

O uso de laboratórios *online* no ensino de ciências: uma revisão sistemática da literatura

Aline Coêlho dos Santos

Mestranda em Tecnologias da Informação e Comunicação – UFSC

Fabiana Santos Fernandes

Mestranda em Tecnologias da Informação e Comunicação – UFSC

Juarez Bento da Silva

Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento - UFSC

Resumo: Esta pesquisa trata de uma revisão sistemática da literatura sobre a aplicação de laboratórios virtuais e remotos (LVR) em processos didáticos no ensino de ciências, traçando paralelo entre esse tipo de aplicação na educação básica e no ensino superior. Para sua efetivação, foi realizada uma análise descritiva e bibliométrica em 43 artigos das bases SCOPUS, Web of Science e ProQuest, observando as disciplinas, áreas de conhecimento, níveis de ensino e os locais onde os laboratórios estão sendo explorados. Assim, evidenciou-se que as aplicações de LVR são muito mais presentes no ensino superior, principalmente nas áreas de Engenharia. No entanto, as aplicações realizadas na educação básica demonstraram que esse é um campo em potencial para ser mais explorado, por apresentar resultados positivos, capazes de suprir, mesmo que em parte, a carência de recursos, o desinteresse e a desmotivação apresentados pelos alunos, atualmente, no contexto escolar.

Palavras-Chave: Laboratório Virtual, Experimentação Remota, Ensino de Ciências.

The use of online labs in science teaching: a systematic review of literature

Abstract: This study presents a systematic review of the existing literature about the application of Virtual and Remote Laboratories (LVR) in didactic processes in Science Teaching, drawing a parallel between this type of application in Basic Education and Higher Education. For its effectiveness, a descriptive and bibliometric analysis was carried out in 43 articles from the SCOPUS, Web of Science and ProQuest databases observing the disciplines, areas of knowledge, levels of education and the places where the laboratories are being explored. Thus, it was evidenced that the LVR applications are much more present in Higher Education, especially in the Engineering areas. However, the applications carried out in Basic Education demonstrated that this is a promising field to be explored, since it presents positive results, capable of supplying, even partially, the current lack of resources, lack of interest and lack of motivation presented by students in the school setting.

Keywords: Virtual Laboratory, Remote Experimentation, Science Teaching.

1. INTRODUÇÃO

É evidente que práticas laboratoriais são de fundamental importância para o fazer científico, para a elaboração de soluções de problemas, bem como para o preparo de alunos que precisam aplicar o conhecimento teórico na prática.

Nessa perspectiva, é possível destacar que o uso de laboratórios virtuais e remotos (LVR) tem conquistado um espaço cada vez maior e mais abrangente no âmbito educacional, fazendo-se presente em diferentes níveis de ensino e disciplinas, principalmente naquelas que demandam necessidade de investigação em aulas práticas, como é o caso do ensino de ciências, configurado nas disciplinas das áreas de Ciências da Natureza, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

Esse destaque se dá principalmente no que tange a sua oferta, pois estes, comparados aos *hands-on* (laboratórios convencionais), demandam um custo menor, encontram-se acessíveis todos os dias e a todo tempo, e sua utilização não gera nenhuma exposição de risco.

No entanto, apesar do aumento de aplicações dos mesmos nos últimos anos, dificilmente encontramos compilados em uma única pesquisa dados de diferentes amostras que caracterizam sua utilização, e que possam servir de apoio para subsidiar novas aplicações, sejam elas em situações que comprovadamente estão dando certo e podem ser replicadas, sejam naquelas em que há a necessidade e/ou demanda, ou que ainda precisam ser mais exploradas.

Nesse contexto, elaborou-se a questão de pesquisa: como o uso de laboratórios virtuais e remotos para experimentação prática no ensino de ciências tem sido efetuado no âmbito educacional nos últimos cinco anos?

Para responder ao problema, definiu-se como objetivo geral deste estudo buscar, mediante uma revisão sistemática da literatura, dados sobre como a utilização de laboratórios virtuais e remotos tem sido efetuada no ensino de ciências nos diferentes níveis e modalidades de ensino, permitindo, assim, sua caracterização no âmbito educacional.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Práticas laboratoriais e o ensino de ciências

A falta de experimentação prática, principalmente no que tange a educação básica, tem trazido reflexos negativos para a formação de profissionais das áreas de ciências e tecnologia, os quais também são responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico e econômico do país.

Estudos realizados por Gutl *et al.* (2012) sugerem que, especificamente na área da educação científica, muitos alunos têm dificuldades com a aprendizagem do conhecimento e com o desenvolvimento de habilidades para a investigação científica. Os autores ainda salientam que, em vários países, os estudantes têm um baixo interesse geral em ciências, e que esse número está diminuindo cada vez mais.

Dados recentes do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (*Programme for International Student Assessment - PISA*), divulgados em 06 de dezembro de 2016 pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), ratificam o fato supracitado, indicando que, no quesito ciências, em que os alunos precisam ser capazes de usar ideias ou conceitos científicos abstratos para explicar fenômenos e eventos mais complexos, o Brasil obteve o 59º lugar em um *ranking* com 65 países, apresentando-se estagnado e abaixo da média em relação aos países que compõem a OCDE.

Esses dados ainda revelam que 55,3% dos alunos brasileiros alcança apenas o nível 1 de conhecimento, ou seja, não são capazes de aplicar no cotidiano o que sabem, e não conseguem dar explicações científicas claras em relação às evidências (OCDE, 2016).

Ainda sobre essa problemática, Silva *et al.* (2013) explicam que tal fato, no Brasil, é decorrente de deficiências no sistema de ensino, que não fornece conceitos consistentes nas disciplinas que envolvem o ensino de ciências, e na carência de infraestrutura encontrada nas escolas da rede pública municipal e estadual. Os autores ainda salientam que a falta de ambos pode acarretar na supressão de profissionais na área de inovação e tecnologia, resultando implicações negativas para toda a sociedade.

Outras pesquisas, como as de Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2012), e de Berezuk e Inada (2010), no entanto, complementam que, além das carências encontradas no sistema de ensino brasileiro, quando nos referimos ao ensino de

ciências ainda lidamos com outro agravante: o despreparo do professor para realizar aulas experimentais.

Gutl *et al.* (2012) contribuem com essa questão quando sustentam que os alunos da geração atual querem ambientes de aprendizagem de tecnologia avançada, dinâmicos e modernos, com conteúdo interativo e experimentação, combinando educação, entretenimento e trabalho em equipe.

Assim, o avanço das tecnologias computacionais tem marcado o início de um novo horizonte na aprendizagem do ensino de ciências, proporcionando experimentações que substituem ou complementam as práticas tradicionais em *hands-on*, com o desenvolvimento de laboratórios virtuais e remotos, que oferecem oportunidades únicas para que alunos melhorem a sua compreensão conceitual, aumentando, assim, sua aprendizagem sobre o que está sendo trabalhado (ALAM; HADGRAFT; SUBIC, 2014).

2.2. Laboratórios virtuais e remotos: definições e conceitos

Laboratórios virtuais e remotos são ferramentas tecnológicas que incorporam o que chamamos de laboratórios baseados na *web*, ou laboratórios *web*. Ambos funcionam virtualmente e encontram-se disponíveis em tempo integral para o seu usuário. No entanto, possuem diferenças significativas, as quais precisam ser esclarecidas. Logo abaixo, serão apresentadas algumas definições para laboratório virtual e remoto, ilustradas por meio de um quadro comparativo.

De acordo com Silva (2006), laboratórios virtuais são simuladores que exibem o funcionamento dos equipamentos e mecanismos que se encontram em um laboratório, possibilitando que o aluno aprenda sobre os mesmos. Já nos laboratórios remotos o aluno é capaz de manipular esses “mecanismos” que se encontram no laboratório físico, de qualquer lugar, a qualquer hora e dia.

Para Silva (2015), experimentações remotas são laboratórios virtuais compostos por experimentos reais, controlados remotamente por alguém que está fora do laboratório. Jeschke (2007), por sua vez, explica que um laboratório remoto consiste em duas partes primordiais: o experimento em si e um computador que atua como uma interface, permitindo o controle sobre esse experimento através de uma rede de computadores ou da internet.

As definições citadas nos permitem entender que, apesar de ambos os recursos apresentarem-se como ferramentas educacionais, com objetivos próximos, como promover a experimentação prática e o aprendizado conceitual, possuem diferenças contrastantes, que devem ser claramente observadas, como podemos ver simplificada no quadro 1.

Quadro 1: Comparação entre laboratórios virtuais e laboratórios remotos.

Laboratórios virtuais	Laboratórios remotos
Baseado em simulações.	Experimento físico, real, que se encontra em local distinto, e pode ser manuseado remotamente.
Permitem o acesso de vários alunos ao mesmo tempo.	Por se tratarem de uma situação real, permitem um acesso por vez.
Todos os processos, por mais próximos que estejam da realidade, são simulados, fictícios.	Possibilita a interação com processos reais, permitindo ao utilizador uma análise dos problemas práticos do mundo real.
Podem simular qualquer tipo de experimento.	Não simulam experimentos que configurem algum risco para o laboratório físico no qual está inserido.
Reprodução fictícia do mundo real, criando ambientes imersivos e com alta interatividade.	Interação direta com equipamentos reais; informações reais.
O experimento realizado a partir de simulação gera sempre o mesmo resultado.	A experimentação remota, a cada manuseio, pode gerar resultados diferentes, que condizem com a situação do momento.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

3. Revisão sistemática da literatura

A revisão sistemática da literatura (RSL) adota procedimentos metódicos, tornando a pesquisa válida, por possuir resultados consistentes, além de torná-la possível de ser replicada. Clarke (2000) explica que a mesma busca responder a um problema (pergunta) claramente formulado, e utiliza métodos sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criteriosamente estudos pertinentes.

Nesse sentido, foi definido como pergunta da revisão: como o uso de laboratórios virtuais e remotos para experimentação prática no ensino de ciências tem sido efetuado nos diferentes níveis de ensino, disciplinas e áreas do conhecimento? Foram identificadas como variáveis:

- variável 1: laboratórios virtuais e remotos;

- variável 2: ensino de ciências.

Logo, optou-se pelas bases de dados Scopus, pela sua abrangência e elevado acervo de publicações, Web of Science, pela sua linha específica de pesquisa, e ProQuest, por ser a mais completa coleção de dissertações e teses de todo o mundo.

Para fins de pesquisa nas bases de dados, foram selecionadas as seguintes palavras-chave: *remote experimentation*, *remote laboratory*, *virtual laboratory*, *science teaching* ou *science learning*. Por fim, foi aplicado um filtro cronológico, delimitando para esta pesquisa publicações realizadas entre os anos de 2011 e 2016.

Para as três bases de dados escolhidas para este estudo, foram utilizadas as mesmas palavras-chave e mesmos procedimentos, salvo a da ProQuest, em que foi necessária a utilização de um filtro a mais. Segue um quadro explicativo:

Quadro 2: Resultados obtidos com a localização e seleção dos estudos.

		Palavras-chave de busca		Refinamento		Total
		1ª busca	2ª busca	1º	2º	
		<i>remote experimentation</i> ou <i>remote laboratory</i>	<i>science teaching</i> ou <i>science learning</i>	2011 – 2013	Área – STEM	
Bases de dados	Scopus	1.757	67	46	-	47
	Web of Science	815	19	11	-	11
	ProQuest	1.141	71	44	12	12
Total geral:						70

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Após essa etapa, realizou-se a avaliação crítica dos estudos, com leitura do título, resumo e introdução das 70 publicações encontradas. Dessas, 27 foram excluídas, por não permitirem o acesso, não atenderem ao problema proposto nessa pesquisa, ou por aparecerem repetidamente em bases diferentes; nesse último caso, apenas um deles foi considerado.

Feito isso, ao final da aplicação dos filtros e dos critérios de exclusão foram selecionados para análise 43 estudos, que se configuram como amostra final (Tabela 1).

Tabela 1: Publicações que definem a amostra final de análise e coleta de dados.

Nº	TÍTULO	AUTOR
1.	A remote experimentation and 3D virtual world for basic education	Antonio, C.P., De Lima, J.P.C., Bosco Da Mota Alves, J., (...), Bento Da Silva, J., Simao, J.P.S.
2.	Planck's constant determination by remote experimentation	Tkac, L., Schauer, F.
3.	Educational application of remote experimentation for mobile devices	<u>Rochadel, W., Da Silva, J.B., Simão, J.P.S., Da Costa Alves, G.R.</u>
4.	Simulated, hands-on and remote laboratories for studying the solar cells	Cotfas, P.A., Cotfas, D.T., Gerigan, C.
5.	Technology-enhanced science learning through remote laboratory: System design and pilot implementation in tertiary education	Tho, S.W., Yeung, Y.Y.
6.	Simultaneous usage of methods for the development of experimental competences	Alves, G., Viegas, C., Lima, N., Gustavsson, I.
7.	Remote Laboratory eLab3D: A Complementary Resource in Engineering Education	Lopez, S., Carpeno, A., Arriaga, J.
8.	The ball and beam system: A case study of virtual and remote lab enhancement with Moodle	De La Torre, L., Guinaldo, M., Heradio, R., Dormido, S.
9.	Interactive cloud experimentation for biology: An online education case study	Hossain, Z., Jin, X., Bumbacher, E.W., (...), Blikstein, P., Riedel-Kruse, I.H.
10.	Developing a remote laboratory for heat transfer studies	Ennetta, R., Nasri, I.
11.	Supporting access to STEM subjects in higher education for students with disabilities using remote laboratories	Grout, I.
12.	On the viability of supporting institutional sharing of remote laboratory facilities	Lowe, D., Dang, B., Daniel, K., Murray, S., Lindsay, E.
13.	Technology-enhanced laboratory experiments in learning and teaching (Book Chapter)	Alam, F., Hadgraft, R.G., Subic, A.
14.	An alternate learning approach for destructive testing in civil engineering: Benefits from remote laboratory experimentation	Liu, X., Zong, N., Dhanasekar, M.
15.	A review of research on technology-assisted school science laboratories	Wang, C.-Y., Wu, H.-K., Lee, S.W.-Y., (...), Lo, H.-C., Tsai, C.-C.
16.	Developing the TriLab, a triple access mode (hands-on, virtual, remote) laboratory, of a process control rig using LabVIEW and Joomla	Abdulwahed, M., Nagy, Z.K.
17.	Remote experiments in primary school science education	Kostelníková, M., Ožvoldová, M.
18.	Web-based experimentation for students with learning disabilities	Chivukula, V., Shur, M.
19.	Evaluation of the Use of Remote Laboratories for Secondary School Science Education	Lowe, D., Newcombe, P., Stumpers, B.
20.	Learning from blended chemistry laboratories	Kennepohl, D.K.
21.	The role of virtual and remote labs in promoting conceptual understanding of students	Lustigova, Z., Novotna, V.
22.	Integration of a real-time remote experiment into a multi-player game laboratory environment	Tumkor, S., Zhang, M., Zhang, Z., (...), Esche, S.K., Chassapis, C.
23.	Internet-based remote laboratories as a part of a blended learning environment	Stefanovic, M., Matijevic, M., Cvjetkovic, V.
24.	Implementation of industrial automation laboratories for e-learning	Gardel, A., Bravo, I., Revenga, P.A., Lázaro, J.L., García, J.
25.	Delivering collaborative web labs as a service for engineering education	Bochicchio, M.A., Longo, A.
26.	Engineering education using a remote laboratory through the Internet	Axaopoulos, P.J., Moutsopoulos, K.N., Theodoridis, M.P.

27.	Web conferencing and remote laboratories as part of blended learning in engineering and science: A paradigm shift in education or more of the same?	Mackay, S., Fisher, D.
28.	Towards an immersive virtual environment for physics experiments supporting collaborative settings in higher education	Gütl, C., Scheucher, T., Bailey, P.H., (...), Santos, F.R.D., Berger, S.
29.	Hands-on experiences of undergraduate students in Automatics and Robotics using a virtual and remote laboratory	Jara, C.A., Candelas, F.A., Puente, S.T., Torres, F.
30.	Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories	Corter, J.E., Esche, S.K., Chassapis, C., Ma, J., Nickerson, J.V.
31.	The remote laboratory as a European educational workspace	Scutaru, G., Cocorada, E., Pavalache-Ilie, M.
32.	Development and evaluation of mechatronics learning system in a web-based environment	Shyr, W.-J.
33.	Validation of Functional Requirements of a Virtual Remote Laboratory to Support Blended Learning	Gamo Aranda, Javier; Novakova, Jirina; MedinaRivilla, Antonio; <i>et al.</i>
34.	Teaching and learning globally connected Using live online classes for preparing international engineering students for transnational collaboration and for studying in Germany	May, Dominik; Sadiki, Abdelhakim; Pleul, Christian; <i>et al.</i>
35.	Facilitating the Creation of Virtual and Remote Laboratories for Science and Engineering Education	Esquembre, Francisco
36.	Using common elements to explain electromagnetism to children: Remote Laboratory of Electromagnetic Crane	Carro Fernandez, German; Carrasco Borrego, Ramon; Sancristobal Ruiz, Elio; <i>et al.</i>
37.	Remote Interactive Experiments Using Lab View for Eletronic Test Bench.	Dominguez, M. A.; Fernandez, J. A.; Carrillo, J. M.; <i>et al.</i>
38.	Experiments in rigid body mechanics using a remote laboratory.	Kofman, H.; Perez Sottile, R.; Concari, S.; <i>et al.</i>
39.	Evaluating learning outcomes in introductory chemistry using virtual laboratories to support inquiry based instruction	Mallory, Cecile R..
40.	Assessing students' learning outcomes, self-efficacy and attitudes toward the integration of virtual science laboratory in general physics	Ghatty, Sundara L..
41.	Knowledge Retention for Computer Simulations: A study comparing virtual and hands-on laboratories	Croom, John R., III.
42.	Teachers' Perspectives on Online Virtual Labs vs. Hands-On Labs in High School Science	Bohr, Teresa M.
43.	A quantitative assessment and comparison of conceptual learning in online and classroom-instructed anatomy and physiology	Humphrey, Joel Yager.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

4. Apresentação e análise de resultados

Para responder à questão de pesquisa, de como o uso de laboratórios virtuais e remotos para experimentação prática no ensino de ciências tem sido efetuado nos diferentes níveis de ensino, disciplinas e áreas do conhecimento, foi necessário

construir uma linha do tempo das publicações coletadas e efetivar uma investigação aprofundada sobre o tema.

Dessa forma, a busca de dados pautou-se nos seguintes critérios: ano da publicação; tipos de publicação analisadas; locais de publicação; aplicação na educação; locais de aplicação; nível do ensino superior em que foi aplicado; área do conhecimento e disciplina em que foi aplicada; relação com aprendizagem; benefícios e dificuldades encontradas com a aplicação.

4.1. Análise bibliométrica

Dando início à análise bibliométrica sobre a linha do tempo das publicações, pode-se perceber uma constante de 6 a 8 publicações entre os anos de 2011 e 2013, uma queda no ano de 2014, com 4 publicações, e uma evidente elevação no ano de 2015, indicando 10 publicações sobre a temática em questão. É possível ainda observar que o ano de 2016, apesar de não estar finalizado, também possui significativa incidência, com 6 publicações, como podemos observar no Gráfico 1.

Gráfico 1: Número de publicações por ano sobre a temática abordada.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

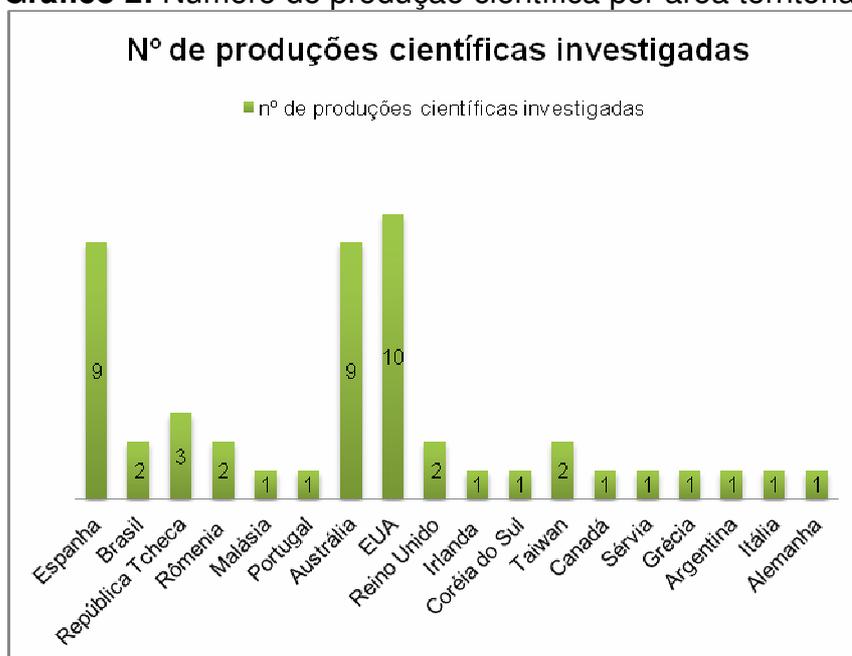
As primeiras publicações encontradas em 2011, tanto na Scopus como na Web of Science, evidenciada em Wen-Jye (2011) e Dominguez *et al.* (2011), respectivamente, referem-se a trabalhos desenvolvidos em universidades com alunos de engenharia, utilizando como estratégia didático-pedagógica a aplicação de laboratórios remotos para capacitá-los quanto aos conceitos e conhecimentos

relativos à mecatrônica e mecânica dos corpos rígidos. Ambos os estudos preocupam-se em criar ambientes de ensino e aprendizagem, bem como elaborar estratégias para avaliar os resultados na aprendizagem.

Já as últimas publicações, identificadas em Heradio *et al.* (2016) e Humphrey (2016), presentes na Scopus e ProQuest, respectivamente, propõem, na primeira, uma revisão sistemática, buscando as publicações mais influentes e os temas mais pesquisados no que diz respeito ao uso de laboratórios virtuais e remotos; na segunda, a aplicação de laboratórios virtuais nas aulas de anatomia para as áreas da saúde, no ensino superior, propondo um comparativo de desempenho em grupos de alunos que fizeram uso online do laboratório virtual e outros que fizeram uso de *hands-on*.

Ao observarmos o local onde determinadas pesquisas foram produzidas, concluímos que, das publicações aqui investigadas, a maioria corresponde aos países Estados Unidos, Espanha e Austrália, como pode ser observado no Gráfico 2. Neste quadro de análise, observamos a presença do Brasil com duas publicações, ambas provenientes da Universidade Federal de Santa Catarina.

Gráfico 2: Número de produção científica por área territorial.



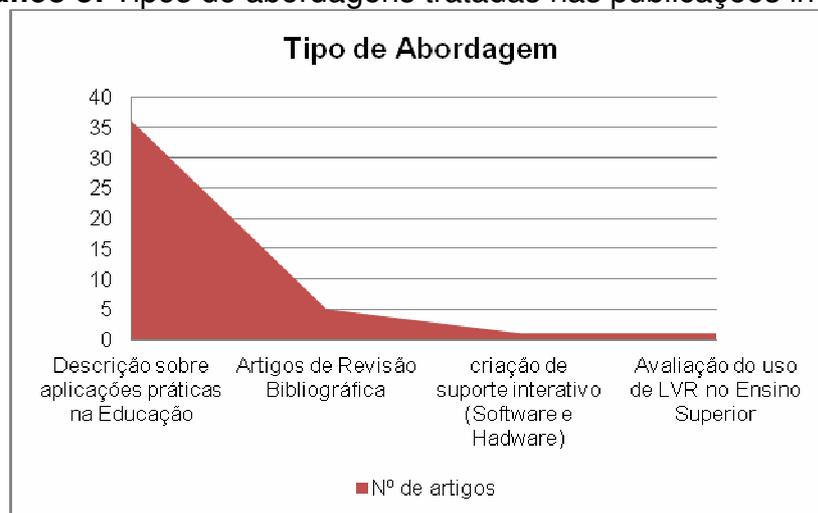
Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

4.2. Análise descritiva

A busca de dados para essa pesquisa permitiu ilustrar um quadro geral de como o uso de laboratórios virtuais e remotos vem se efetivando no meio educacional. Das análises descritivas realizadas sobre as publicações selecionadas para esta pesquisa, pôde-se observar, em primeiro plano, que, dos 43 estudos investigados, 36 abordam descrições sobre os processos e resultados obtidos a partir da aplicação de laboratórios virtuais e remotos, em situações reais no meio educacional; 5 configuram-se como revisões bibliográficas, analisadas em Wang, J.-Y. *et al.* (2015), Chivukula e Shur (2012), Esquembre (2015), Mackay e Fisher (2012), Gult *et al.* (2012).

Os demais estudos analisados abordam a criação de *software* e *hardware* como suporte interativo para os LVR (ROCHADEL *et al.*, 2013), e avaliam, por meio de perspectivas de professores, como têm sido utilizados no ensino médio (LUSTIGOVA; NOVOTNA, 2012).

Gráfico 3: Tipos de abordagens tratadas nas publicações investigadas.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Das revisões observadas, Mackay e Fisher (2012) fornecem também uma visão geral sobre a aplicação de laboratórios virtuais e remotos, e relatam sobre a promoção da educação científica por meio de uma aprendizagem mista¹. Nesse

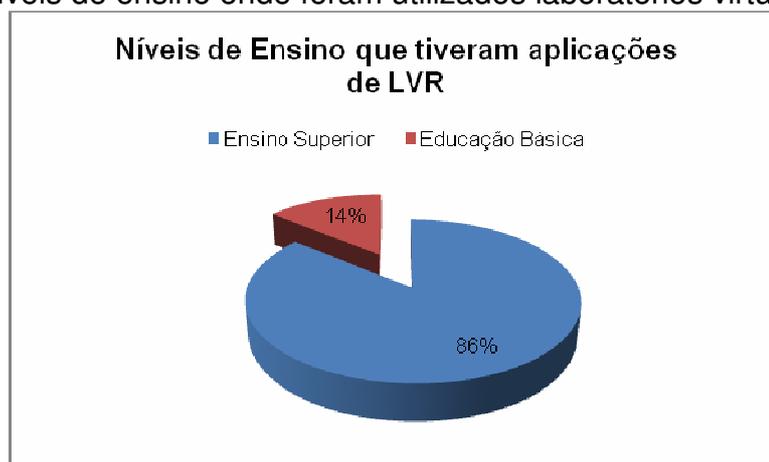
¹ Aprendizagem mista refere-se à integração de diferentes metodologias de ensino e recurso para um mesmo objetivo. Está relacionada também à modalidade de aprendizagem híbrida, o *blended*

sentido, os autores traçam um comparativo entre uma sala de aula tradicional e o impacto da webconferência no aprendizado experimental para os cursos de engenharia, e sugerem maneiras de como integrar e aplicar webconferência e laboratórios remotos na educação científica de futuros engenheiros.

Chivukula & Shur (2012) descrevem, ainda, em sua revisão, sobre como as ferramentas tecnológicas podem diminuir as dificuldades de aprendizagem dos alunos e auxiliar no aprendizado de alunos PcDs (pessoas com deficiência).

Das aplicações analisadas, percebe-se que 86% descrevem sobre aplicações realizadas em ensino superior (graduação, ensino técnico e cursos de aperfeiçoamento), enquanto apenas 14% retratam o uso de LVR na educação básica, como podemos observar no Gráfico 4.

Gráfico 4: Níveis de ensino onde foram utilizados laboratórios virtuais e remotos.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Os trabalhos realizados na educação básica, aqui investigados, são evidenciados em Antonio *et al.* (2016), Fernandez *et al.* (2015), Kostelníková e Ozvoldova (2013), Lowe *et al.* (2013).

Antonio *et al.* (2016) descrevem sobre o desenvolvimento de um mundo virtual 3D com experimentação remota aplicada ao ensino de ciências, no qual os estudantes usam avatares para explorar o mundo virtual e interagir com o laboratório remoto.

learning ou *b-learning*, que busca combinar práticas pedagógicas do ensino, com o objetivo de melhorar o desempenho intelectual dos alunos.

Já Fernandez *et al.* (2015) trazem conceitos de engenharia para pré-adolescentes e jovens entre 10 e 15 anos, por meio de experimentação remota no ensino de ciências, abordando o conteúdo de eletromagnetismo. Os autores, com essa aplicação didática, pretendem incentivar os alunos a prosseguirem os estudos em cursos de engenharia no futuro, e ensiná-los a compreender e apreciar o quão importante é a tecnologia. Inicialmente, afirmam que plantar em estudantes a semente de curiosidade pode ser uma boa maneira de despertar o interesse dos futuros engenheiros (FERNANDEZ *et al.*, 2015).

Estudos feitos por Kostelníková e Ozvoldova (2013) retratam sobre aplicações de projetos com apoio de experimentos remotos no desenvolvimento da alfabetização científica de alunos das séries iniciais, entre 2011 e 2012, a fim de examinar a influência que estes tinham sobre a aprendizagem do aluno.

Lowe *et al.* (2013), em seu artigo, descrevem ensaios sobre o uso de laboratórios remotos em escolas de nível básico, relatando as reações dos alunos e professores às suas interações com os laboratórios. Nessa perspectiva, os autores concluem que os laboratórios remotos podem ser altamente benéficos, desde que integrados a uma abordagem e a um plano de aula adequado.

Dos tipos de laboratórios apresentados nas aplicações, o uso de laboratórios remotos correspondeu a 46% das aplicações investigadas, enquanto o uso de laboratórios virtuais correspondeu a 17%, e a integração de ambas as ferramentas, nesse contexto, correspondeu a 37%.

Dos resultados relevantes encontrados pelos autores revisados, é possível evidenciar que a grande maioria apontou respostas positivas em relação às aplicações de tecnologias em sala de aula, relatando sobre a melhor apropriação de conceitos aprendidos, bem como no interesse e motivação em estudar. Ghatty (2013) relata que, além dos alunos expressarem atitudes positivas em termos de gosto, bem como no interesse pela aprendizagem, eles não apresentaram diferenças nos resultados utilizando laboratórios virtuais e *hands-on*, e que para algumas situações essas ferramentas podem substituir laboratórios tradicionais.

No entanto, alguns autores chamam atenção para a importância e necessidade de integração de tecnologias e abordagens diferenciadas em sala de aula, podendo ser mais bem aproveitadas pelo aluno, tornando o aprendizado mais consistente (ABDULWAHED; NAGY, 2013; ANTONIO; MARCELINO; SILVA, 2015;

BARRIOS *et al.*, 2013; GARDEL *et al.*, 2012; LOWE; NEWCOMBE; STUMPERS, 2013; MACKAY; FISHER, 2012; TUMKOR *et al.*, 2012).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho evidenciou dados relevantes, capazes de caracterizar como o uso de laboratórios virtuais e remotos está se efetivando no meio educacional. Nesse sentido, é possível observar que esses recursos surgiram, em primeira instância, para suprir necessidades didáticas nas engenharias. Essas demandam da necessidade de experimentações práticas nas aulas que envolvem, principalmente, conceitos de física, e que muitas vezes expõem o aluno a algum tipo de risco, que pode ser evitado pelo uso de laboratórios virtuais e remotos.

Nessa perspectiva, é compreensível o expressivo número de utilização de LVR e estudos sobre a temática nessa área do conhecimento. No entanto, é possível perceber que essas ferramentas têm ganhado espaço e têm feito parte não somente da educação básica, como no preparo e formação de professores que farão uso das mesmas em aulas futuras, também na educação básica.

O ganho com a utilização de laboratórios virtuais e remotos é evidente em quase todos os estudos analisados, associado principalmente ao melhor aprendizado conceitual do aluno, bem como ao aumento na motivação em aprender e no interesse pela disciplina.

Na educação básica, apesar de poucas aplicações evidenciadas, percebe-se um nível de ensino em potencial para o recebimento de tecnologias educacionais como os laboratórios aqui explorados. As pesquisas nesse campo educacional evidenciam um ambiente carente de novas práticas pedagógicas, alunos com desinteresse escolar e escolas com baixa infraestrutura – no entanto, com perspectivas futuras para um melhor aprendizado.

Sendo assim, as pesquisas abrem caminhos para que mais aplicações sejam desenvolvidas no âmbito da educação básica, bem como no preparo de professores para o uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs). Isso se mostra pertinente e fundamental, pois é um campo que possui a necessidade de mudanças, tanto nas abordagens e práticas pedagógicas, como nos recursos utilizados e disponibilizados no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

- ABDULWAHED, M.; NAGY, Z. K. Developing the TriLab, a triple access mode (hands-on, virtual, remote) laboratory, of a process control rig using LabVIEW and Joomla. *Computer Applications in Engineering Education*, v. 21, n. 4, p. 614-626, 2013.
- ALVES, G. *et al.* Simultaneous Usage of Methods for the Development of Experimental Competences. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals (IJHCITP)*, v. 7, n. 1, p. 48-65, 2016.
- ANTONIO, C. P. *et al.* Mundos virtuais 3D integrados para a experimentação remota no ensino. *Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação*, 2016.
- ANTONIO, C. P.; MARCELINO, R.; SILVA, J. B da. A remote experimentation and 3D virtual world for basic education. *3rd Experiment International Conference*, p. 157-158, 2015.
- AXAOPOULOS, P. J.; MOUTSOPOULOS, K. N.; THEODORIDIS, M. P. Engineering education using a remote laboratory through the Internet. *European Journal of Engineering Education*, v. 37, n. 1, p. 39-48, 2012.
- BARRIOS, A. *et al.* Academic Evaluation Protocol for Monitoring Modalities of Use at an Automatic Control Laboratory: Local vs. Remote. *International Journal of Engineering Education*, v. 29, n. 6, p. 1551-1563, 2013.
- BAZIN, M. Three years of living science in Rio de Janeiro: learning from experience. *Scientific Literacy Papers*, p. 67-74, 1987.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BEREZUK, P. A.; INADA, P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum*. Human and Social Sciences, v. 32, n. 2, p. 207-215, 2010.
- CARVALHO, U. R. L.; PEREIRA, D. D.; MACEDO, E.; SILVA, K.; CIBELE, M.; FOLENA, M. *A importância das aulas práticas de biologia no ensino médio*. 2010. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/a-Import%C3%A2ncia-Das-Aulas-Pr%C3%A1ticasDe/414896.html>>. Acesso em: 25 nov. 2016.
- CLARKE, Mike; OXMAN, Andy. *Cochrane reviewers' handbook*. Update Software, 2000.

- FERNANDEZ, G. C. *et al.* Using common elements to explain electromagnetism to children: Remote Laboratory of Electromagnetic Crane. *Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2015. p.1-5.
- GARDEL, A. *et al.* Implementation of industrial automation laboratories for e-learning. *International Journal of Electrical Engineering Education*, v. 49, n. 4, p. 402-418, 2012.
- GÜTL, C. *et al.* Towards an immersive virtual environment for physics experiments supporting collaborative settings in higher education. *Internet accessible remote laboratories: scalable e-learning tools for engineering and science disciplines*, p. 543-562, 2012.
- JESCHKE, Sabina *et al.* On remote and virtual experiments in eLearning in statistical mechanics and thermodynamics. *Pervasive Computing and Communications Workshops. 5th Annual IEEE International Conference on*. IEEE, p. 153-158, 2007.
- LOWE, D.; NEWCOMBE, P.; STUMPERS, B. Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. *Research in Science Education*, v. 43, n. 3, p. 1197-1219, 2013.
- LUSTIGOVA, Zdena; NOVOTNA, Veronika. The role of virtual and remote labs in promoting conceptual understanding of students. *Interactive Mobile and Computer Aided Learning (IMCL), 2012 International Conference on*. IEEE, p. 42-47, 2012.
- MACKAY, Steve; FISHER, Darrell. Web Conferencing and Remote Laboratories as Part of Blended Learning in Engineering and Science: A Paradigm Shift in Education or More of the Same?. *Technologies for Enhancing Pedagogy, Engagement and Empowerment in Education: Creating Learning-Friendly Environments*. IGI Global, p. 246-263, 2012.
- OCDE. *Brasil no Pisa 2015*. Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. São Paulo: Fundação Santillana, 2016. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2017.
- ROCHADEL, Willian *et al.* Educational application of remote experimentation for mobile devices. *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*. 10th International Conference on. IEEE, p. 1-6, 2013.
- SILVA, J. B. D. *A Utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem*. 2006.
- SILVA, Juarez Bento da *et al.* Utilization of NICTs applied to mobile devices. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, v. 8, n. 3, p. 97-102, 2013.

SILVA, R. S. D. *Análise do uso dos laboratórios de experimentação remota como ferramenta de apoio à aprendizagem*. 2015.

TUMKOR, Serdar *et al.* Integration of a real-time remote experiment into a multi-player game laboratory environment. *ASME 2012 International Mechanical Engineering Congress and Exposition*. American Society of Mechanical Engineers, p. 181-190, 2012.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. *Atos de Pesquisa em Educação*, v. 7, n. 3, p. 853-876, 2012.