológico no desenvolvimento de soluções que visam a integração da tecnologia na educação através das TIC.

Sistematizado em dois eixos formativos, o GT-MRE fornece uma arquitetura estratégica de execução dividida em dois segmentos, sendo a integração de tecnologias na educação o eixo central apoiado pelos eixos de capacitação docente a qual é responsável pelo auxílio ao docente na integração das TIC na sala de aula e desenvolvimento tecnológico através da MRE. A Fig. 6 retrata a construção da estrutura de atuação do GT-MRE.

⁸ <http://relle.ufsc.br/>

⁹ <http://www.arededuca.inf.br/parabens-vencedores-do-premio-arededuca-2016/>

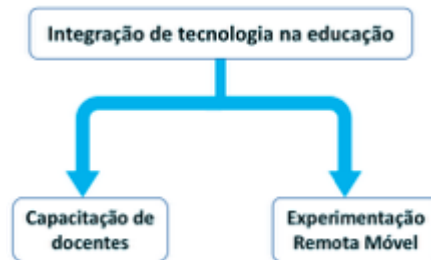


Fig. 6. Diagrama de atuação.

As subseções seguintes deste capítulo se destinarão a descrever o eixo temático MRE abordado pelo GT-MRE, respectivamente apresentado na Fig. 6 em termos técnicos referentes a sua área de atuação confrontando com seu público-alvo de docentes e discentes traçando um panorama com as problemáticas enfrentadas por cada um dos mesmos no processo de ensino aprendizagem e disponibilização da tecnologia.

4.1 Arquitetura da solução

O núcleo do GT-MRE é formado por 16 experimentos remotos das áreas de física, biologia, robótica e eletrônica básica compartilhados com instituições de ensino superior ratificando o pressuposto de laboratório remotos apresentado por [12].

Visando conceder suporte nos campos técnicos, pedagógico e metodológico optou-se por disponibilizar o conteúdo desenvolvido através de recursos digitais abertos, tais recursos compreendem em manuais de replicação dos recursos técnicos, guias de aplicações e planos de aula com vistas a instruir a integração de tecnologia na educação.

A construção de experimentos remotos está baseada em soluções de hardware e software aberto a fim de favorecer a replicação do projeto nas instituições parceiras contribuindo para a evolução da escalabilidade discutida por [9] no contexto de ambientes distribuídos de experimentação remota.

A arquitetura do GT-MRE se divide em quatro módulos, dos quais são retratados o laboratório real, o módulo computador embarcado, módulo RELLE e módulo cliente. A Fig. 7 exhibe a arquitetura detalhada do GT-MRE nas quais são exibidos os recursos desenvolvidos pelo projeto, os recursos utilizados e os recursos adaptados. As

subseções seguintes de destinarão a dar maiores detalhes sobre o processo de construção cada módulo.

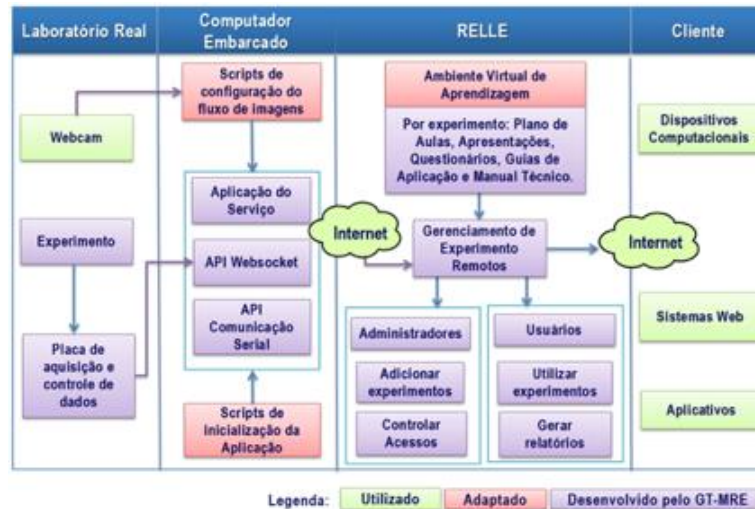


Fig. 7. Arquitetura do GT-RME.

4.2 Módulo Laboratório Real

O módulo laboratório real compreende a mecânica de cada experimento, os experimentos são construídos a partir de uma arquitetura modular previamente estabelecida pelo grupo em conjunto com um grupo de docentes parceiros ao projeto com a finalidade de apoiar didaticamente e ainda facilitar na replicação dos experimentos por potenciais parceiros da solução.

Mediante a as filosofias de replicação estabelecidas, as experiências foram adequadas para que houvesse uma maior inclusão de funcionalidades visando um número maior de dados coletados pelos sensores e atuadores buscando promover maior interatividade durante o processo de experimentação.

Os experimentos possuem uma base de construção formada por uma placa de aquisição e controle genérica a todos os laboratórios, que centraliza o gerenciamento de toda a mecânica desenvolvida para controle de atuadores e para coleta dos

dados por parte dos sensores presente na experiência, comunicando através de um computador embarcado via protocolo Modbus. A Fig. 8 exibe o diagrama genérico ao desenvolvimento de hardware do projeto GT-MRE.

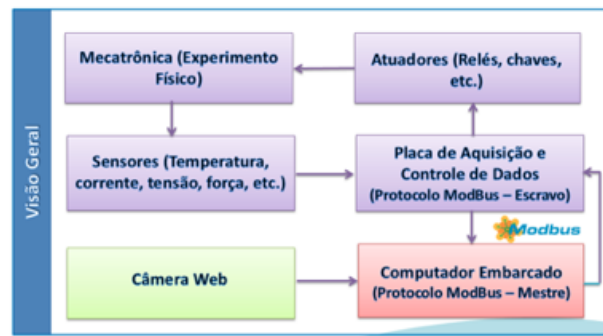
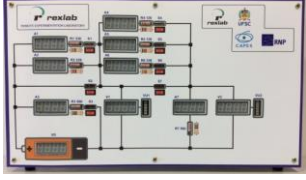
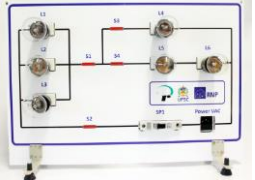


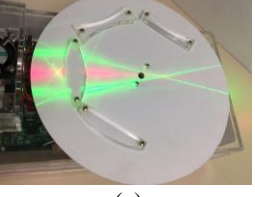


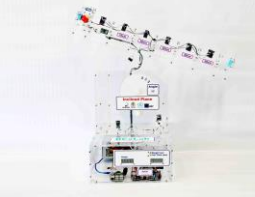

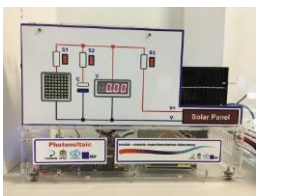

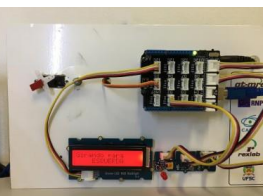


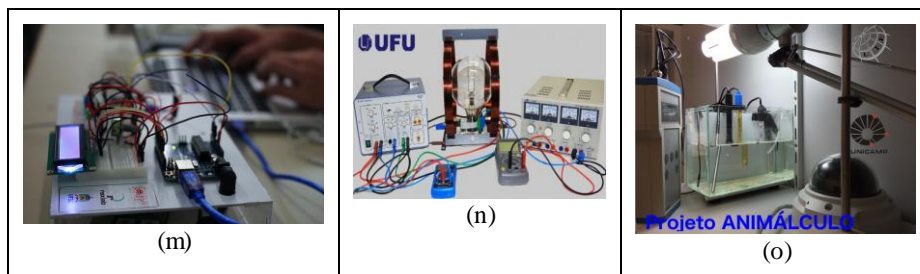
Fig. 8. Diagrama genérico de hardware.

A placa de aquisição e controle de dados é responsável pelo recebimento e envio de sinais transdutores e transmitir ao módulo computador embarcado a gerência da aplicação. Os esquemas referentes a construção e confecção de placas são descritos no manual técnico de cada um dos laboratórios.

O GT-MRE possui um rol de laboratórios reais nos quais são exibidos na Tabela 1, os experimentos disponibilizados contemplam Painéis Elétricos CC (a) e CA (b), microscópios remotos (c) e (d), Banco Óptico (e), experimentos de condução de calor por condução em barras metálicas (f), por convecção e por irradiação (g), planos inclinados (h), Disco de Newton (i), laboratórios sustentáveis sobre Conversão de Energia Luminosa em Elétrica (j), módulos educacionais para estudo de circuitos elétricos e eletrônicos (k), ambientes para desenvolvimento em Arduino que incluem programação em linguagem textual (l) e linguagem por blocos (m), Experimento de Thomson (n) e ambiente para investigação da biodiversidade (o).

Tabela 1. Experimentos disponibilizados pelo GT-MRE

 <p>(a)</p>	 <p>(b)</p>	 <p>(c)</p>
 <p>(d)</p>	 <p>(e)</p>	 <p>(f)</p>
 <p>(g)</p>	 <p>(h)</p>	 <p>(i)</p>
 <p>(j)</p>	 <p>(k)</p>	 <p>(l)</p>



O aplicativo *block.ino*¹⁰ criado para manipular o ambiente para desenvolvimento em Arduino que usa linguagem por blocos (m), foi vencedor da 4ª Edição do Programa Campus Mobile¹¹ na categoria educação e 2º Colocado na categoria protótipo do Concurso Integrado de Apps.Edu no Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) no ano de 2016.

4.3 Módulo Computador Embarcado

As funcionalidades de cada experimento na Internet são baseadas em placas *Single Board Computers* (SBC). O GT-MRE adota a plataforma Raspberry Pi para disponibilização de serviços, tendo em vista o baixo custo e a facilidade de aquisição desta placa no mercado.

Nessa placa é embarcada uma API desenvolvida pelo GT-MRE que oferece interface aos sensores e atuadores na estrutura de serviço web através de protocolo WebSocket provendo uma interface ao serviço de *User Interface* (UI) no módulo RELLE a qual será apresentado na subseção seguinte.

A arquitetura baseada na especificação de *Smart Devices* (Dispositivos Inteligentes) para experimentos remotos que fornecem interfaces bem definidas entre os dispositivos independentes e o cliente [15].

O módulo computador embarcado é tido como elemento crucial na solução, uma vez que ele responsável por realizar a comunicação entre aplicação cliente e módulo laboratório real, além de realizar o *streaming* de vídeo da prática laboral ao usuário em tempo real. A Fig. 9 exibe a arquitetura do módulo computador embarcado.

¹⁰ <http://blockino.ufsc.br/>

¹¹ <http://campusmobile.com.br/conheca-mais/vencedores/>

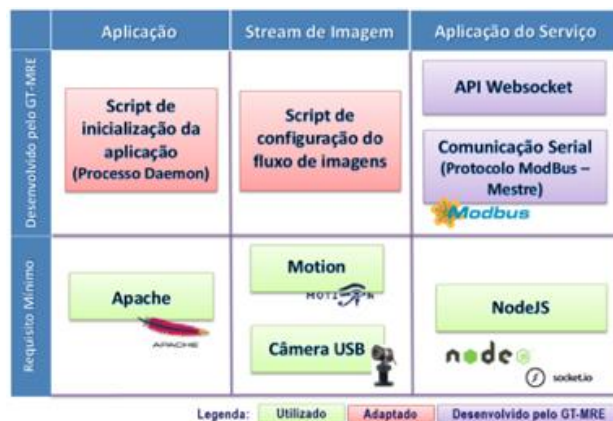


Fig. 9. Arquitetura do módulo computador embarcado.

4.4 Módulo RELLE

O módulo RELLE é composto por um RLMS responsável pela administração dos laboratórios reais e um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), responsável pela gerência de conteúdo didático para disponibilização de conteúdos referentes a sequências didáticas, guias de aplicação e planos de aula.

O RELLE ainda é responsável por fornecer uma fila de acesso em caso de acessos simultâneos de mais de um usuário. A plataforma ainda oferece suporte a múltiplas instâncias de um mesmo laboratório, fato este que contribui na diminuição de fila de espera, na qual o sistema redireciona o usuário em espera para um laboratório vago de maneira transparente ao usuário.

A Fig. 10 retrata a interface de manipulação do experimento Painel Elétrico CC com suporte a múltiplas instâncias instaurada mediante a um acesso via dispositivo móvel e via computador na qual exibe na interface os diagramas do circuito, controles e *streaming* de vídeo em tempo real.

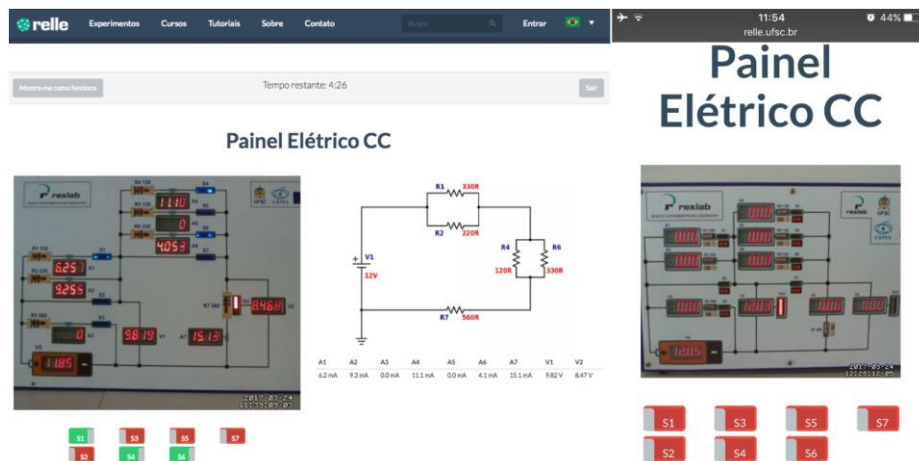


Fig. 10. UI do RLMS RELLE.

4.5 Módulo Cliente

Para fornecer acesso aos usuários finais da solução, o GT-MRE desenvolveu uma API que se conecta ao módulo RELLE para provimento do acesso aos laboratórios que a partir do método GET que emite o disparo de um evento para comunicação com a API em modo FCFS (*First-Come First Served*) autorizando o acesso aos laboratórios.

O controle de acessos simultâneos ocorre mediante a uma fila que instaurada no módulo RELLE que se interconecta com o módulo cliente observando a política FIFO (*First In, First Out*), para laboratórios com múltiplas instâncias, o sistema gerencia as requisições tomando por conta a decisão do experimento que estiver disponível para acesso.

A liberação do acesso aos controles de cada experimento ocorre mediante a liberação através do esquema *cross domain*. A Fig. 11 exibe a o macro diagrama de comunicação entre os módulos para acesso aos serviços.

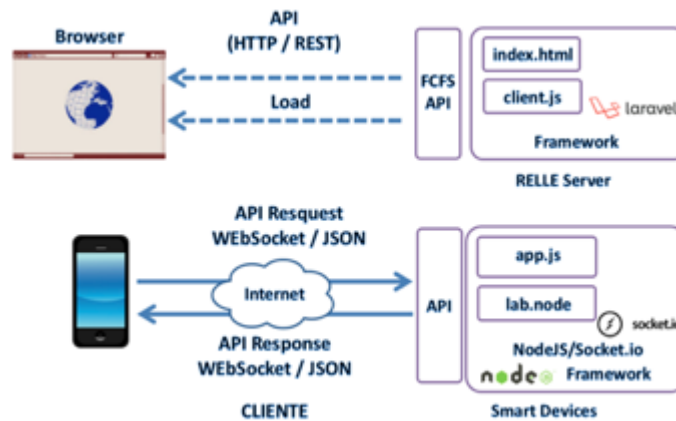


Fig. 11. Comunicação *cross domain* desenvolvida pelo GT-MRE.

5 Avaliação e Escalabilidade da Solução

O RELLE desenvolvido pelo GT-MRE conta com mais de 19 mil acessos de mais de 110 países ao redor do planeta, culminando com os números, o GT-MRE promoveu uma avaliação de usabilidade do serviço com vistas a analisar a capacidade de provimento dos serviços promovidos pelo grupo.

A atividade denominada de “Pesquisa de Experiência do Usuário” constituída por um questionário aplicado de maneira online, contou com a participação do grupo IEEE-SA P1876 WG (*Networked Smart Learning Objects for Online Laboratories Working Group*)¹² que trata da criação da norma para implementação de laboratórios remotos com seus respectivos objetos de aprendizagem em ambientes pedagógicos e docentes nas áreas STEM e ainda com alunos de ensino fundamental e médio.

¹² <https://iee-SA.imeetcentral.com/1876public/>

5.1 Pesquisa de Experiência do Usuário

A pesquisa de experiência contou com a participação de especialistas na área de 31 países que avaliaram a solução, 46 alunos de ensino fundamental e 268 alunos de ensino médio.

Quando perguntado aos especialistas se recomendariam o uso da solução, 89,23% responderam positivamente recomendando a solução usada, sendo que apenas 6,15% afirmou não recomendar e outros 4,62% dos interrogados pela pesquisa preferiu não responder a questão, conforme exibe a Fig. 12.

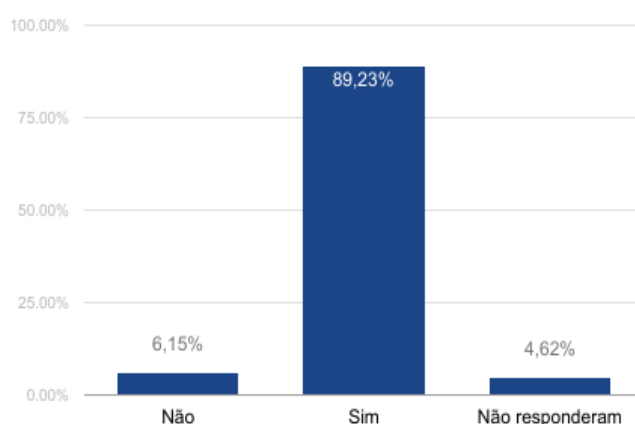


Fig. 12. Análise de recomendação do GT-MRE.

Os mesmos avaliadores atribuíram uma nota à solução em uma escala que variava de 0 a 10. As notas dadas variaram de 4 a 10 e uma média aritmética das avaliações resultou em uma nota final de 7,96 com moda e mediana de 8, contando com um desvio padrão de 1,53.

Aos alunos de ensino fundamental, questionou-se um parecer a respeito da facilidade na aprendizagem utilizando experimentação remota como objeto pedagógico, mais de 50% dos alunos concordaram ou concordaram fortemente que a experimentação remota é um método mais fácil de aprender conforme exibe a Fig. 13.

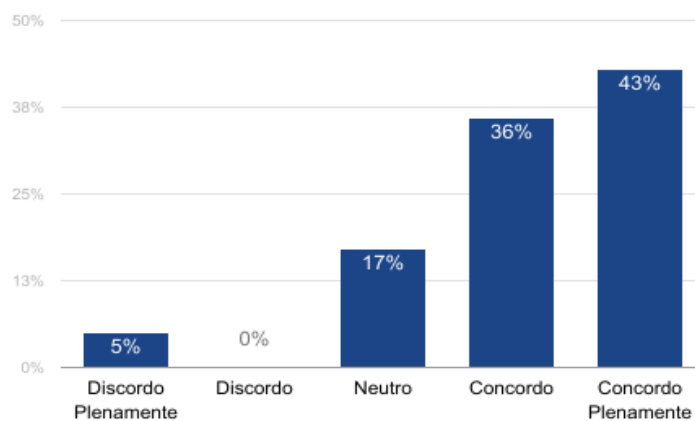


Fig. 13. Percepção discente pela facilidade de aprendizagem com ER.

Aos alunos de ensino médio questionou-se se a flexibilidade de poder acessar um laboratório remoto a qualquer hora e a qualquer lugar era um fator importante. Cerca de 90,1% dos alunos consideraram a flexibilidade de acesso como um fator importante para o uso da solução conforme exibe a Fig. 14.

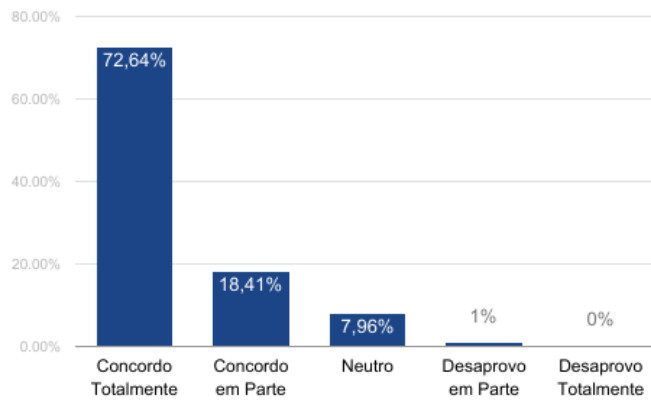


Fig. 14. Flexibilidade do uso da experimentação remota.

6 Conclusão

O uso de soluções que utilizam experimentação remota como ferramenta de ensino tem sido um grande aliado a docentes e discentes nos dias atuais, visto os problemas enfrentados pelos mesmos, como por exemplo, o da falta de laboratórios de ciências e ainda problemas que se relacionam com as metodologias de ensino que muitas vezes se encontram distantes dos alunos.

No âmbito deste trabalho, o propósito final foi demonstrar como a solução desenvolvida pelo GT-MRE pode auxiliar docentes e discentes de diferentes níveis de ensino no processo de ensino aprendizagem através das TIC mediante ao uso de MRE.

A proposta de união transversal entre tecnologia e educação apoiada pelo uso dos recursos móveis largamente difundidos atualmente promove uma grande disseminação de conteúdo, uma vez que há uma facilidade de acesso dos recursos, fator este que corrobora com a tentativa de inibir problemas relacionados às áreas STEM.

O uso de dispositivos móveis contribui ainda mais para o avanço de soluções como a proposta pelo GT-MRE, que em pouco tempo alcançou um número significativo de mais de 19 mil acessos, permitindo que professores e estudantes possam estender o tempo a qual podem se dedicar ao uso dos recursos para fora da sala de aula, acessando o recurso de qualquer lugar que provenha acesso a internet.

Centrado na difusão da educação de qualidade através da oferta de acesso a laboratórios remotos gratuitamente a ação de disponibilização de conteúdo de modo aberto sob licença *creative commons* permite com que o projeto se torne mais escalável, uma vez que instituições parceiras podem acessar todo o material produzido, modificar e replicar alimentando ainda mais a solução, como no caso de parceiros que disponibilizam experimentos remotos no portal desenvolvido pelo grupo.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), pela Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES) através do programa de Grupo de Trabalhos Temáticos em EaD e pelo Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (CNPq).

Referências

1. Alves, G. R. et al., "Spreading remote lab usage a system — A community — A Federation," 2016 2nd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPÉE), Vila Real, 2016, pp. 1-7.
2. Blázquez, M., Castro, M., and Zubía, J. G.. Actions taken to include remote labs in secondary education. In 2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE), pages 1–7, June 2016.
3. CETIC.BR. TIC - Educação, 2015.
4. Corter, J. E., Nickerson, J. V., Esche, S. K., Chassapis, C., Im., S., and J. Ma. Constructing reality: A study of remote, hands-on, and simulated laboratories. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 14(2), Aug. 2007.
5. García-Zubía, J., Angulo, I., Martínez-Pieper, G., de Ipinã, D. L., Hernández, U., Orduña, P., Dziabenko, O., Rodríguez-Gil, L., van Riesen, S. A. N., Anjewierden, A., Kamp, E. T.,

and de Jong, T.. Archimedes remote lab for secondary schools. In 2015 3rd Experiment International Conference (exp.at'15), pages 60–64, June 2015.

6. INEP. Censo da educação básica, outubro 2015.
7. T. L. Institute. Labshare - institute, abril 2017.
8. Johnson, L., Becker, S. A., Estrada, V., and Freeman, A.. NMC Horizon Report: 2015 k-12 edition. Technical report, The New Media Consortium, Austin, TX, 2015.
9. Lowe, D.. Mools: Massive open online laboratories: An analysis of scale and feasibility. In 2014 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), pages 1–6, Feb 2014.
10. Silva, Juarez Bento da. A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem. 2007. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
11. Odeh, S., Alves, J., Alves, G. R., Gustavsson, I., Anabtawi, M., Arafah, L., Jazi, M., and Arekat, M. R.. A two-stage assessment of the remote engineering lab visir at al-quds university in palestine. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, 10(3):175–185, Aug 2015.
12. Orduña, P., Zutin, D. G., Govaerts, S., Zorrozuza, I. L., Bailey, P. H., Sancristobal, E., Salzmänn, C., Rodríguez-Gil, L., DeLong, K., Gillet, D., Castro, M., de Ipiña, D. L., and García-Zubia, J.. An extensible architecture for the integration of remote and virtual laboratories in public learning tools. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, 10(4):223–233, Nov 2015.
13. Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., Garcia-Zubia, J., Angulo, I., Hernandez, U., and Azcuenaga, E.. Labsland: A sharing economy platform to promote educational remote laboratories maintainability, sustainability and adoption. In 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), pages 1–6, Oct 2016.
14. Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., Garcia-Zubia, J., Dziabenko, O., Angulo, I., Hernandez, U., and Azcuenaga, E.. Classifying online laboratories: Reality, simulation, user perception and potential overlaps. In 2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), pages 224–230, Feb 2016.
15. Salzmänn, C., Govaerts, S., Halimi, W., and Gillet, D.. The smart device specification for remote labs. In Proceedings of 2015 12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), pages 199–208, Feb 2015.
16. Watterson, P. A., L. Yeoh, A., Giampietro, C., Chapman, C. M., and Houghton, L. E.. Eddy current damper for the labshare remote laboratory shake table rig. In 2010 20th Australasian Universities Power Engineering Conference, pages 1–6, Dec 2010.