

Laboratórios Remotos como Alternativa para Atividades Práticas em Cursos na Modalidade EaD

Remote Laboratories as an Alternative to Practical Activities in Distance Learning Courses

ISSN 2177-8110
DOI: 10.18264/eadf.v10i2.942

Juarez Bento da Silva*¹
Simone Meister Sommer Bilessimo¹
Gisele Ramos Scheffer²
Isabela Nardi da Silva³

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Rua Pedro João Pereira, 150. Araranguá, SC – Brasil.

*juarez.b.silva@ieee.org

² Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELV). Rodovia Br 470, 1040 Km 71. Indaial, SC - Brasil

³ Serviço Social da Indústria (SESI). R. Gen. Lauro Sodré, 251. Criciúma, SC - Brasil

Resumo

Este estudo teve por objetivo explorar os laboratórios remotos (LR) e suas potencialidades, para atividades práticas na Educação a Distância. Os LR são dispositivos que podem apoiar as atividades experimentais e, assim, proporcionar um importante recurso para melhoria nos processos de ensino e de aprendizagem em cursos nas modalidades presencial e a distância. Esta pesquisa, de abordagem qualitativa, utilizou como estratégia um estudo de caso. Foram disponibilizados para a pesquisa doze laboratórios remotos construídos pelo grupo de pesquisas Laboratório de Experimentação Remota (RExLab). Participaram da pesquisa, realizada nos anos de 2018 e 2019, 293 alunos de cursos de graduação na modalidade EaD. Para a coleta de dados, utilizou-se um questionário *on-line* que foi preenchido pelos alunos após o acesso a um LR. O questionário, composto por 24 itens, incluiu itens que buscaram examinar a percepção dos estudantes sobre a experimentação remota no que tange a critérios sobre a percepção da aprendizagem, a usabilidade, utilidade e sua satisfação ao utilizar os laboratórios remotos. O escore médio de Likert para a totalidade dos itens do questionário foi 3,98; o coeficiente de alfa de Cronbach apurado foi de 0,92. A pesquisa indicou que os alunos apresentaram receptividade positiva à proposta do estudo, e avaliações foram positivas a todos os temas explorados, reconhecendo os laboratórios remotos como ferramenta válida e importante para o ensino e a aprendizagem.

Palavras-chave: Educação básica. Tecnologia educacional. Ensino de física. Laboratórios remotos.



Recebido 02/ 01/ 2020
Aceito 08/ 07/ 2020
Publicado 13/ 07/ 2020

COMO CITAR ESTE ARTIGO

ABNT: SILVA, J. B. DA, et al.. Laboratórios Remotos como Alternativa para Atividades Práticas em Cursos na Modalidade EaD. **EaD em Foco**, v. 10, n. 2, e810, 2020.
doi: <https://doi.org/10.18264/eadf.v10i2.942>

Remote Laboratories as an Alternative to Practical Activities in Distance Learning Courses

Abstract

This study aimed to explore remote labs (RL) and their potential for practical activities in Distance Education. RL are devices that can support experimental activities and provide an important resource for improving teaching and learning processes in distance learning courses. The research, with a qualitative approach, used a case study as a strategy. Twelve remote labs built by the research group were made available for research. 293 students of undergraduate distance learning courses participated in the research, carried out in the years 2018 and 2019. For data collection, an on-line questionnaire was used, which was completed by students after accessing an RL. The questionnaire, consisting of 24 items, including items that sought to examine the students' perception of remote experimentation regarded criteria on the perception of learning, usability, usefulness and satisfaction when using remote labs. The average Likert score for all items in the questionnaire was 3.98 and the Cronbach's alpha coefficient found was 0.92. The research indicated that students were positively receptive to the study proposal and evaluations were positive to all the themes explored, recognizing that remote labs are a valid and important tool for teaching and learning.

Keywords: Basic education. Educational technology. Physics teaching. Remote labs.

1. Introdução

Segundo o Censo de Educação Superior 2018, divulgado pelo MEC (Ministério da Educação), o número de vagas ofertadas no ensino superior a distância (EaD) no Brasil em 2018 superou as do ensino superior presencial. Foram ofertadas 7.170.567 vagas pela EaD contra 6.358.534 em cursos presenciais, embora o número de alunos matriculados em cursos na modalidade EaD representasse, em 2018, cerca de 17% do total dos 8,2 milhões de estudantes matriculados em cursos superiores no Brasil. Numa primeira análise, parece um percentual baixo, porém, em 2003, os cursos de graduação na modalidade EaD contavam com 50 mil alunos inscritos e, em 2018, pouco mais de 1,3 milhão.

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e a internet disponibilizam um grande número de alternativas didáticas que, com os devidos ajustes e adaptações às realidades de cada cenário escolar, podem potencializar a ampliação dos recursos disponíveis para o ensino e a aprendizagem, proporcionando a aplicação e incorporação de novas metodologias e estratégias pedagógicas. Para cursos na modalidade EaD, a utilização dos recursos proporcionados pelas TDIC e pela internet muda os conceitos de tempo e espaço físico, agregando a versatilidade e a flexibilidade necessárias para esse modelo. Porém, não se percebe ainda o uso de boa parte do potencial de recursos proporcionados por essas tecnologias no âmbito dos cursos. A Figura 1 apresenta, graficamente, os principais recursos utilizados nos cursos na modalidade EaD no Brasil, de acordo com os dados publicados pelo Censo EaD. BR 2018 (ABED, 2019).

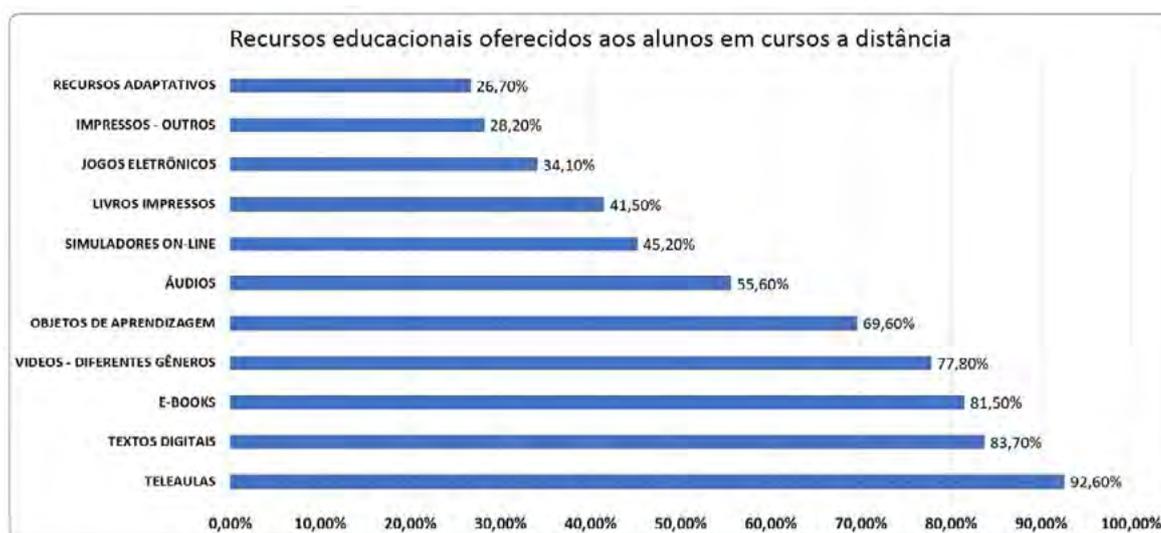


Figura 1: Recursos educacionais oferecidos aos alunos em cursos a distância.

Fonte: Adaptado de Censo EaD. BR 2018 (ABED, 2019).

Observa-se, na Figura 1, que o recurso mais utilizado nos cursos EaD são as teleaulas, com 92,6%, seguido dos textos digitais (artigos, apostilas, capítulos de livros, dentre outros), com 83,7%, livros em formato eletrônico (*e-books*), com 81,5%, os vídeos com 77,8% e os objetos digitais de aprendizagem 69,20%. Em se tratando de recursos com potencial para utilização em atividades práticas, percebe-se apenas a oferta de simuladores *on-line*, para 45,20% dos alunos, (ABED, 2019). Os simuladores *on-line* são programas informáticos, acessados via internet, que reproduzem uma abstração da realidade, ou seja, modelos que simulam o comportamento de um determinado sistema. Embora os simuladores possam obter valores (respostas) muito próximos aos obtidos analiticamente, não reproduzem integralmente os encontrados em um experimento real, pois, nestes, os valores (respostas) obtidos podem variar, por diversos fatores externos (temperatura, eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo) ou internos, que são características de cada circuito elétrico ou componente eletrônico, uma vez que não trabalha com valores ideais, diferentemente dos simuladores.

Se considerarmos o caso particular das áreas das ciências e engenharias, onde o componente laboratorial nos processos de ensino e de aprendizagem assume um papel relevante, é possível afirmar, com base nos dados apresentados na Figura 1, que os recursos proporcionados pelos ambientes laboratoriais *on-line* ainda não são totalmente explorados. Em relação às práticas laboratoriais, conceitos como simulação, aquisição, análise e apresentação automática de dados e a capacidade de controlar remotamente equipamentos e dispositivos tendem a mudar o paradigma laboratorial (FEISEL; ROSA, 2005), pois, as experiências laboratoriais apoiam o aprendizado e reforçam a construção do conhecimento de conceitos, além de auxiliar os alunos a desenvolverem habilidades experimentais, incluindo projetos, coleta de dados, análise e interpretação dos resultados. Também ajuda os alunos a desenvolverem habilidades de análise crítica e de resolução de problemas (LEWIS, 2014). Já as razões pedagógicas para os laboratórios incluem a aprendizagem de conceitos analíticos, a preparação para a prática profissional e situações que não são ideais, a aprendizagem dos instrumentos e o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe (LINDSAY; GOOD, 2009).

Sem dúvida, é muito difícil substituir o aprendizado síncrono por meio da interação face a face, porém nem sempre é possível que os alunos participem de aulas laboratoriais convencionais, como é o caso de muitos cursos ofertados na modalidade a distância. Diversos são os motivos para isso, que passam da indisponibilidade ou inexistência dos recursos, por limitações espaço, temporais, etc. Apoiadas nas TDIC, metodologias e estratégias podem ser usadas para aprimorar a experiência de aprendizado dos estudantes, de maneira assíncrona no tempo ou/e no espaço (GILLET; CRISALLE; LATCHMAN, 2002).

Dados coletados no Sistema e-MEC (<http://emec.mec.gov.br/>), em 23/05/2020, mostraram a existência de 3.792 cursos, em atividade, de bacharelado e licenciatura, perfazendo uma oferta de 5.472.811 vagas autorizadas para cursos na modalidade a distância no Brasil, sendo 2.107 cursos de bacharelado e 1.685 de licenciatura, com 3.026.670 e 2.446.141 vagas autorizadas, respectivamente. A Tabela 1 apresenta dados referentes ao número de cursos e vagas autorizadas para os cursos nos quais visualizamos a aplicação direta dos laboratórios remotos, objeto deste documento. Também, são apresentados dados referentes a cursos de pedagogia e formação de docentes, por entender que estes também estão relacionados ao tema central do documento.

Tabela 1: Matrículas em cursos na modalidade a distância

Cursos	Nº de cursos	Vagas Autorizadas
Engenharia Elétrica ou Eletrônica	71	58.844
Engenharia Mecânica ou Mecatrônica	62	60.171
Engenharia de Controle e Automação, Computação ou de <i>Software</i>	58	59.138
Ciência da Computação/Sistemas de Informação	75	58.947
Outras Engenharias	290	400.746
Licenciatura em Física	72	89.102
Licenciatura em Química	58	85.653
Licenciatura em Biologia ou Ciências	106	132.748
Pedagogia	385	579.275
Programas para formação de Professores	51	39.905

Fonte: Ministério da Educação - Sistema e-MEC (2020)

Agrupando os dados da Tabela 1 para as áreas das engenharias, obteremos 556 cursos em atividade e 637.846 vagas autorizadas. Nas áreas das licenciaturas em Física, Química, Biologia e Ciências foram contabilizados 236 cursos com 307.503 vagas autorizadas e 436 cursos de Pedagogia e de formação de professores nas licenciaturas com oferta de 619.180 vagas autorizadas. São números muito expressivos para áreas potencialmente interessantes para a utilização dos laboratórios remotos.

Ter acesso a recursos, como instrumentos ou equipamentos de laboratório para realizar práticas ou experimentos *on-line*, independentemente da hora ou localização geográfica, sempre foi considerado um desafio e uma aspiração de professores e alunos, principalmente nas áreas das Ciências e Engenharias. Para os professores disporem da facilidade de levar o laboratório e realizar uma sessão experimental, não importando onde o laboratório esteja, apresenta-se como uma grande oportunidade para os alunos terem maior flexibilidade no processo de aprendizagem, na medida em que eles podem escolher o dia e a hora que desejam integrar a sua prática laboratorial às suas atividades curriculares ou extracurriculares.

Neste documento, é apresentado estudo que teve por objetivo explorar os laboratórios remotos (LR) e suas potencialidades para realização de atividades experimentais. Os LR são dispositivos que podem apoiar as atividades experimentais e, assim, proporcionar um importante recurso para melhoria nos processos de ensino e de aprendizagem em cursos nas modalidades presencial e a distância. A pesquisa realizada apresenta um estudo de caso que busca relatar a experiência de uso de laboratórios remotos por 259 alunos de graduação na modalidade EaD.

Na sequência, serão apresentadas uma breve contextualização sobre laboratórios remotos, a metodologia, os principais resultados, a discussão dos resultados e as conclusões obtidas com a pesquisa realizada.

2. Laboratórios Remotos

Laboratório é um termo que pode significar muitas coisas. Neste documento, estaremos tratando especificamente de laboratórios didáticos para o ensino nos diversos níveis educacionais. Assim, “laboratório” pode significar tanto as instalações físicas quanto os equipamentos utilizados para a experimentação. Já o ato de acessar os recursos de um laboratório para realização de uma atividade prática pode ser denominado experimentação. Segundo a Carnegie Mellon University (2020), a execução de experimentos de um local remoto é chamada de experimentação remota. Esta experimentação permite ao usuário interação com o mundo real através de controle eletrônico e sistemas de monitoramento e controle acessados por dispositivos computacionais.

A Figura 2 ilustra os agrupamentos para laboratórios hands-on e laboratórios on-line, segundo Zutin et al (2010).



Figura 2: Classificação de laboratórios para práticas

Fonte: Zutin et al. (2010).

Na visão de Zutin et al. (2010), Figura 2, os laboratórios para atividades práticas podem ser agrupados em dois tipos: *hands-on* (locais) e laboratórios *on-line*. Nos laboratórios *on-line*, os parâmetros de investigação podem ser manipulados, e os efeitos dessa manipulação são observados para obter informações sobre a relação entre variáveis no modelo conceitual subjacente ao laboratório *on-line* (DE JONG; SOTIRIOU; GILLET, 2014). Os laboratórios *on-line* incluem simulações (laboratórios virtuais), onde é possível reproduzir qualquer tipo de experimento, sem restrições, e experimentos reais (laboratórios remotos), cuja interação é intermediada por uma TDIC, em que o aluno pode manipular materiais e equipamentos reais em local diferente do que se encontra. Já nos laboratórios *hands-on* ocorre a interação direta do experimentador/investigador com o aparato, que podem ser materiais ou equipamentos em um laboratório local em uma instituição de ensino ou um computador local onde vai ser rodada uma simulação (SILVA; BILESSIMO; ALVES, 2018).

O Quadro 1 mostra uma comparação das diferentes características dos quatro tipos de laboratórios abordados (GARCÍA-LORO, 2018).

Quadro 1: Características dos diferentes tipos de laboratório

Descrição	Simulador	Laboratório virtual	Laboratório Remoto	Laboratório Presencial
Uso de equipamentos reais	Não	Não	Sim	Sim
Resultados	Modelados	Modelados	Reais	Reais
Conexão com a internet	Não	Sim	Sim	Não
Localização	Virtual (PC)	Virtual (Web)	Virtual (Web); Físico (limitado)	Físico (aula preparada)
Problemas de versões	Sim	Não	Não	Não
Interação com o monitor/tutor	Assíncrona	Assíncrona	Assíncrona	Síncrona
Interação entre pares	Não	Em geral, não	Em geral, não	Sim
Disponibilidade	A qualquer momento	A qualquer momento	A qualquer momento	Em geral, limitada
Custo	Versões gratuitas ou pagas	Versões gratuitas ou pagas	Versões gratuitas ou pagas	Custo de implantação
Interface	Abstração, em geral	Abstração ou emulada	Abstração, emulada ou real	Real
Segurança do ambiente	Total	Total	Total para os usuários, média/ alta p/ equipamentos.	Nenhuma especial

Fonte: Adaptado de García-Loro (2018)

Em relação às atividades experimentais, estas, segundo Bencomo (2004), podem ser classificadas com base em dois critérios: a forma de acesso ao recurso experimental e a natureza do recurso experimental. Em relação ao primeiro critério, existe o acesso remoto, através da internet, e o acesso local, ou seja, não é necessário recorrer à internet para manipular os vários componentes da experiência. No que diz respeito à natureza dos recursos, estes podem ser reais ou corresponderem a modelos computacionais para simulação.

Combinando os dois critérios abordados de atividades experimentais com a Figura 2, obtemos quatro tipos de ambientes experimentais que, embora diferentes, apresentam possibilidades de realização de atividades experimentais:

1. Laboratórios Locais: São também denominados na literatura como laboratórios convencionais ou presenciais ou laboratórios físicos. Representam os laboratórios tradicionais, onde os estudantes estão em contato com os vários componentes da experiência. A aquisição de dados pode ser feita ou não por computador;
2. Simulações Locais: São caracterizados pelos laboratórios locais para práticas e por simulações que são executadas localmente. Por exemplo, algum sistema computadorizado instalado na instituição de ensino para realização de simulação de algum equipamento ou fenômeno. A aquisição de dados é feita por computador usando essa simulação;
3. Laboratórios Remotos: estes consistem em equipamentos de *hardware* reais, ou seja, é um experimento real, localizado em espaço diferente do aluno. Representam o acesso a uma experiência real através da internet. O estudante controla remotamente a experiência através de interfaces *Web*, criadas para este fim;

4. Laboratórios Virtuais: é o acesso remoto a um recurso simulado. É uma forma de fazer experimentação parecida com a anterior, porém, nesta, os sistemas reais são substituídos por sistemas virtuais. O estudante acessa os recursos através da internet.

Neste documento, focaremos os laboratórios remotos, pois são o objeto do estudo apresentado. Embora seja um assunto relativamente novo, em termos de pesquisa educacional, os laboratórios remotos não são um recurso muito recente. O SBBT (Second Best to Being There), na Universidade de Oregon State, colocado em operação em 1995, é reconhecido como o primeiro laboratório remoto do mundo. O SBBT teve por objetivo possibilitar que alunos controlassem remotamente um braço robótico. O recurso tecnológico foi utilizado na disciplina de Engenharia de Controle (BOHUS, et al. 1995). Em 1997, o Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) da UFSC apresentou o projeto homônimo, que permitia ao usuário rodar um programa para o microcontrolador 8051, desenvolvido no laboratório. Tratava-se de um laboratório para complementar o ensino de microcontroladores, onde o aluno estudava o microcontrolador 8051. Este é considerado o primeiro laboratório remoto do RExLab e foi citado e utilizado como exemplo no livro *Programming and Customizing the 8051 Microcontroller*, de Myke Predko, publicado em 1999.

Os LR são laboratórios reais, acessíveis e controláveis remotamente via internet. Autores como Ma e Nickerson (2006) enfatizam que os laboratórios remotos e os presenciais são muito semelhantes. Nessa linha, Corter et al. (2007) destacam que tanto os laboratórios presenciais quanto os remotos fazem parte do mundo real e essa é a diferença entre eles e os laboratórios simulados e/ou virtuais. Num laboratório remoto, os usuários são capazes de trabalhar com equipamentos e dispositivos e observar as atividades através de uma câmera web, a partir de dispositivos móveis ou de computador. Isto dota os estudantes de um ponto de vista real do comportamento de um sistema e lhes permite acessar os recursos disponíveis em um laboratório remoto a partir de qualquer local e em qualquer momento que necessitem. A Figura 3 ilustra o processo de funcionamento de um laboratório remoto.

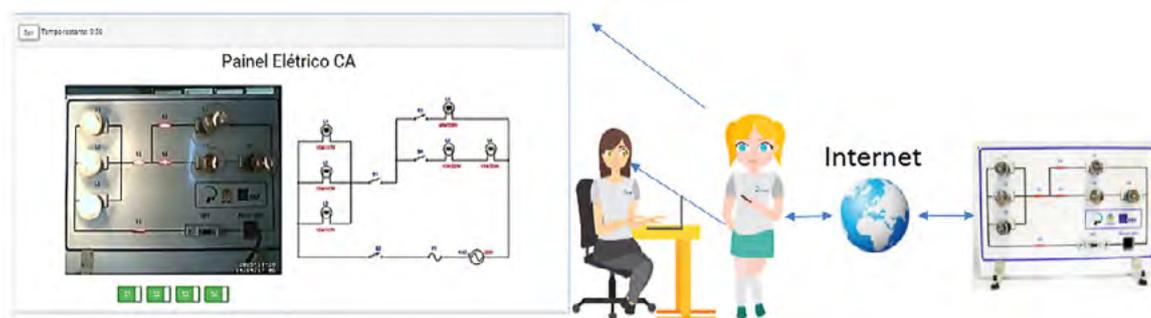


Figura 3: Exemplo de acesso a experimento remoto

Fonte: Autores (2020).

Os LR são laboratórios reais, em geral, implementados por uma camada de *software* e outra de hardware, cujos equipamentos e instrumentos são configurados e as leituras de seus dispositivos e instrumentos de medição podem ser observados remotamente através do uso da internet. Eles são acessíveis e manipuláveis a partir da internet e permitem acesso irrestrito a qualquer momento e em qualquer lugar. Ou seja, é um laboratório que se adapta às circunstâncias e necessidades dos usuários, e não o contrário. Eles proporcionam conhecimento transversal, devido ao uso das TDIC, embora esse não seja o objetivo principal desse tipo de laboratório.

O laboratório remoto pode ajudar os estudantes a obterem informações através da internet, buscando-as diretamente no mundo físico, e permitem acessar recursos que, às vezes, as instituições não possuem; além disso, os laboratórios remotos se constituem em uma ferramenta útil, em termos financeiros, à medida que podem ser compartilhados com diversas instituições de ensino e possibilitar que um grande número de usuários os acessem (CARNEGIE MELLON UNIVERSITY, 2019). Os laboratórios remotos podem

tornar a aprendizagem mais flexível em relação ao tempo, local e ao ritmo do aluno, podendo a prática ser realizada de acordo com a disponibilidade de horário, além de promover a sua autoaprendizagem (GALÁN et al, 2018).

3. Metodologia

A pesquisa qualitativa em educação permite utilizar muitos métodos para coleta de dados e informações, através da experiência pessoal, de entrevistas, de textos sobre o tema a ser investigado, entre outros. O estudo de caso é um método de investigação muito importante no desenvolvimento das ciências humanas e sociais, representando uma das maneiras naturais nas pesquisas orientadas a partir de uma perspectiva qualitativa (LATORRE; DEL RINCON; ARNAL, 1996).

Segundo Denzin e Lincoln (2005), os estudos de caso configuram-se como um método adequado para a investigação quando está em harmonia com a experiência prévia do investigador. Isso facilita a compreensão dos fenômenos em questão mediante a visão em profundidade de um ou vários casos durante um período de tempo definido, para entender aspectos do comportamento social e os fatores que influem na situação pesquisada (HITCHCOCK; HUGHES, 1995).

A população objeto deste estudo foram os estudantes de cursos de graduação, na modalidade EaD, da Universidade Aberta do Brasil. Inicialmente, foram enviados 300 convites para coordenadores de polos da Universidade Aberta do Brasil, apresentando os laboratórios remotos disponibilizados pelo Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) da Universidade Federal de Santa Catarina, e solicitando que fosse repassada a informação aos alunos, preferencialmente, dos cursos de licenciatura. Os convites foram enviados através da CAPES - o que facilitou o acesso aos polos.

As ferramentas utilizadas para coleta de dados foram um questionário, denominado "Questionário de avaliação da utilização dos laboratórios remotos", e dados obtidos através da Plataforma RELLE (<https://relle.ufsc.br/>). A RELLE (Remote Labs Learning Environment) é uma plataforma aberta, desenvolvida pelo RExLab, para construção, gerenciamento e disponibilização de laboratórios remotos. Seu desenvolvimento está apoiado em recursos educacionais abertos e *software* livre, a fim de incentivar a sua reaplicação nos diversos contextos educacionais.

O "Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel" teve como objetivo observar a percepção dos alunos envolvidos na pesquisa quanto à utilização dos recursos oferecidos pelos LR. Esse questionário foi estruturado com 24 (vinte e quatro) questões, e foi baseado em questionários desenvolvidos e usados por Lindsay (2005), assim como o estudo de López, Carpeño e Arriaga (2014).

As 24 questões foram divididas em quatro subescalas: Usabilidade (6 itens), Percepção de Aprendizagem (6 itens), Satisfação (6 itens) e Utilidade (6 itens), que procuram perceber o grau de concordância dos alunos em relação à tecnologia usada. Para o cálculo dos escores de satisfação, foi usada uma escala do tipo Likert de 5 pontos, formada por vários elementos sob forma de afirmações, sobre os quais deve ser expresso seu grau de satisfação; para realizar a análise, adotaram-se os seguintes valores em números: 1 - discorda totalmente (DT), 2 - discorda parcialmente (DP), 3 - sem opinião (SO), 4 - concorda parcialmente (CP), 5 - concorda totalmente (CT). A escala de Likert é um método muito utilizado em pesquisas e foi desenvolvido por Rensis Likert em 1932. Conforme Silva Júnior e Costa (2014), é um método para mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais. A Tabela 2 apresenta a escala utilizada na pesquisa.

Tabela 2: Escala tipo Likert utilizada na pesquisa

Discordo Totalmente (DT)	Discordo Parcialmente (DP)	Sem Opinião (SO)	Concordo Parcialmente (CP)	Concordo Totalmente (CT)
1	2	3	4	5

Fonte: Autores (2020)

É muito importante poder avaliar se o instrumento utilizado na pesquisa consegue inferir ou medir aquilo a que realmente se propõe, conferindo relevância para a pesquisa (MATTHIENSEN, 2011). Para estimar a confiabilidade do questionário aplicado na pesquisa, foi utilizado o coeficiente alfa de Cronbach, a fim de conferir maior relevância para a presente pesquisa. Este coeficiente foi apresentado por Lee J. Cronbach, em 1951. O coeficiente alfa de Cronbach é uma medida comumente utilizada de confiabilidade (ou seja, a avaliação da consistência interna dos questionários) para um conjunto de dois ou mais indicadores de construto (BLAND; ALTMAN, 1997). Os valores de alfa variam de 0 a 1; quanto mais próximo de 1, maior é a consistência interna dos itens analisados. A confiabilidade da escala deve obter-se sempre com os dados de cada amostra para garantir a medida confiável do constructo na amostra concreta de investigação. Os autores George e Mallery (2003) recomendam, como critério geral, as indicações para avaliação dos coeficientes de alfa de Cronbach, conforme a Tabela 3:

Tabela 3: Faixas definidas para interpretar os coeficientes do alfa de Cronbach

Faixas de alfa (α)	Magnitude
Maior do que 0,90	Excelente
De 0,80 a 0,89	Bom
De 0,70 a 0,79	Aceitável
De 0,60 a 0,69	Questionável
De 0,50 a 0,59	Pobre
Menor do que 0,50	Inaceitável

Fonte: Elaborado a partir de George e Mallery (2003)

4. Resultados e Discussão

A coleta dos dados foi realizada entre abril de 2018 e setembro de 2019. O questionário foi disponibilizado na plataforma RELLE, que é o ambiente de acesso aos laboratórios remotos do RExLab (vide Figura 4), e não era um requisito obrigatório para acesso ao LR desejado, ou seja, os usuários responderam espontaneamente.

Foram obtidas 293 respostas válidas de alunos do ensino superior na modalidade EaD, que puderam conhecer e contribuir com opiniões sobre os experimentos disponíveis no RExLab e sua percepção sobre a experimentação remota.

Figura 4: Questionário *on-line* EaD

Fonte: <https://rexlabs.ufsc.br>

A Tabela 4 apresenta o perfil dos respondentes. Todos os respondentes, quando do preenchimento do questionário, eram alunos de cursos na modalidade EaD. Dos respondentes, 81% foram alunos de cursos de Licenciatura em Física; 9,5% de cursos de Engenharia ou Computação; 7%, de cursos de pedagogia; 3%, de outros cursos.

Tabela 4: Perfil dos alunos respondentes

Perfil	Abs.	%
Estudante de Licenciatura em Física	237	80,89%
Estudante de Engenharia/Computação	27	9,22%
Estudante de Pedagogia	21	7,17%
Estudante de outros cursos	8	2,73%
Total	293	100,00%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados tratados na pesquisa.

Foram disponibilizados para os usuários 12 laboratórios remotos, para possíveis aplicações em diversas áreas (vide Figura 5). Na página *web* de acesso aos LR, estão disponíveis tutoriais, guias de aplicação e vídeos explicativos sobre o funcionamento dos recursos. Atualmente, estão disponíveis na Plataforma RELLE, 26 laboratórios remotos construídos pelo RExLab ou por parceiros.

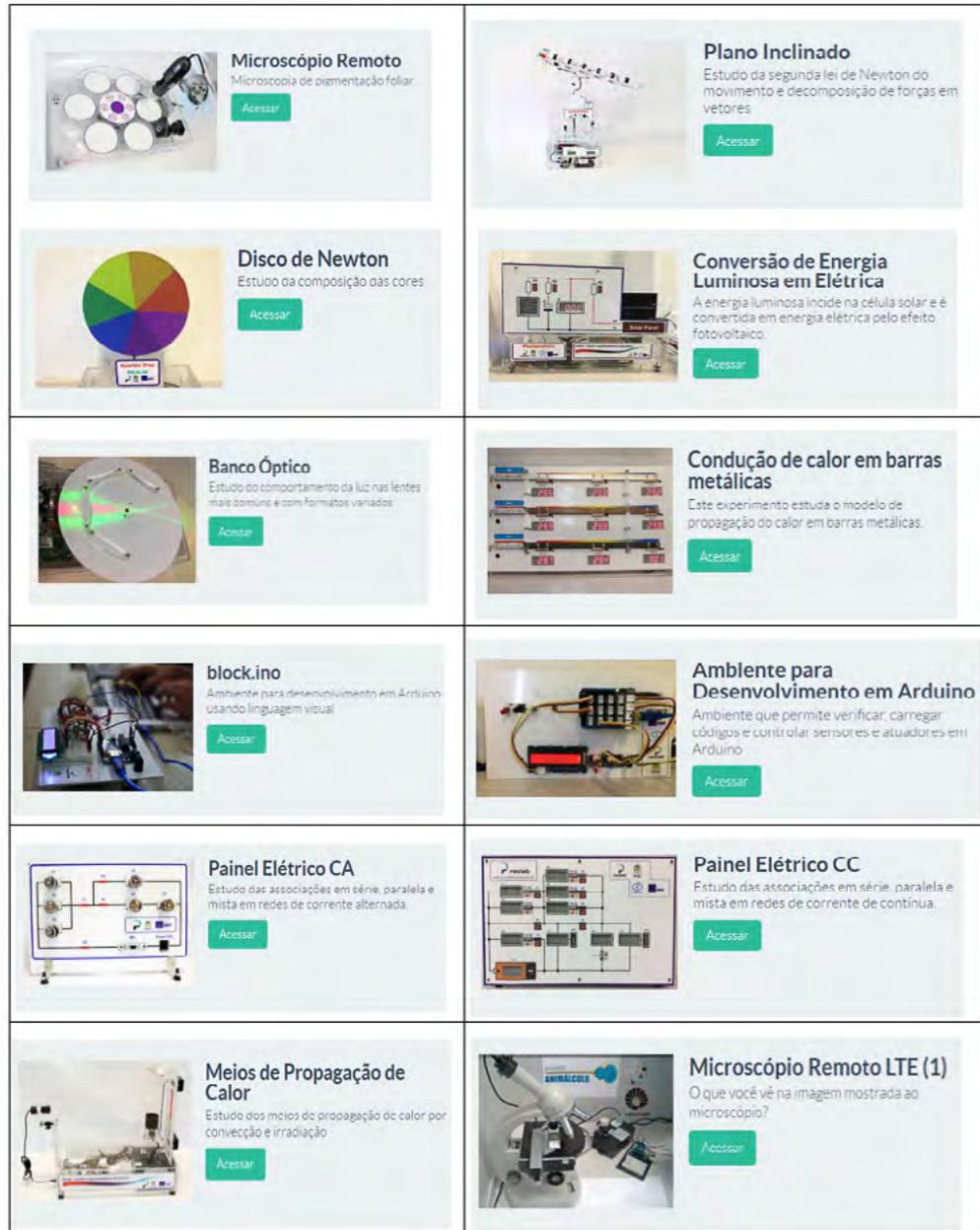


Figura 5: Laboratórios remotos disponibilizados

Fonte: <https://rexlabs.ufsc.br>

A Tabela 5 apresenta o número de acessos e os percentuais por laboratório remoto utilizado. O número total de acessos, no período avaliado, foi de 675, indicando uma média de 2,3 acessos por usuário. Pôde-se verificar que o experimento mais acessado pelos alunos respondentes da pesquisa foi o microscópio remoto, com 37,7%, em relação ao total de acesso, seguido por disco de Newton, com 20,1% dos acessos.

Tabela 5: Laboratórios remotos mais acessados

RK	Laboratórios Remotos	Acessos	%
1	Microscópio Remoto	255	37,7%
2	Disco de Newton	136	20,1%
3	Painel Elétrico CA	47	6,9%
4	Plano Inclinado	28	4,1%
5	Painel Elétrico CC	58	8,6%
6	Conversão de Energia Luminosa em Elétrica	37	5,4%
7	Meios de Propagação de Calor	30	4,5%
8	Microscópio Remoto LTE	30	4,5%
9	Block.ino	14	2,1%
10	Banco Óptico	23	3,4%
11	Condução de calor em barras metálicas	16	2,4%
12	Ambiente para Desenvolvimento em Arduino	3	0,4%
TOTAL		675	100,00%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados tratados na pesquisa

Para averiguação se as atitudes foram positivas ou negativas, em relação às 24 questões e também às quatro subescalas (Usabilidade, Percepção de Aprendizagem, Satisfação e Utilidade), foi criado um indicador denominado escore médio, representado neste documento como EMd. O EMd para cada questão é obtido a partir do somatório para cada questão a partir das respostas assinaladas, por cada respondente, a partir da escala Likert, assim valorada: 1 - discorda totalmente (DT), 2 - discorda parcialmente (DP), 3 - sem opinião (SO), 4 - concorda parcialmente (CP), 5 - concorda totalmente (CT).

Assim, o EMd para os 24 itens foi de 3,98, indicando uma atitude favorável em relação aos recursos utilizados. O coeficiente de alfa de Cronbach apurado para todos os itens do questionário foi de 0,92 - classificado como excelente, segundo os critérios recomendados por George e Mallery (2003) - vide Tabela 3, indicando a consistência interna e confiabilidade do instrumento utilizado.

Também foram calculados o Desvio Padrão para a média dos itens, e o valor apurado foi de 0,358; e o Coeficiente de Variação de 9,01%. O desvio padrão é uma medida que expressa o grau de dispersão de um conjunto de dados. Ele indica o quanto um conjunto de dados é uniforme e quanto mais próximo de 0 for o desvio padrão, mais homogêneo são os dados. Por outro lado, o Coeficiente de Variação é usado para expressar a variabilidade dos dados estatísticos, excluindo a influência da ordem de grandeza da variável. Para fins de interpretação, é válido dizer que, se o valor obtido for menor ou igual a 15%, considera-se baixa dispersão, ou seja, os dados são homogêneos, Para valores entre 15 e 30%, considera-se a dispersão média, e se os valores foram maiores que 30%, considera-se alta dispersão e que os dados são heterogêneos.

Em relação às subescalas, os escores médios para a totalidade dos itens de cada subescala, calculados a partir da escala de Likert, foram os seguintes: Usabilidade: 3,79, Percepção de Aprendizagem: 4,02, Satisfação: 4,02, Utilidade: 4,10.

A Figura 6 apresenta, de forma gráfica, os valores do EMd obtidos para as subescalas.

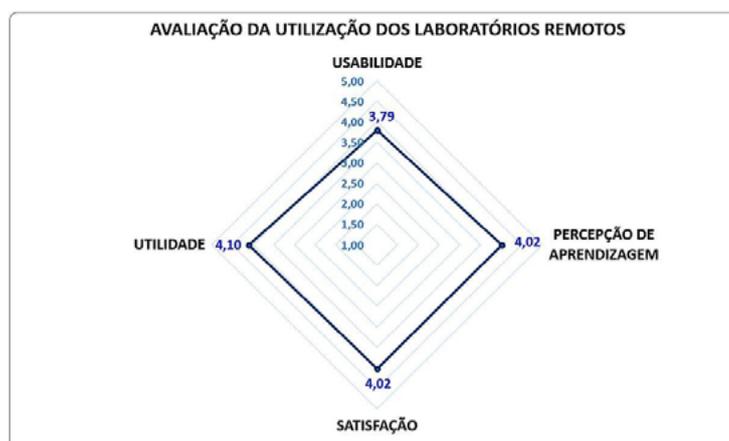


Figura 6: Escores para as subescalas do questionário

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados tratados na pesquisa.

Agrupando, na forma de percentuais (vide Tabela 6), os valores obtidos nas subescalas, em Concorda Totalmente (CT) + Concorda Parcialmente (CP) e Discordo Parcialmente (DP) + Discordo Fortemente (DF), excluindo os neutros (Sem Opinião - SO).

Tabela 6: Percentuais agrupados para as subescalas

Subescala	CT + CP	DP + DT
Utilidade	74,3%	9,7%
Satisfação	69,5%	11,5%
Percepção de Aprendizagem	69,1%	10,3%
Usabilidade	63,9%	19,1%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados tratados na pesquisa.

A Usabilidade se refere à facilidade de uso dos laboratórios remotos, se não ocorreram problemas para executar as ações que desejadas, se as informações contidas na tela contribuíram para manusear o LR, e se o tempo disponível para executar e manipular o experimento foi suficiente para a realização das atividades. O EMD obtido para os sete itens foi 3,79, demonstrando uma atitude positiva. A questão nº 4 impactou negativamente sobre o escore médio da subescala. A questão assim redigida “Em relação ao experimento remoto, o tempo de espera na fila dificultou a realização das atividades”, obteve, no somatório de CF + CP, apenas 31,23%, sendo que as demais obtiveram média total de 69,34%. A fila está relacionada ao fato de que somente uma pessoa pode utilizar um laboratório remoto num determinado momento. Essa deficiência vem sendo minimizada a partir de criação de mais instâncias de um mesmo laboratório remoto.

A Percepção de Aprendizagem buscou indicar se o aluno, através do LR, percebeu melhoria na sua aprendizagem, se a prática efetuada contribuiu para a resolução de problemas, se os conceitos que foram abordados durante o uso da ferramenta foram compreendidos e se estes estavam relacionados com o cotidiano do aluno. Ou seja, se “todas as habilidades adquiridas foram valiosas para a aprendizagem”. Os EMD para Percepção de Aprendizagem para os seis itens foi de 4,02. O somatório de CF + CP foi de 69,1%, e a questão nº 9 (O uso do(s) laboratório(s) remoto(s) contribuiu para minha aprendizagem) obteve o maior percentual, com 73%.

Satisfação busca mostrar o quanto o aluno “ficou convencido de estar realizando um experimento real, e não remoto, ao manipular experimento, bem como se é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial”. Além disso, buscou mostrar se a possibilidade de o aluno acessar o LR, em qualquer momento e de qualquer lugar, foi útil para planejar melhor o tempo de estudo, e se a ferramenta proporcionou novas formas de aprender. O EMD calculado para percepção de satisfação em relação aos seis itens foi 4,02. O somatório de CF + CP foi de 69,5%, e a questão nº 17 (Q17: Gostaria de utilizar outros laboratórios remotos nas aulas) obteve o maior percentual, com 77%.

A subescala Utilidade buscou mostrar se o aluno “teve maior motivação em aprender após o uso da LR, bem como se ficou satisfeito com a realização da experiência”. Também, se “depois de usar o LR, o aluno aconselharia outros colegas a fazer uso, bem como se gostaria de utilizar outros experimentos remotos”. O EMD da percepção de Utilidade para os seis itens foi de 4,10. Foi o maior valor apurado. O somatório de CF + CP foi de 63,9%, e a questão nº 24 (O(s) laboratório(s) remoto(s) pode(m) proporcionar novas formas de aprender) obteve o maior percentual, com 83%.

5. Considerações Finais

O objetivo desta pesquisa foi buscar identificar a percepção de alunos, preferencialmente de cursos de graduação em Pedagogia na modalidade EaD, sobre o uso dos laboratórios remotos, em relação às dimensões de usabilidade, percepção da aprendizagem, satisfação e utilidade. Em relação ao tema desta pesquisa, verificou-se que os estudantes reconheceram a utilização dos laboratórios remotos, nos processos de ensino e de aprendizagem, como uma ferramenta válida e legítima para a compreensão dos conteúdos abordados no estudo, oferecendo o aprendizado por meio de um processo de ensino mais dinâmico e prazeroso.

Os laboratórios remotos têm potencial para promover a aprendizagem autônoma, estimulando o aluno na construção do seu conhecimento, conseqüentemente, acarretando melhores resultados educacionais. Destaca-se ainda que essa tecnologia traz uma forma interativa ao ensinar e teve boa aceitação pelos estudantes e docentes participantes do estudo.

Foi proporcionada, principalmente aos futuros pedagogos, uma possibilidade de levar práticas laboratoriais em suas aulas, mesmo para aqueles que trabalhem em uma escola que não disponha de laboratórios de ciências e informática, gerando igualdade de oportunidade para os alunos, inclusão social, motivação de alunos e professores, maior interesse do aluno pelas áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, melhoria no processo de ensino e aprendizagem, e melhoria nos resultados educacionais.

Encerramos este artigo com o sentimento de que há necessidade de refletirmos acerca do exercício dos laboratórios remotos sobre o conjunto da educação, enquanto um elemento constitutivo de um projeto pedagógico alicerçado sobre determinadas bases teóricas. Isso significa pensar que novas práticas avaliativas adotadas nas escolas e universidades, tanto presenciais quanto a distância, refletem paradigmas teóricos que indicam o tipo de educação que praticamos, e esta é uma questão a ser discutida amplamente pelas instituições de ensino e entre aqueles que as integram – professores, alunos e suas famílias.

Referências

- BENCOMO, S. D. Control learning: present and future. **Annual Reviews in Control**. 28(1), 115-136, 2004.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistics notes: Cronbach's alpha. **British Medical Journal**, London: 314, n.7080, p. 572, 1997. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.314.7080.572>.

- BOHUS, C.; CROWL L. A.; AKTAN, B.; SHOR M. H. **Running Control Engineering Experiments Over the Internet**. Technical Report. Oregon State University, Corvallis, OR, USA, 1995.
- CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. **The Virtual Lab**: Engineering the Future. Disponível em: <http://www.ece.cmu.edu/~stancil/virtual-lab/virtual-lab.html>. Acesso em 27 de set. de 2019.
- CENSO EAD.BR**: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2018. Censo EAD.BR: analytic report of distance learning in Brazil 2018 [livro eletrônico]/[organização] ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância. Camila Rosa (tradutora). Curitiba: InterSaberes, 2019.
- CORTER, J.; NICKERSON, J.V.; ESCHE, S.K.; CHASSAPIS, C. Constructing reality: a study of remote, hands-on, and simulated laboratories. **ACM Transactions on Computer- Human Interaction (TOCHI)**, vol. 14, no. 2, p. 7, 2007.
- DE JONG, T.; SOTIRIOU, S.; GILLET, D. Innovations in STEM education: The Go-Lab federation of online labs. **Smart Learning Environments**, v. 1, n. 1, p. 3, 2014.
- DENZIN N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of qualitative research**. Newsbury Park: Sage Publications; 3ª edição. 2005.
- FEISEL, L, D.; ROSA, A. J. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. **Journal of Engineering Education**: 10., 2005. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00833.x>
- GALÁN, D.; FABREGAS, E.; GARCIA, G.; SÁEZ, J.; FARIAS, G.; DORMIDO, S.. Online Virtual Control Laboratory of Mobile Robots, **IFAC-Papers OnLine**, Volume 51, Issue 4, 2018, Pages 316-321. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240589631830380X>. Acesso em: 12 de set. de 2019.
- GARCÍA LORO, F. **Evaluación y Aprendizaje en Laboratorios Remotos**: Propuesta de un Sistema Automático de Evaluación Formativa Aplicado al Laboratorio Remoto VISIR. 2018. 405p. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Tecnologías Industriales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, 2018.
- GEORGE, D.; MALLERY, P. **SPSS for Windows step by step**: A simple guide and reference. (4nd ed). Boston: Allyn & Bacon, 2003.
- GILLET, D.; CRISALLE, O. D.; LATCHMAN, H. A. Web-Based Experimentation Integration in Engineering Curricula: Experience in Deploying Resources Distributed Among Universities, System Theory, 2002. **Proceedings of the Thirty-Fourth Southeastern Symposium on**, 2002.
- HITCHCOCK, G.; HUGHES, D. Research and the teacher: **A qualitative introduction to school-based research** (2nd ed). London: Routledge, 1995.
- LATORRE, A.; DEL RINCON, D.; ARNAL, J. **Bases metodológicas de la investigación educativa**. Barcelona: Grup92, 1996.
- LEWIS, D. I. The pedagogical benefits and pitfalls of virtual tools for teaching and learning laboratory practices in the Biological Sciences, **The University of Leeds: The Higher Education Academy**, 2014.
- LINDSAY, E. **The Impact of Remote and Virtual Access to Hardware upon the Learning Outcomes of Undergraduate Engineering Laboratory Classes**. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Department of Mechanical & Manufacturing Engineering. The University of Melbourne, 2005.
- LINDSAY, E.; GOOD, M. The impact of audiovisual feedback on the learning outcomes of a remote and virtual laboratory class. **IEEE Transactions on Education**, vol. 52, no. 4, pp. 491- 502, 2009.

- LOPEZ, S.; CARPEÑO, A.; ARRIAGA, J. Laboratorio remoto eLab3D: Un mundo virtual inmersivo para el aprendizaje de la electrónica. In **11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation** (REV 2014), New Jersey: IEEE. p. 100-105, 2014.
- MA, J.; NICKERSON, J. Hands-on, simulated, and remote laboratories. **ACM Computing Surveys**, 38(3), pp. 1-24, 2006.
- MATTHIENSEN, A. **O uso do coeficiente alfa de Cronbach em avaliações por questionários**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2011.
- PREDKO, M. **Programming and Customizing the 8051 Microcontroller**. 1.Ed. Scott Grillo: McGraw-Hill, 1999.
- SILVA, J. B. da; BILESSIMO, S. M. S.; ALVES, J. B. M. **Integração de Tecnologias na Educação: Práticas inovadoras na Educação Básica**. Araranguá: Hard Tech Informática Ltda, 2018. 110 p. Disponível em: <<https://publicacoes.rexlab.ufsc.br/>>. Acesso em: 19 dez. de 2018.
- ZUTIN, D. G.; AUER, M. E.; MAIER, C.; NIEDERSTÄTTER, M. Lab2go - A repository to locate educational on-line laboratories. **IEEE EDUCON 2010 Conference**. p.1741-1746, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/educon.2010.5492412>. Acesso em: 10 mar. 2019.