



COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

O USO DE REALIDADE VIRTUAL E LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DE ENGENHARIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3656

Diana Maria Pereira Caires - diana.caires@ctec.ufal.br
Universidade Federal de Alagoas
Residencial Monte Bello Lote 10
57048-495 - Maceió - AL

pedro wallassy taveiros das chagas - pedrowallassy50@gmail.com
Universidade Federal de Alagoas
rua presidente agostinho da silva neves 492
57025-245 - Maceio - AL

Wislayne Souza Alves - wislayne.alves@ctec.ufal.br
Universidade Federal de Alagoas
Travessa Augusto Quintela II 400
57081-570 - Maceió - AL

Mateus Felipe Marques de Oliveira - mateus.oliveira@ctec.ufal.br
Universidade Federal de Alagoas
R Alba M Falcão 30
57045-230 - Maceió - AL

Resumo: Os constantes avanços tecnológicos têm permitido o desenvolvimento de novas metodologias de ensino no ramo da engenharia, mais especificamente, no que diz respeito à prática laboratorial, de vital importância na formação técnica do engenheiro. Nesse sentido, novas alternativas têm se mostrado viáveis, dentre as quais pode-se citar a utilização de laboratórios virtuais, seja em complementação ou mesmo em detrimento dos laboratórios reais. Neste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica associada à utilização de laboratórios virtuais nos cursos de graduação em engenharia. Além disso, coletaram-se informações de estudantes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas acerca do conhecimento e da intenção de uso de laboratórios virtuais. Observou-se que a utilização de laboratórios virtuais apresenta inúmeras vantagens associadas à formação teórico-prática do engenheiro, outrossim, a pesquisa realizada revelou que 80,4 % dos estudantes de Engenharia Civil

Promoção:



Realização:





COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

gostariam de utilizar laboratórios virtuais durante a graduação.

Palavras-chave: Laboratórios virtuais. Realidade Virtual. Engenharia.

Promoção:



Realização:



O USO DE REALIDADE VIRTUAL E LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DE ENGENHARIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 INTRODUÇÃO

Ao decorrer do tempo, na medida em que ocorrem evoluções tecnológicas, há também evoluções nos distintos campos da sociedade, como saúde, economia e infraestrutura. No campo da educação não seria diferente, uma vez que sempre surgem avanços a fim de melhorar a metodologia de ensino e afins. Segundo Silva (2006), o ensino e aprendizagem formais já não estão mais diretamente ligados às atividades dentro da sala de aula e cada vez mais se faz necessária a exploração de novas práticas de ensino.

Com a expansão da internet, houve uma evolução nos meios de comunicação possibilitando, conseqüentemente, uma conexão mais rápida e eficiente entre as pessoas. De maneira análoga, os mecanismos de ensino também aderiram a essa conexão, proporcionando aos estudantes, dentre outros recursos, o ensino de forma remota, sem a necessidade de estar presente na sala de aula física.

Nesse contexto, no que diz respeito à educação atrelada aos cursos de graduação em engenharia, verifica-se o surgimento de novas tendências e metodologias de ensino que visam acompanhar a dinamicidade da sociedade, bem como as exigências do mercado de trabalho no século XXI. Dentre essas, pode-se citar a utilização de laboratórios virtuais, em complemento ou mesmo em substituição aos laboratórios presenciais, tanto no ensino remoto como no presencial.

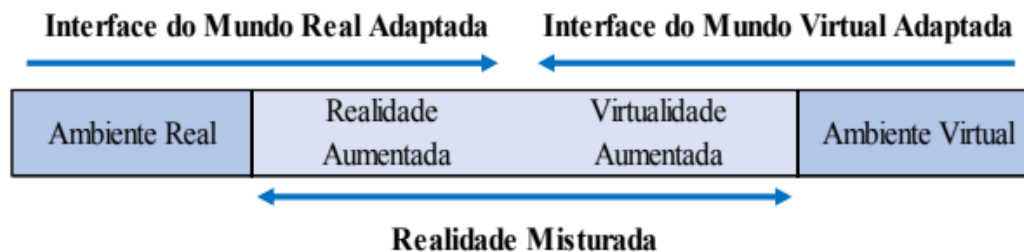
Blanco e Shirmback (2018) pontuam que os laboratórios virtuais realizam a ligação pedagógica que media a realidade dos ambientes presenciais e os ambientes virtuais de aprendizagem através de situações de aprendizagem.

Contudo, há a necessidade de se conhecer alguns conceitos atrelados à temática em questão que, em primeiro momento, podem parecer similares, mas que carregam diferenças significativas entre si. Nesta circunstância, define-se como Laboratório Remoto (L.R) o ambiente onde o usuário pode acessar o equipamento real, através da internet, operando-o remotamente através de uma interface de experimentação, ou seja, nesse modelo, caso ocorra algum acidente no experimento, não há risco físico associado ao usuário. Outrossim, dá-se o nome de Laboratório Virtual (LV) ao ambiente estritamente virtual que permite a interação por parte do usuário, sendo dispensável a existência de um laboratório físico (ZHANG,; LI, 2019).

Para mais, vale ressaltar os conceitos de Realidade Aumentada (RA) e de Realidade Virtual (RV) ou Virtualidade Aumentada (VA). Segundo Providelo *et al.* (2004 *apud* ALFREDO *et al.*, 2020), a RA consiste no enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, através de algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real. Enquanto isso, a RV trata-se da inserção de elementos reais em ambientes virtuais, possibilitando a interação entre o usuário e o ambiente.

Pode-se citar ainda uma combinação existente entre Realidade aumentada e Virtualidade Aumentada, denominada Realidade Misturada. A Figura 1 demonstra de forma mais detalhada esse conceito.

Figura 1: Ambiente de realidade misturada



Fonte: ALFREDO *et al.* (2020)

No que se refere aos Laboratórios Virtuais, Queiroz (1998) cita três níveis de classificação destes. O nível 1 denomina-se Hipermídia, no qual são apresentados ao usuário textos, figuras ou vídeos sobre o assunto ministrado, possuindo um nível de interação baixo. O nível 2, denominado de Simulação, trata-se daquele no qual ocorre uma maior interação com o usuário, uma vez que é possível realizar experiências similares às realizadas em laboratórios reais. Por fim, o terceiro nível denomina-se Telepresença real, no qual o usuário pode interagir remotamente com o ambiente. O presente trabalho irá focar no segundo nível.

Figura 2: Classificação dos laboratórios virtuais.



Fonte: QUEIROZ (1998)

A partir de então, tendo em vista os conceitos supracitados, será estabelecida uma correlação desses com suas respectivas aplicações na educação do ensino superior em engenharia. Em paralelo, pelo fato de a pandemia da COVID-19 ter influenciado diretamente no replanejamento de diversos âmbitos de ensino, este estudo também discute as consequências desse replanejamento.

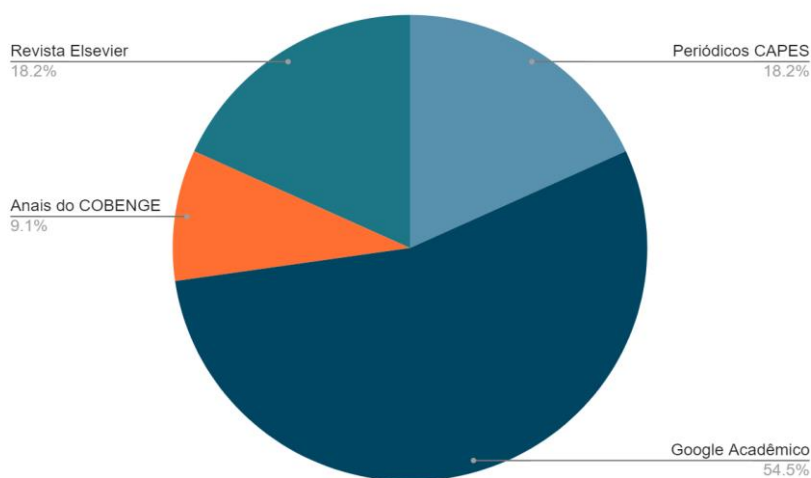
2 METODOLOGIA

Com o intuito de apresentar o estado da arte da temática de laboratórios virtuais e o uso de realidade virtual na engenharia, deu-se início à busca de trabalhos que tratassem dos temas supracitados, através de uma revisão bibliográfica da literatura.

Primeiramente, definiu-se que o espectro de anos varrido por este estudo se concentraria no período de 2020 e 2021, uma vez que é interesse deste trabalho analisar se existe e como se dá a utilização de laboratórios virtuais e realidade virtual durante o período da pandemia do vírus da COVID-19 e a consequente necessidade do ensino remoto. Entretanto, trabalhos anteriores ao ano de 2020, ao invés de serem descartados, foram utilizados como meio de comparação entre a realidade do uso de laboratórios e realidades virtuais anterior e durante o período de pandemia.

No que tange às bases de pesquisa utilizadas, priorizou-se aquelas nas quais os estudantes podem ter livre acesso como Google Acadêmico, Periódicos CAPES, dentre outras. Um gráfico com a porcentagem de estudos, que serviram de base para este trabalho, advindos de cada base de pesquisa pode ser observado na Figura 3.

Figura 3: Bases de pesquisa utilizadas e porcentagem de estudos utilizados neste trabalho advindos de cada.



Fonte: Autores 2021

Em paralelo, a fim de ter-se uma ideia acerca do conhecimento dos alunos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, sobre laboratórios virtuais e realidade virtual, foi idealizado um formulário, via plataforma *Google Forms*. Este formulário, como pode ser observado na Figura 4, consistia nas perguntas "Você sabe o que são laboratórios virtuais?" e "Você gostaria de utilizar laboratórios virtuais ou metodologia similares durante a graduação?" com duas alternativas para respostas: "Sim" e "Não", além de um campo para preenchimento do número de matrícula do estudante na instituição.



Figura 4: Perguntas do formulário acerca do conhecimento dos alunos do curso de Engenharia Civil da UFAL

Você sabe o que são laboratórios virtuais? *

☐ Sim

☐ Não

Você gostaria de utilizar laboratórios virtuais ou metodologias similares durante a graduação? *

☐ Sim

☐ Não

Fonte: Autores (2021)

Além de buscar uma ideia acerca dessa temática, o formulário também objetivava estimar o quão interessado o corpo discente se mostraria, frente à adoção de métodos de ensino como este.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a realização da revisão acerca da temática de laboratórios e realidades virtuais notou-se que o uso e a aplicação de tais metodologias estão muito presentes na realidade de outros países e até mesmo em algumas regiões do Brasil. Nesse contexto, Maia e Garcia (2000 *apud* SELEME *et al.*, 2016) apontam que algumas das primeiras tentativas relacionadas a sites educacionais na web se deram especialmente no Canadá, com o desenvolvimento de softwares que buscam auxiliar na construção de cursos online.

Em grande parte dos estudos sobre laboratórios virtuais e o uso da realidade virtual observou-se que as vantagens da implementação eram frequentemente destacadas. Dentre essas vantagens mencionadas, Nascimento e Andrade (2021) citam o nível de adesão por parte dos estudantes a essas metodologias. Nesse sentido, Zhang e Li (2019) mencionam que para melhorar a adesão dos estudantes é necessário aumentar a satisfação destes através, por exemplo, do desenvolvimento de interfaces que visem melhorar a experiência do usuário.

Além disso, Zhang e Li (2019) ainda afirmam que para que os estudantes percebam a utilidade dos laboratórios virtuais, faz-se necessário aumentar a experiência de "Flow", que pode ser definido como um estado de alta motivação, alta concentração e alto desempenho. Nascimento e Andrade (2021) também mencionam o favorecimento aos discentes, que podem participar ativamente das atividades acadêmicas potencializando o aprendizado, e aos docentes, que conseguem otimizar o tempo em sala de aula.

Outrossim, Lynch e Ghergulescu (2017) também tratam do caráter ativo do estudante com relação ao aprendizado a partir da utilização de laboratórios virtuais, ao

menção que estes permitem que o estudante desenvolva um conhecimento baseado em suas próprias investigações, tornando-o protagonista no processo de aprendizado.

Em um estudo realizado por Guillermo (2016), o desempenho de estudantes que cursavam uma disciplina laboratorial de hidráulica foi comparado com o desempenho de estudantes que cursavam a mesma disciplina, porém, aliado a ela, faziam uso de uma plataforma de laboratório virtual. Ao final da pesquisa, os testes de conhecimento e aplicação realizados na etapa final da disciplina sinalizaram um crescimento médio de 1,46 pontos nas notas dos discentes que utilizaram o laboratório virtual.

Além disso, Seleme *et al.* (2016) afirmam que a utilização dos laboratórios virtuais nas mais diversas áreas associadas à Engenharia possibilitaria ao estudante a comprovação da teoria aprendida, sendo esta apresentada de forma mais continuada e acessível. Nesse sentido, até mesmo disciplinas que não abrangem uma carga horária prática associada poderiam contar com uma experiência laboratorial, sem a necessidade de existir um ambiente físico para a ocorrência dos experimentos, bem como todo o aparato e demais custos associados a essa demanda.

No que diz respeito ao custo associado à utilização deste tipo de laboratório, Seleme *et al.* (2016) destacam que o ambiente de simulação virtual possibilita a reprodução de experimentos de alto custo, viabilizando que ensaios importantes para a construção do aprendizado não deixem de ser ofertados ao alunado por razões financeiras.

Nesse sentido, Lynch e Ghergulescu (2017) corroboram com a ideia de que em detrimento dos laboratórios virtuais, os laboratórios tradicionais possuem um elevado custo de manutenção e, além disso, acabam por limitar as possibilidades associadas a exercícios práticos, sendo assim, uma das razões associadas à utilização de laboratórios virtuais é a redução do custo e a simplificação associada à manutenção destes.

No entanto, no que diz respeito ao aprendizado associado à utilização de laboratórios virtuais, Licciardi (2020), em seu estudo sobre a utilização de laboratório virtual em engenharia no ensino à distância de circuitos elétricos, onde compara o aprendizado dos estudantes nos laboratórios presenciais e virtuais, conclui que não há diferenças significativas no aprendizado dos discentes entre as metodologias citadas. Já Alfredo *et al.* (2020) afirmam que a realidade virtual é uma combinação dos mundos real e virtual, assim, é possível utilizar as ferramentas virtuais para complementar atividades presenciais.

O complemento aos laboratórios físicos pode se dar de diversas maneiras, dentre elas pode-se citar o auxílio relacionado a um melhor entendimento dos resultados obtidos em experimentos feitos em laboratórios presenciais, e, por conseguinte, à escrita dos relatórios referentes a estes (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2018). Além disso, segundo Seleme *et al.* (2016), os laboratórios virtuais permitem ainda solucionar a problemática de limitação de alunos nos espaços físicos requeridos para a prática presencial, permitindo a ampliação das turmas de engenharia sem comprometer o aprendizado objetivado.

Outrossim, como detalhado na seção anterior, o formulário aplicado aos estudantes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, tinha como objetivo estimar a compreensão do corpo discente supracitado em relação aos



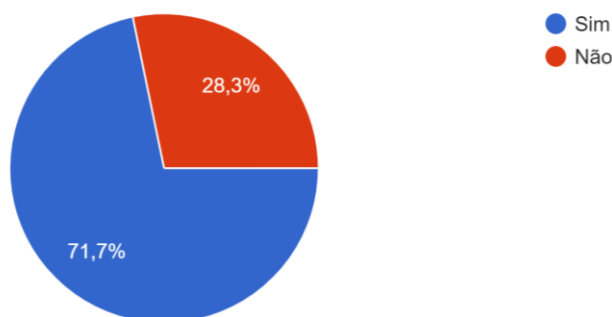
laboratórios virtuais. A partir da análise desse formulário, algumas inferências e observações foram realizadas.

A pesquisa revelou que 71,7% dos discentes afirmaram saber o que são laboratórios virtuais, enquanto 28,3% responderam que não sabiam. Além disso, 80,4% responderam que gostariam de utilizar os laboratórios virtuais ou metodologias similares durante a graduação. Os resultados podem ser vistos por meio da análise dos gráficos apresentados nas Figuras 5 e 6.

Figura 5: Resultados da primeira questão do formulário aplicado aos alunos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas.

Você sabe o que são laboratórios virtuais?

46 respostas

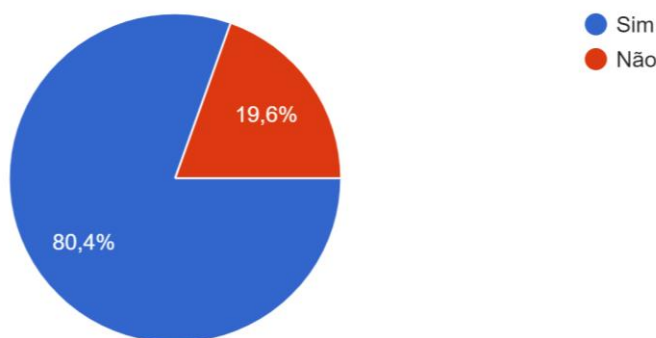


Fonte: Autores (2021)

Figura 6: Resultados da segunda questão do formulário aplicado aos alunos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas.

Você gostaria de utilizar laboratórios virtuais ou metodologias similares durante a graduação?

46 respostas



Fonte: Autores (2021)

Através da observação dos resultados recolhidos do formulário, é possível inferir que grande parte do público discente está a par e conhece as metodologias virtuais. Além disso, os discentes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas se

apresentam bastante receptivos à aplicação de metodologias virtuais, como os laboratórios virtuais, na sua formação profissional.

Vale ressaltar que essas respostas foram obtidas durante o semestre letivo 2020.1, no qual a instituição ofertou disciplinas práticas para o curso em questão, no formato remoto. Sendo assim, o alunado teve, ainda, a oportunidade de opinar sobre o uso de laboratórios virtuais, realizando o comparativo entre a experiência remota e a presencial.

Ademais, é importante expor as condições de ensino durante a pandemia, na qual os alunos não têm a oportunidade de frequentar laboratórios presenciais, afastando-os das atividades práticas presenciais. Assim, os laboratórios virtuais e a realidade virtual são opções para suprir a carência de aulas em laboratórios durante o período pandêmico.

4 CONCLUSÃO

De acordo com o que foi exposto, a utilização de laboratórios virtuais apresenta inúmeras vantagens associadas tanto ao ensino como ao aprendizado de engenharia, visto que além de proporcionar uma aprendizagem ativa e reduzir o tempo gasto em experimentos, em comparação com o tempo gasto em um laboratório real, estes permitem que o estudante desenvolva um conhecimento baseado em suas próprias investigações, tornando-o ativo no processo de aprendizagem. Além disso, os laboratórios virtuais proporcionam uma educação mais continuada e acessível, possibilitando, por exemplo, a realização de experimentos de alto custo, sendo mais rentáveis em se tratando tanto do custo quanto da manutenção associados a estes.

No mais, percebe-se que este tipo de laboratório pode ser utilizado com o intuito de complementar os laboratórios presenciais, visto que pode promover uma maior compreensão dos experimentos por parte dos estudantes, auxiliando no processo de aprendizagem e fixação do conteúdo apresentado.

Outrossim, a pesquisa realizada com discentes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas revelou que mais de 80% dos estudantes possuem interesse em utilizar os laboratórios virtuais ou metodologias similares durante a graduação, o que, por conseguinte, indica a necessidade de inserção de novas metodologias de ensino que acompanhem as inovações tecnológicas no escopo da graduação em Engenharia Civil na universidade em questão.

Nesse sentido, visto que a utilização de laboratórios virtuais já é realidade tanto no contexto nacional quanto internacional, aliado ao fato de que há interesse manifesto na utilização destes por parte da grande maioria dos estudantes contemplados neste estudo, a utilização desta ferramenta seria de grande valia para a formação discente, principalmente no cenário atual.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Educação Tutorial (PET) Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) por todo o aprendizado, capacitação e oportunidades.



REFERÊNCIAS

ALFREDO, Maria L. S.; OLIVEIRA, Matheus C.; ROSA, Vitória M.; MOREIRA, Farney C. Utilização de Realidade Aumentada no Ensino Superior Aplicada em Laboratório de Engenharia Mecânica. In: XVII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2020, Resende. **Anais**. Resende. Disponível em:

<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos20/3930105.pdf>. Acesso em 07 de maio 2021

BLANCO, Enrique Sérgio; SCHIRMBECK, Fernando Ricardo Gambetta. Laboratórios Virtuais e Prática Docente. In: Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais, 2018. **Anais**. Disponível em:

<https://publicacoes.rexlab.ufsc.br/old/index.php/sited/article/view/409>. Acesso em: 08 mai. 2021.

DOMÍNGUEZ, J.C.; MIRANDA, R.; GONZÁLEZ, E.J.; OLIET, M.; ALONSO, M.V. A virtual lab as a complement to traditional hands-on labs: Characterization of an alkaline electrolyzer for hydrogen production. **Revista Elsevier**, Amsterdam, v.23, p. 7-17, 2018.

GUILLERMO, Oscar Eduardo Patrón. **Uso de laboratórios virtuais de aprendizagem em mecânica dos fluidos e hidráulica na engenharia**. 2016. Tese (Doutorado) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/149111/001004741.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 07 mai. 2021

LICCIARDI, Antonio N. Jr. Sobre a utilização de laboratório virtual em engenharia no ensino a distância de circuitos elétricos. In: XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2020. **Anais**. Disponível em:

http://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=20&c=2876. Acesso em: 09 mai. 2021.

LYNCH, Tiina; GHERGULESCU, Ioana. Review of virtual labs as the emerging technologies for teaching stem subjects. In: XI International Technology, Education and Development Conference, 2017, Valencia. **Anais**. Valencia. Disponível em:

<http://www.newtonproject.eu/wp-content/uploads/2016/02/REVIEW-OF-VIRTUAL-LABS-AS-THE-EMERGING-TECHNOLOGIES-FOR-TEACHING-STEM-SUBJECTS-1.pdf>.

Acesso em: 09 mai. 2021.

NASCIMENTO, Carla F.; ANDRADE, Maria I. S. O Ensino Remoto do Revit Architecture na Disciplina de Projetos Aplicados à Engenharia Civil. In: IX Simpósio de Pesquisa e de Práticas Pedagógicas do UGB, 2021. **Anais**. Disponível em:

<http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/simposio/article/view/2267>. Acesso em: 09 mai. 2021.

QUEIROZ, Luciano Rodrigo de. **Um Laboratório Virtual de robótica e Visão Computacional**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Computação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1998. Disponível em:

<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/275882>. Acesso em: 09 mar. 2021



SELEME, Robson; PAULA, Alessandra de.; KOPEGINSKI, Adriana. Melhoria da Qualidade na EAD com Laboratórios Virtuais no Ensino das Engenharias. In: XXII Congresso Internacional ABED de Educação à distância, 2016, Águas de Lindóia. **Anais**. Águas de Lindóia. Disponível em:
<http://www.abed.org.br/congresso2016/trabalhos/176.pdf>. Acesso em 09 mai.2021.

SILVA, J. B.; ALVES, J. B. M.; GIRARDI, M. M. C., A utilização da experimentação remota como suporte à ambientes colaborativos de aprendizagem. **International Computer Aided Blended Learning Conference**, Florianópolis: 2006

ZHANG, Muhua; LI, Yanyan. Students' Continuance Intention to Experience Virtual and Remote Labs in Engineering and Scientific Education. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, Viena, v.14, n.17, p. 4-16, 2019.

THE USE OF VIRTUAL REALITY AND VIRTUAL LABORATORIES IN ENGINEERING TEACHING: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Abstract: *The constant technological advances have allowed the development of new teaching methodologies in the engineering field, more specifically, regarding laboratory practice, of vital importance in the engineer's technical education. In this sense, new alternatives have proven to be viable, among which we can mention the use of virtual laboratories, either as a complement or even in detriment of real laboratories. In this paper, we conducted a literature review associated with the use of virtual laboratories in undergraduate engineering courses. Besides, information was collected from students of the Civil Engineering course of the Federal University of Alagoas about their knowledge and intention of using virtual labs. It was observed that the use of virtual laboratories presents several advantages associated with the theoretical and practical formation of the engineer. The survey also revealed that 80.4% of the Civil Engineering students would like to use virtual laboratories during their graduation.*

Keywords: Virtual laboratories. Virtual reality. Engineering.