

Um olhar sob a interatividade em laboratórios online

Lucas Mellos Carlos¹

Juarez Bento da Silva²

João Bosco da Mota Alves²

Helio Aisenberg Ferenhof³

RESUMO

Laboratórios online, atualmente são a face de auxílio de docentes no processo de ensino-aprendizagem, seja na educação básica, superior ou ainda na educação profissional, seja estes atuando diretamente no complemento de recursos ou treinamentos no uso de fim de uma aplicação educacional. Neste âmbito macro, esse trabalho busca apresentar uma análise sob as formas de interação possíveis através de laboratórios online, com foco na identificação das peculiaridades de cada tipo, considerando suas derivações a fim de poderem serem identificados as melhores oportunidades aplicações destes. Assim, a pesquisa relatada busca traçar um paralelo através de características exploradas por método hipotético-dedutivo relacionado a laboratórios online, sendo considerado os remotos, virtuais e híbridos - dentro de suas variações - relacionando as formas com que um usuário pode interagir com esse, considerando parâmetros relacionados a localização, distribuição, recursos oferecidos, dentre outros abordados. Ao final deste estudo, pode-se perceber que há diferentes elementos que compõem tais laboratórios, sendo estes mais indicados a determinado nível de usuário (iniciante, intermediário e avançado) e ambiente de realização da atividade (local ou a distância).

Palavras-chave: laboratórios online, STEM, interatividade.

1. Introdução

Os Laboratórios Online (LO), estão cada vez mais presentes no cotidiano, sua demanda pode vir a surgir em cenários como o brasileiro devido a sua fragilidade no cenário educacional, onde as instituições de ensino carecem de infraestrutura apropriada para realização de atividades práticas relacionadas a aprendizagem nas áreas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* ou Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) devido a grande demanda nas áreas de ciências exatas (DA

¹ Mestrando em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá. Atualmente. Bolsista CAPES/FAPESC em nível de mestrado.

² Professor no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá

³ Professor Visitante no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá

SILVA et al. 2016).

Os dados apresentados pelo Censo da Educação Básica MEC/INEP (2017) corroboram com tal problemas infra estruturais nas instituições de ensino, evidenciando cenários onde apenas 8% das escolas públicas brasileiras possuem laboratório de ciências, dessas, cerca de 57% não possuem algum laboratório de informática em suas dependências.

No entanto, os indicadores ligados a pesquisa TIC Educação CGI.br/NIC.br (2016), apontam que 93% dos alunos usam dispositivos móveis (celulares) para acessarem a Internet, destes mesmos, 95% afirmam usar a Internet para auxilia-los em pesquisas relacionadas a escola.

Autores como Jara et al. (2011) e Ma; Nickerson (2006) e Viegas et al. (2014), afirmam que a utilização de LO servem como uma ferramenta capaz de auxiliar professores no processo didático-pedagógico. Ferramenta esta, que pode auxiliar no desempenho de estudantes dos mais diversos níveis de ensino, desde o primário até o ensino superior.

Não obstante a sua aplicabilidade nos mais variados níveis de ensino, é importante ressaltar a sua mais-valia dentro do contexto educacional na aquisição de conhecimentos, no fornecimento de controles para interação destes usuários, sejam eles docentes ou discentes. Contudo, tal mais valia dependerá de seus recursos disponíveis dentro da prática de experimentação considerando o contexto disciplinar a ser aplicado.

Desta forma, faz-se necessário identificar cada tipo de laboratório e suas derivações para reconhecer como estes podem serem incluídos dentro do processo de ensino aprendizagem. Partindo-se deste pressuposto, identificou-se a seguinte pergunta de pesquisa: “Como distinguir os laboratórios online baseado nos seus elementos de interação?”.

2. Laboratórios Online

Os LOs encontram-se divididos dentre três diferentes tipos:

- Remotos;
- Virtuais;
- Híbridos.

Estes referem-se em relação a sua natureza, definindo-se a visão do utilizador e

do laboratório, dentre tais elementos tem-se a constituição da natureza de um LO, neste âmbito observa-se dois elementos principais que definem tal natureza: (1) o modo com que é realizada a atividade de experimentação; e (2) como esse laboratório construído em si, seja via software ou aparato de hardware. Adotado tais critérios, Balamuralithara; Woods (2009) e Zutin et al. (2010) definem os LOs entre remotos, virtuais e híbridos.

A Figura 1 exibe uma representação da caracterização dos tipos de laboratórios de experimentação, na qual possui-se os laboratórios virtuais (LVs), laboratórios remotos (LRs), laboratórios híbridos (LHs) e a representação do laboratório *hands-on* (LHN) dentro do contexto de experimentação, este por vez, não se constituindo um modelo online e sim presencial.

Figura 1: Classificação dos laboratórios online.



Fonte: ScharDOSim Simão et al. (2017).

2.1 Laboratórios Remotos

Autores como Orduña et al. (2015) definiram os LRs como um equipamento de hardware que passa por um processo de automatização dentro de uma arquitetura de software específica para fornecer acesso a atividades de experimentação por meio da Internet. Por sua vez, Harward et al. (2008) categorizam os LRs em três tipos, sendo: LRs interativos, LRs não interativos e LRs de sensores.

Os laboratórios remotos, em sua grande maioria, encontram-se disponibilizados por meio de um RLMS (*Remote Lab Management System* ou Sistema de Gerenciamento de Laboratórios Remotos), os RLMSs são ferramentas capazes de suportar tanto os laboratórios como conteúdos de apoio, como por exemplo, manuais de utilização, guias didáticos, dentre outros (CARLOS et al. 2017).

Alguns exemplos de RLMS são o RELLE, desenvolvido pelo Laboratório de

Experimentação Remota (RExLab) no Brasil (SIMÃO, 2015). WebLab-Deusto, desenvolvido na Espanha (GARCIA-ZUBIA et al., 2006). O iLab desenvolvido no MIT nos EUA (HARWARD et al. 2008). Dentre outros.

Tawfik et al. (2015) definiram uma arquitetura genérica para LRs, na qual reportam um modelo baseado em três camadas para divisão dos elementos dentro da arquitetura. Na primeira camada, encontra-se o usuário utilizador do laboratório com a presença do RLMS e demais recursos.

A camada intermediária, representa o provedor do laboratório que desenvolve *web-services* e interfaces de comunicação para as camadas periféricas. A terceira e última camada define o laboratório físico em si, demonstrando os possíveis tipos de laboratório, sendo eles controlados via PLC (*Power Line Communication*), DAQ (*Data Aquisition*) e seus barramentos que enviam e recebem dados de sensores e atuadores, podendo ainda, este laboratório possuir um streaming de vídeo, que demonstra os experimentos ao vivo via webcam ou IPcam.

2.2 Laboratórios Virtuais

Já os LVs foram introduzidos em meados do Século XX, onde segundo autores como Mosterman et al. (1994) estes laboratórios são importantes no auxílio a conteúdos introdutórios em cursos ligados as engenharias por estarem relacionados a atividades práticas, em sua grande maioria.

Os LVs se caracterizam por retratarem um laboratório que não compartilha de nenhuma interação com algum tipo de aparato de hardware laboratorial, apenas a execução de modelos matemáticos.

LVs encontram-se muitas vezes no campo das simulações, onde buscam retratar a execução de modelos matemáticos, podendo este ser executado no modelo *standlone*, onde um software encontra-se instalado no dispositivo, sendo capaz de processar as informações do laboratório sozinho.

Além do seu alto valor na quantificação dos detalhes, que em muitas vezes não são perceptíveis a olho nu, ao exemplo da distribuição de corrente em circuitos elétricos que pode ser representada através de animações. Nestes sentido, os LVs são em sua grande maioria dos casos, menos custosos em termos financeiros tanto na aquisição como em mantimento, por conta de espaço físico e manutenção (GOMES; BOGOSYAN; 2009).

A aplicação de LVs estão geralmente atreladas a simulações para o ensino de conteúdos introdutórios a práticas *hands-on*. Tal uso se dá pelo processo de aprendizagem em equipamentos e componentes frente ao uso real destes sem algum tipo de conhecimento prévio.

Um exemplo de LV é o Circuit Simulator⁴, uma ferramenta para desenho de circuitos elétricos e eletrônicos, totalmente web, onde o usuário é capaz de desenhar seu próprio circuito definindo seus parâmetros e comprovando os valores da experimentação.

2.3 Laboratórios Híbridos

Os laboratórios híbridos (LHs) buscam expressar a mixagem na utilização de dois ou mais modelos de laboratórios utilizados, nisto podendo ser considerado o LHN aliado com outros modelos.

Autores como Rodriguez-Gil et al. (2017) descrevem modelos de LHs unindo LRs e LVs, acrescentando ao LR animações que não são perceptíveis dentro de uma prática real por elementos intrínsecos a experimentação. Carlos (2017) descreve um modelo de LH unindo o LHN com o LR, onde o usuário pode criar seu próprio laboratório e compartilhar em rede com os demais colegas através de um ambiente colaborativo online, nesse modelo o laboratório pode auxiliar no fator de escalabilidade de LO, permitindo que haja um número maior de laboratórios em rede para utilização.

O uso de LHs tem em sua essência o poder de conciliar diferentes elementos de diferentes naturezas, tal fato pode vir a calhar com o aumento da interatividade ou ainda da oferta de recursos para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Neste sentido, LHs podem serem aplicados em diferentes contextos de experimentação, podendo estes estarem presentes em classes de educação a distância ou serem aplicados em classes mistas, ora presencial, ora não.

3. Metodologia

A pesquisa de cunho hipotético-dedutivo, quanto ao seu método científico, descreve o desenvolvimento de um caso em geral para estabelecer um princípio em

⁴ Exemplo de laboratório virtual. Disponível em: <<http://www.falstad.com/circuit/>>. Acessado em 21 de maio de 2018.

particular. Neste âmbito, a pesquisa buscou compreender os LOs como um todo, buscando abarcar todas as suas naturezas e ainda suas derivações dentro de uma mesma natureza, de modo a buscar as particularidades de cada tipo de laboratório.

Para compreender melhor o processo de construção de uma pesquisa dedutiva, Bryman (2012), desenvolveu a sequência de atividades em 6 etapas. Das quais as teorias (1) dão origem a hipóteses (2) que necessitam de dados (3) a fim de gerarem descobertas (4), para então, serem confirmadas ou rejeitadas pelo pesquisador.

Usando a visão de Bryman, definiu-se uma série de hipóteses, da qual resumiu-se em um quadro, e buscou-se avaliar a oferta de interatividade dentre os tipos de LO, tendo como outro paralelo um LHN. Bryman (2012) ainda afirma que na última etapa do processo dedutivo, é necessário realizar uma indução, onde o pesquisador responsável necessita inferir sobre as implicações em suas descobertas.

Desta forma, a busca pela compreensão teórica, partiu-se de buscas exploratórias na literatura, a fim de corroborar com a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho visando inferir sobre as características levantadas, buscando sua comprovação através da exploração da literatura.

4. Resultados

A presente seção destinará a retratar os resultados gerados nesta pesquisa, na qual a primeira parte buscará exibir os resultados do processo hipotético-dedutivo.

Por fim, a última analisa os resultados das hipóteses geradas no Quadro 1 a partir das características intrínsecas de cada modelo de laboratório, buscando traçar um paralelo com o seu formato de utilização, relacionando ainda com elementos ligados a escalabilidade, que podem influenciar diretamente no seu formato de utilização.

4.1 Análise Hipotético-Dedutiva

Buscando retratar os elementos presentes em cada tipo de laboratório, representou-se fatores de interação sob a ótica dos LO, traçando-se um paralelo com os LHN.

A fim de constatar uma análise mais aprofundada dos diferentes tipos de laboratórios, considerou-se em LRs as suas derivações de laboratório, tem-se os LR

interativos, de sensor e não interativos. Para os LHs considerou-se a união de LR com LV e LR e LH, conforme definido previamente na literatura, tendo assim um detalhamento maior dos elementos que compõem um LH, e seu formato de interação.

O Quadro 1 discorre com uma análise comparativa entre os tipos de laboratórios com as suas variações de natureza a partir do método de pesquisa adotado no desenvolvimento deste trabalho, tendo na primeira coluna os elementos de dedução e nas demais a pontuação referente a presença ou não em cada tipo laboratório.

Pontuou-se elementos relacionados a formato de disponibilização ao usuário, formato de controle, formato de entrega e acompanhamento da experiência da prática laboratorial. Destes, deduziu-se características que podem estar presentes em um ou mais tipos de LOs.

O Quadro 1 confronta os mesmos baseando-se na sua essência no seu formato de utilização dado a forma com que é realizada interação com cada modelo de LO, adotando como visão de interatividade a visão de um discente.

Quadro 1 – Análise de Interatividade.

Características	LR Interativo	LR Sensor	LR Não Interativo	LV	LH (LR + LV)	LH (LR + LHN)	LHN
Controle a distância	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Parâmetros personalizáveis	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Controle a falhas de usuário	✓		✓	✓	✓	✓	
Flexibilidade na manipulação	✓			✓	✓	✓	✓
Manipulação <i>hands-on</i>						✓	✓
Fácil configuração	✓	✓	✓	✓	✓		
Disponibilidade 24/7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Animações de interatividade no laboratório				✓	✓		
Permite exportação dos dados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Registro de atividades	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Controle a falhas de hardware	✓	✓	✓	✓			
Tempo de sessão			✓			✓	

ilimitado							
-----------	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Autor.

4.1 Análise dos Resultados

Os LRs interativos possuem um controle mais livre ao usuário, estando este refém dos mecanismos de controle de acesso - fila, agendamento, entre outros - não estando este disponível para manipulação *hands-on* (HARWARD et al., 2008). No entanto LRs de sensoriamento, possuem um baixo grau de interatividade, estão estes mais no campo da observação. Já os LRs não interativos demonstram-se capazes de suportar um maior número de usuários (GARCÍA-ZÚBIA et al., 2015). Neste âmbito, aumentando a escalabilidade de laboratórios remotos, uma preocupação já evidenciada por (LOWE, 2014).

Os LVs demonstram-se ser os mais escaláveis neste âmbito de LO, uma vez que na maioria das vezes são *standlone*, no entanto a interatividade sob a ótica deste laboratório evidência um laboratório que recebe valores ideais, e não valores reais, ao exemplo de tolerância de resistores em circuitos elétricos. Estes laboratórios, por vez, possuem um alto grau de detalhes, onde os usuários podem verificar a existência de elementos não perceptíveis a olho nu, devido a presença de elementos animados através de computação gráfica.

Os LHs na sua essência possuem e ligação de laboratórios de mais de uma natureza, para a ligação entre LR e LV, tem-se um LR com um fator acrescido de interatividade em animações que podem unir mundos virtuais 3D, realidade virtual, realidade aumentada, entre outros na atividade de experimentação do aparato físico remoto (RODRIGUEZ-GIL et al. 2017).

No que tange ao LH que possui um LR e LHN, há um nível ainda maior de interatividade por parte do usuário, que pode manusear fisicamente o equipamento e através de uma arquitetura específica de software, compartilhar este laboratório com demais usuários de sua comunidade, assim, tornando o equipamento *hands-on* um LR para demais membros. Podendo este ser usado através de ambientes colaborativos online (CARLOS, 2017; CHACÓN et al., 2017).

5. Conclusão

A distinção dos diferentes tipos de LOs contribuem para que um mesmo possa ser melhor aproveitado no processo de ensino-aprendizagem. Desta forma, sendo possível perceber a disponibilidade e limitações de cada um dentro de seu campo.

LOs se mostram como uma ferramenta poderosa na ação de promover a expansibilidade do ambiente escolar para fora da sala de aula, uma vez que podem ser acessados 24/7 (24hs / 7 dias por semana), no entanto há de se ponderar seus níveis de aplicação considerando os diversos tipos de docentes e as potencialidades de cada tipo de laboratório.

Sua importância na aplicação vem a calhar com diversos elementos pedagógicos que inferem diretamente na integração destes recursos em sala de aula, no que tange em aspectos de nível de conhecimento técnico do usuário para manipular determinado tipo de laboratório, e disponibilidade de recursos para propiciar tal integração. LOs não aparecem como um substituto do LHN, e sim, um complemento, podendo suportar atividades que não são compreensíveis mesmo em atividades *hands-on*.

Logo, a grande diversidade de elementos presentes nos diferentes tipos de LO vem a calhar com a granularidade e o detalhamento da informação que se deseja obter através da exploração da prática de experimentação, assim, salienta-se a necessidade de compreender melhor as potencialidades e restrições de cada uma destes.

Sua distinção pode se dar na sua aplicabilidade, uma vez que está deverá reconhecer o público-alvo presente, visando extrair o máximo da utilização de cada tipo de laboratório, dado o nível de conhecimento destes usuários e o nível a qual se almeja.

Faz-se necessário considerar ainda a qualidade da conexão com a Internet e capacidade de processamento do dispositivo computacional que vai aceder a prática de um determinado tipo de LO, uma vez que, este pode influenciar na adaptabilidade do mesmo ao usuário em seu dispositivo.

Referências

BALAMURALITHARA, B.; WOODS, P. C. Virtual laboratories in engineering education: The simulation lab and remote lab. **Computer Applications in Engineering Education**, 2009. Wiley Subscription Services, Inc., A Wiley Company. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/cae.20186>>. .

BRYMAN, A. **Social research methods**. Oxford; New York: Oxford University Press, 2012.

CARLOS, L. M. **Proposta de Arquitetura para Laboratórios Móveis Baseada no Paradigma de Dispositivos Inteligentes.**, 2017. Universidade Federal de Santa Catarina.

CARLOS, L. M. et al. Estratégias de Integração de Tecnologia no Ensino: Uma Solução Baseada em Experimentação Remota Móvel. **Actas TICAL2017**. p.215–230, 2017. San José: RedCLARA.

CGI.BR/NIC.BR. TIC Educação. Disponível em: <<http://cetic.br/pesquisa/educacao/indicadores>>. Acesso em: 1/3/2018.

GARCIA-ZUBIA, Javier et al. Experience with WebLab-Deusto. 2006 **IEEE International Symposium on Industrial Electronics**. v. 4, p.3190–3195, 2006.

GARCIA-ZUBIA, Javier et al. Archimedes remote lab for secondary schools. **2015 3rd Experiment International Conference (exp.at'15)**, [s.l.], p.60-64, jun. 2015. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/expat.2015.7463215>.

GOMES, L.; BOGOSYAN, S. Current Trends in Remote Laboratories. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 56, n. 12, p. 4744–4756, 2009.

HARWARD, V. J. et al. The iLab Shared Architecture: A Web Services Infrastructure to Build Communities of Internet Accessible Laboratories. **Proceedings of the IEEE**, v. 96, n. 6, p. 931–950, 2008.

JARA, C. A.; CANDELAS, F. A.; PUENTE, S. T.; TORRES, F. Hands-on experiences of undergraduate students in Automatics and Robotics using a virtual and remote laboratory. **Computers & Education**, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511001515>>.

LOWE, D. MOOLs: Massive Open Online Laboratories: An analysis of scale and feasibility. **2014 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)** . p.1–6, 2014.

MA, J.; NICKERSON, J. V. Hands-on, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review. **ACM Comput. Surv.**, v. 38, n. 3, 2006. New York, NY, USA: ACM. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1132960.1132961>>. .

MEC/INEP. Matrículas e Infraestrutura - QEDu. , ago. 2017. Disponível em: <<http://qedu.org.br/brasil/censo-escolar?year=2016&dependence=0&localization=0&item=>>>. .

MOSTERMAN, P. J. et al. Virtual Engineering Laboratories: Design and Experiments. **Journal of Engineering Education**, v. 83, n. 3, p. 279–285, 1994. Blackwell Publishing Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/j.2168-9830.1994.tb01116.x>>..

ORDUÑA, P. et al. An Extensible Architecture for the Integration of Remote and Virtual Laboratories in Public Learning Tools. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/RITA.2015.2486338>>. .

RODRIGUEZ-GIL, L. et al. Towards new multiplatform hybrid online laboratory models. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. PP, n. 99, p. 1, 2017.

SILVA, J. B.; BILESSIMO, S. M. S.; DA SILVA, K. C. N. A ESTRATÉGIA DE INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO EM EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL (GT-MRE). **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, p. 1–14, 2016. <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2016/09/Art1-ano8-vol17-dez2016.pdf>.

SIMÃO, J. P. S. et al. **Laboratórios Online Móveis em um Ambiente de Experimentação Colaborativo**. 2017.

Revista Tecnologias na Educação – Ano 10 – Número/Vol.24 – Edição Temática VII– Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais (SITED 2018). tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br

SIMÃO, J. P. S. **RELLE: SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE EXPERIMENTOS REMOTOS**, 2015. Universidade Federal de Santa Catarina.

TAWFIK, M.; LOWE, D.; SALZMANN, C.; et al. Defining the Critical Factors in the Architectural Design of Remote Laboratories. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, 2015.

VIEGAS, C.; LIMA, N.; ALVES, G.; GUSTAVSSON, I. Improving Students Experimental Competences Using Simultaneous Methods in Class and in Assessments. **Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality**, 2014. New York, NY, USA: ACM.

ZUTIN, D. G.; AUER, M. E.; MAIER, C.; NIEDERSTÄTTER, M. Lab2go - A repository to locate educational online laboratories. **IEEE EDUCON 2010 Conference**. p.1741–1746, 2010.

Recebido em Junho 2018

Aprovado em Junho 2018