

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA (IFSC)**  
**CENTRO DE REFERÊNCIA EM FORMAÇÃO E EAD (CERFEAD)**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS PARA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL**

**A EXPERIMENTAÇÃO REMOTA COMO FERRAMENTA DE APOIO À EDUCAÇÃO**

**Trabalho de Conclusão**  
**LEONARDO DEIVID PIERRI**  
**RODRIGO KENIG DORNELES**

**Florianópolis/SC**

**2019**

**LEONARDO DEIVID PIERRI  
RODRIGO KENIG DORNELES**

**A EXPERIMENTAÇÃO REMOTA COMO FERRAMENTA DE APOIO À EDUCAÇÃO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Centro de Referência em Formação e EaD (CERFEAD) do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) como requisito parcial para Certificação do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Tecnologias para Educação Profissional.

Orientador: Prof. Igor Thiago Marques Mendonça, MSc.

Florianópolis/SC

2019

**LEONARDO DEIVID PIERRI  
RODRIGO KENIG DORNELES**

**A EXPERIMENTAÇÃO REMOTA COMO FERRAMENTA DE APOIO À EDUCAÇÃO**

Este Trabalho de Conclusão foi julgado e aprovado para a obtenção do título de Especialista em Tecnologias para Educação Profissional do Centro de Referência em Formação e EaD do Instituto Federal de Santa Catarina (CERFEAD/IFSC).

Florianópolis, 20 de março de 2019.

.....  
Prof. Caroline Lengert, MSc.  
Coordenador do Programa

**BANCA EXAMINADORA**

.....  
Prof. Igor Thiago Marques Mendonça, MSc. - Orientador

.....  
Prof. Eli Lopes da Silva, Dr.

.....  
Prof. Luis Henrique Lindner, MSc.

Dedicamos este trabalho aos nossos amados pais, as esposas que mantiveram o apoio incondicional e a todos que estiveram ao nosso lado permitindo a realização desta conquista.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus por proporcionar a alegria, saúde e sabedoria para desenvolver este trabalho de forma conjunta.

Agradecemos também as nossas esposas Maricelma e Sabrina, pela compreensão, motivação e apoio em todos os momentos.

Ao Mestre Igor Thiago Marques Mendonça por acreditar em nosso potencial, pela humildade de compartilhar o seu conhecimento e por promover grandes momentos de reflexão e aprendizagem.

E finalmente a todos os professores que mantiveram a motivação durante a nossa passagem na pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

O saber que não vem da experiência não é realmente saber.

(VYGOTSKY, 1989, p.75)

## RESUMO

Para o completo desenvolvimento da sociedade é de grande relevância que todos tenham acesso à educação, seja ela na modalidade presencial ou ensino a distância. Com o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), a modalidade de Educação a Distância (EAD) foi a que mais sofreu mudanças nos últimos anos, possibilitando que o ensino seja mediado por um professor ou um tutor a distância, interagindo de forma síncrona ou assíncrona. Com o advento das TICs a experimentação remota (ER) surge como ferramenta para auxiliar os estudantes no processo de ensino/aprendizagem possibilitando operar um experimento real mesmo estando distante deste. O objetivo desta pesquisa é propor formas de integrar a ER no processo de ensino/aprendizagem. Quanto ao método, adotou-se uma pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa buscando apresentar a ER. Nos resultados buscou-se atingir o objetivo da pesquisa trazendo as vantagens deste recurso, os desafios encontrados para a sua adoção e por fim os caminhos para a sua utilização no ambiente educacional. Conclui-se que a ER pode ser utilizada nas modalidades de ensino presencial e a distância, quando em consonância com o processo de ensino contribui significativamente para a construção do conhecimento e habilidade do aluno que, serão absorvidos na experimentação prática, além de proporcionar um complemento à abordagem dos conteúdos apoiando os educadores nas suas práticas pedagógicas.

**Palavras-chave:** Experimentação Remota. Experimentação Prática. Tecnologias na Educação.

## **ABSTRACT**

The education access is of great relevance to the complete development of society, regardless of whether it is in face-to-face or distance education. With the advancement of Information and Communication Technologies (ICTs), the Distance Education (DE) has been the one that has undergone the most changes in recent years, enabling the teaching to be mediated by a teacher or a tutor at a distance, interacting in a synchronous or asynchronous way. With the advent of ICTs, remote experimentation (RE) emerges as a tool to assist students in the teaching/learning process, allowing them to operate a real experiment even though they are far from it. The objective of this research is to propose ways of integrating RE in the teaching/learning process. The adopted method was a bibliographical research, with a qualitative approach to present the RE. The results sought to reach the objective of the research putting forward the advantages of this resource, the challenges found for its adoption and, finally, the ways to use it in the educational environment. It can be concluded that the RE can be used in the modalities of face-to-face and distance teaching, when in accordance with the teaching process, it contributes significantly to the construction of the student's knowledge and ability, which will be absorbed in practical experimentation, besides providing a complement to the content approach by supporting educators in their pedagogical practices.

**Palavras-chave:** Remote Experimentation. Practical Experimentation. Technologies in Education.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Relação entre recursos e acesso .....	21
<b>Figura 2</b> - Esquema de um laboratório de ER .....	22
<b>Figura 3</b> - Arquitetura cliente-servidor utilizada em uma infraestrutura de laboratório remoto .....	24
<b>Figura 4</b> - Entendendo a ER no ambiente educacional .....	26
<b>Figura 5</b> - Compartilhamento dos recursos de um laboratório remoto.....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 TEMA .....	12
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.3 JUSTIFICATIVA .....	12
1.4 RELEVÂNCIA DA PESQUISA .....	13
1.5 OBJETIVO DA PESQUISA .....	13
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 A INSERÇÃO DAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO .....	14
<b>2.1.1 Rede de Computadores e a Educação</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.2 Objetos de Aprendizagem</b> .....	<b>16</b>
2.2 EXPERIMENTAÇÃO REMOTA.....	18
<b>2.2.1 Características dos Experimentos Remotos</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.2 Infraestrutura de Laboratórios Remotos</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.3 A Experimentação Remota no Ambiente Educacional</b> .....	<b>25</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>27</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
4.1 VANTAGENS DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA.....	28
4.2 DESAFIOS PARA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA.....	31
4.3 CAMINHOS PARA INTEGRAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM .....	32
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A educação é primordial para o desenvolvimento da sociedade, sendo capaz de transformar a vida daqueles que têm a chance de participar do processo educativo. Nem todos têm a oportunidade de estar inseridos no ambiente educacional. O difícil acesso a uma instituição de ensino ou até mesmo a falta de recurso destas instituições limitam o processo de ensino/aprendizado (PALADINI, 2008).

A ascensão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) vem tomando conta de vários setores da sociedade e um de seus grandes impactos é na educação (PASSERO; ENGSTER; DAZZI, 2017). As TICs possibilitaram a mudança no processo de ensino/aprendizagem, alterando o uso do tempo e espaço, no ensino tradicional (FRANCO, 2011).

Os avanços tecnológicos possibilitaram que se traga recursos para dentro da sala de aula. Esses recursos enriqueceram principalmente as aulas práticas dos estudantes, causando impactos positivos no ensino presencial, porém estar limitado a um espaço físico para alguns pode se tornar um empecilho (NICOLETE *et al.*, 2018).

A modalidade de Educação a Distância (EAD) foi a que mais sofreu mudanças nos últimos anos. O processo de ensino mediado por tecnologias dispensa que professores e alunos estejam em um mesmo espaço físico, além de estarem separados fisicamente, aluno e professor podem estar separados temporalmente, interagindo em tempo real ou não.

Os mecanismos oriundos das TICs possibilitaram uma gama de recursos, como os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), que na EAD facilitam o acesso dos estudantes a inúmeros materiais didáticos. Contudo o material didático na EAD não deve apenas limitar-se a teoria, pois o objetivo desta modalidade é articular conteúdos para que o estudante possa ter um aprendizado satisfatório independente da área de estudo (GARCIA, 2006). Assim a EAD deve prover condições para que o aluno possa aliar a teoria com a prática, conferindo a ele bons resultados tanto quanto se estivesse estudando no ensino presencial (SILVA, 2004).

O contato do aluno com o processo de experimentação prática na EAD se dá em grande parte por meio de Objetos de Aprendizagem (OAs),

fornecendo assim meios alternativos para o aprendizado prático, porém estas possuem na sua essência dados pré-definidos trazendo resultados que nem sempre se aproximam de uma experiência real.

Considerando a importância da experiência prática na educação a experimentação remota (ER) se destaca como ferramenta dos OAs, pois possibilita que os alunos e interessados possam ter acesso a laboratórios virtuais com experimentos reais, utilizando os recursos de internet e de outros meios tecnológicos capazes de prover o acesso remoto, sendo possível operar um equipamento remotamente mesmo estando em um local distante.

### 1.1 TEMA

A experiência prática do estudante é fundamental no processo de ensino/aprendizagem, e com o advento das TICs a ER surge como uma ferramenta para suportar esta necessidade, trazendo para o estudante a possibilidade de operar um experimento real mesmo estando distante deste (SILVA, 2006). A mediação das tecnologias na ER permite o acesso virtual a um experimento real, ou seja, qualquer pessoa que possua um dispositivo (computador, *tablet* ou *notebook*) com acesso à Internet e um navegador *Web* poderá acessar e operar um experimento real.

### 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A presente pesquisa apresenta a ER e tem o intuito de responder ao seguinte problema de pesquisa: De que forma a ER pode contribuir para o aprendizado prático do estudante?

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Partindo da importância da experiência prática do aluno no processo de aprendizagem e considerando que grande parte das ferramentas de aprendizagem nem sempre trazem informações próximas da realidade, a ER é apresentada neste trabalho como uma alternativa de apoio ao processo de aprendizagem do estudante.

Atualmente nem todas as instituições de ensino dispõem de laboratórios físicos para a experimentação prática e mesmo que estas instituições disponibilizassem o acesso a este material estaria limitado geograficamente aquela região. A ER expande os horizontes da educação, o acesso a experiência não se limita apenas a alunos, uma instituição ou região a qual está inserida, mas está disponível em rede para todos que têm interesse de pôr em prática os seus conhecimentos.

#### 1.4 RELEVÂNCIA DA PESQUISA

O presente trabalho tem a intenção de demonstrar que, a ER pode ser utilizada como ferramenta no processo de construção do conhecimento, contribuindo para a formação de alunos, além de motivar e despertar o interesse em novas experiências.

#### 1.5 OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo desta pesquisa é propor formas de integrar a ER no processo de ensino/aprendizagem.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo 2 apresenta o referencial teórico deste trabalho, trazendo uma base prévia do tema em questão. No subcapítulo 2.1 será apresentado uma breve abordagem da inserção das tecnologias na educação, trazendo um exemplo das primeiras iniciativas de incluir as tecnologias no ambiente educacional. Na seção 2.1.1 é feito um aparato de algumas das contribuições da Internet na educação. Na seção 2.1.2 é apresentado o conceito de Objetos de Aprendizagem (OAs) e citados alguns exemplos de OAs.

No subcapítulo 2.2 é apresentado a ER, buscou-se trazer dados que considerem a sua utilização no meio educacional. Na seção 2.2.1 é apresentado as principais características dos Experimentos Remotos com a finalidade de expor a diferença da ER em relação aos demais recursos e ferramentas educacionais. Na seção 2.2.2 apresenta-se o modelo de arquitetura utilizado na implementação da ER. Por fim na seção 2.2.3 com o intuito de representar de forma mais lúdica os conceitos da ER, apresenta-se um exemplo de utilização da ER no ambiente educacional.

### 2.1 A INSERÇÃO DAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Os recursos tecnológicos na educação surgiram no Brasil na década de 1960. Segundo Moraes (1997), a experiência pioneira utilizando as tecnologias na área educacional ocorreu na Universidade Federal do Rio de Janeiro - URFJ, durante a disciplina de Física, e somente após nas demais Universidades Federais do país por meio de políticas públicas educacionais.

Para Moraes (1997) a educação brasileira por meio do Ministério da Educação ampliou ambiciosamente os investimentos. Logo os investimentos ocorreram prioritariamente em infraestrutura e capacitação dos profissionais envolvidos, assim inserindo em sua grade curricular a disciplina de informática nos cursos oferecidos, trazendo inovação com o objetivo de manter e conquistar novos alunos.

Um exemplo de inserção de tecnologias na educação foi a implantação do projeto Educom, o projeto lançado em 1983 tinha como objetivo implantar centros tecnológicos em universidades públicas.

Segundo Moraes (1997, p. 20):

O projeto EDUCOM é o primeiro projeto público a tratar da informática educacional, agregou diversos pesquisadores da área e teve por princípio o investimento em pesquisas educacionais. Este projeto forneceu as bases para a estruturação de outro projeto, mais completo e amplo, o PRONINFE. O PROINFO, praticamente uma releitura do projeto PRONINFE, teve maior incentivo financeiro e está sendo, até o momento, o mais abrangente no território nacional entre todos os projetos, através de seus Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE).

O projeto Educom deu origem a outros projetos como o Proninfe e seu substituto o Proinfo que implantou os Núcleos de Tecnologia Educacional – NTE em todos os estados do Brasil, os NTE estruturaram as escolas estaduais e municipais, implantando laboratórios de informática com acesso à Internet visando aprimorar a formação de docentes para atuar como agentes multiplicadores e promover a inclusão digital.

Hoje com a grande gama de recursos tecnológicos disponíveis como, *smartphones*, *notebooks*, *tablets*, vídeos e simuladores, o professor encontra diversos instrumentos que apoiam o processo de ensino e aprendizagem, promovendo assim a construção do conhecimento utilizando as novas tecnologias em benefício da educação.

### **2.1.1 Rede de Computadores e a Educação**

A Internet está presente no cotidiano das pessoas e na educação não é diferente, resultou na implantação de novas tecnologias educacionais, possibilitando ao professor rever suas práticas pedagógicas no ambiente escolar, visando constantemente a melhoria da qualidade de ensino.

A Internet é uma tecnologia que estimula a motivação dos alunos pela novidade e pelas possibilidades inesgotáveis de pesquisa que oferece. Essa motivação aumenta se o professor proporcionar um clima de confiança, abertura, cordialidade com os alunos. Mais que a tecnologia, o que facilita o processo de ensino-aprendizagem é a capacidade de comunicação autêntica do professor ao estabelecer

relações de confiança com seus alunos por meio do equilíbrio, competência e simpatia com que atua. O aluno desenvolve a aprendizagem cooperativa, a pesquisa em grupo, a troca de resultados (MORAN,1998, p. 9).

Hoje a Internet é uma ferramenta indispensável de apoio ao docente, o mesmo precisa estar preparado para explorar as oportunidades que a rede de computadores pode oferecer, para isso, é fundamental promover atividades interativas, trabalhando com novas formas de aprendizado atuando como mediador na construção do conhecimento.

Segundo Nascimento (2007), os principais ganhos pedagógicos possíveis com a internet são:

- Acessibilidade a fontes inesgotáveis de assuntos para pesquisas.
- Páginas educacionais específicas para a pesquisa escolar.
- Páginas para busca de software.
- Comunicação e interação com outras escolas.
- Estímulo para pesquisar a partir de temas previamente definidos ou a partir da curiosidade dos próprios alunos.
- Desenvolvimento de uma nova forma de comunicação e socialização.
- Estímulo à escrita e à leitura.
- Estímulo à curiosidade.
- Estímulo ao raciocínio lógico.
- Desenvolvimento da autonomia.
- Possibilidade do aprendizado individualizado.
- Troca de experiências entre professores/professores, aluno/aluno e professor/aluno.

A Internet mudou a forma de ensinar e aprender, professores e alunos trabalham o processo de aprendizagem de forma colaborativa e significativa, assim, a rede de computadores está presente no sistema educacional brasileiro.

### **2.1.2 Objetos de Aprendizagem**



O crescimento das tecnologias e a sua aplicação no âmbito educacional traz consigo a necessidade de disseminar e estruturar conteúdos que possam apoiar o processo de ensino/aprendizagem. Neste contexto os OAs surgem como elementos facilitadores deste processo (CARNEIRO; SILVEIRA, 2014). Segundo Wiley (2000), os OAs são entidades digitais disponíveis na internet que podem ser reutilizadas várias vezes em diferentes contextos com o propósito de apoiar a aprendizagem. Os OAs podem ser criados em qualquer formato ou mídia, vão desde simples animações até complexas simulações (TAROUCO *et al.*, 2014).

Dentre os diversos OAs disponíveis pode-se citar os vídeos. O vídeo é uma tecnologia que foi adaptada para ser utilizada como ferramenta no ambiente educacional, sendo um OA quase sempre presente em cursos na modalidade a distância onde são dispostos no formato de videoaulas. Taú (2011) considera que este recurso permite exemplificar conteúdos com riqueza de detalhes e informações, promovendo ao aluno uma maior compreensão dos assuntos abordados. Porém os autores alertam quanto ao uso das videoaulas no processo de aprendizagem, contemplando que a utilização deste recurso deve ter relação direta com o objetivo da aprendizagem, caso contrário o emprego deste material de apoio didático pode perder o sentido, transformando-se em algo apenas ilustrativo e com conteúdo vago, transmitindo ao aluno uma desmotivação por parte do professor.

Nos moldes atuais é possível observar paulatinamente o envolvimento do aluno como ser ativo no processo de aprendizagem, onde este deixa de ser espectador e passa a ser protagonista da sua aprendizagem. O professor tem o papel importante de adaptar-se a esses novos moldes, podendo utilizar nas suas práticas pedagógicas recursos como os OAs para que haja um envolvimento maior do aluno neste processo. Neste contexto, os jogos vêm se destacando como OAs, por sempre expor o jogador a um desafio esta prática atrai a atenção dos jovens (MATTAR, 2010). Uma pesquisa realizada em julho de 2018 pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) em parceria com a Fundação Coppetec, da COPPE UFRJ, aponta que o uso de jogos online para o ensino da matemática aumenta em mais de 70% o interesse de jovens estudantes pela disciplina (FIRJAN, 2008).

Apesar dos jogos serem considerados bons recursos de suporte ao processo de aprendizagem, estando inseridos em um contexto que atrai principalmente os jovens, cabe destacar que os jogos possuem um objetivo específico, que não permite muito a exploração, ficando limitando quando se tratam de ambientes que simulam a realidade. Desta forma o grande diferencial será a estratégia empregada em cada recurso educacional adotado.

Ao contrário dos jogos que possuem um objetivo específico, os simuladores projetam um cenário diferenciado e são destinados a expor o usuário para que este tenha uma experiência próxima da realidade (COMARELLA; BLEICHER, 2018). O foco deste OA é mais direcionado ao treinamento do estudante do que o seu envolvimento em um contexto desafiador como ocorre no universo dos jogos. Geralmente em ambientes corporativos as organizações desenvolvem ou adquirem de terceiros simuladores para capacitar o seu corpo de colaboradores. Já no âmbito educacional a adoção deste recurso muitas vezes parte do professor, que percebe a necessidade de empregar em suas aulas elementos inovadores que possam contribuir na formação de bons profissionais capacitados e aptos a entrarem no mercado de trabalho.

Os simuladores podem ser considerados OAs de aprendizagem que irão contribuir na formação do estudante. Contudo, cabe destacar que os ambientes simulados podem não transmitir a mesma sensibilidade e percepção de um ambiente real, e o educador não deve apenas limitar-se a este recurso.

Segundo Tarouco *et al.* (2014, p. 12), “Os OAs podem funcionar como facilitadores da aprendizagem, além de tornarem as aulas mais estimulantes, uma vez que possibilitam uma adaptação às necessidades individuais dos alunos”. Entretanto, o sucesso do seu uso fica evidente quando ocorre a aprendizagem significativa, assim o professor tem um papel fundamental na escolha do OA, este deve levar em conta aspectos, tais como: linguagem apropriada para os alunos; abordagem dos conceitos conforme o interesse deles; a veracidade e atualização das informações.

## 2.2 EXPERIMENTAÇÃO REMOTA

O contato do aluno com a experimentação prática enriquece o processo de aprendizagem, contudo, para que este contato seja realizado é necessário que o aluno tenha a sua disposição um ambiente de suporte. Este ambiente geralmente é chamado de Laboratório de Aprendizagem.

Dorneles (2004) afirma que os laboratórios de aprendizagem são espaços destinados a trocas expressivas entre sujeitos que têm diferentes ritmos de aprendizagem e que contam com oportunidade de aprender de forma distinta daquela da sala de aula.

Segundo o Art. 35, § IV da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB): “É primordial a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996). Assim, verifica-se que as escolas ficam incumbidas de disponibilizar espaços físicos para a construção de laboratórios que devem fazer parte da proposta pedagógica, de modo que a sua incorporação nas disciplinas possa oportunizar a aquisição de conhecimentos e consequente melhoria na qualidade de ensino (CRUZ, 2007).

De acordo com os dados do Censo Escolar de 2017, apenas 3,3% das escolas de ensino fundamental da rede municipal possuem laboratórios de ciências, na rede estadual este número sobe para 25,3%. Nas escolas de ensino médio a presença de laboratórios de ciências na rede municipal é de 28,2% e na rede estadual é de 39,2% (BRASIL, 2018).

Verifica-se que a rede municipal é a que possui a menor infraestrutura de laboratórios de ciências nos ensinos fundamentais e médio. O mesmo Censo Escolar de 2017 aponta que a maior rede de educação básica do País está sob a responsabilidade dos municípios, concentrando cerca de 2/3 das escolas (112,9 mil) (BRASIL, 2018).

A escassez de recursos nas instituições limita o contato dos estudantes com a experiência prática, as atividades que deveriam ser realizadas em um laboratório, são substituídas por demonstrações dos educadores em sala de aula (SILVA, 2013).

No entanto, ao comparar a presença de laboratórios de ciências frente aos laboratórios de informática a diferença é expressiva. No ensino

fundamental brasileiro a maior parte das escolas está sob responsabilidade dos municípios, onde o percentual de laboratórios de ciências é de 3,3% e de laboratórios de informática é de 37,9%. Já no ensino médio brasileiro a maior parte das escolas concentra-se na rede estadual, onde o percentual de laboratórios de ciências é de 39,2% enquanto que de laboratórios de informática o percentual sobe para 83,8% (BRASIL, 2018).

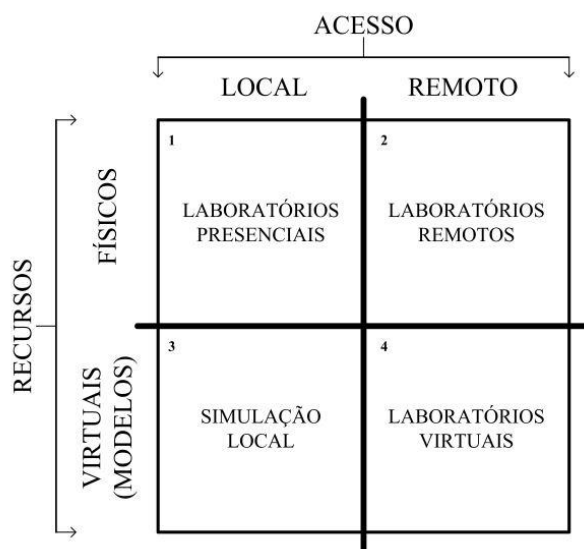
As TICs contribuíram significativamente para o redimensionamento das estratégias de ensinar e aprender, proporcionando diferentes ferramentas de apoio ao processo de aprendizagem (AMARAL *et al.*, 2011). Tal contribuição facilitou a disseminação de conteúdos teóricos e possibilitou que os envolvidos no processo de aprendizagem pudessem ter contato com situações de experimentação prática mesmo estando geograficamente afastados de um laboratório físico. O contato real com a experimentação prática a distância se dá por meio da ER.

Segundo Zanotto (2006), para entender uma ER é necessário primeiramente diferenciá-la de ambientes simulados, que não trazem resultados reais, visto que neste meio não há interação diretamente com o hardware e não podem assegurar que os resultados obtidos estejam realmente corretos.

Silva (2012), afirma que Experimentos Remotos são representações de dispositivos reais interligados por circuitos atuadores, sua interação é dada através da Internet. Ou seja, lidar com experimentos remotos é uma experiência real, pois estes detêm de elementos físicos que interatuam por comandos virtuais. O contato com os experimentos é de forma direta e a resposta obtida é imediata online.

A disponibilização da ER como prática de apoio ao processo de aprendizagem figura-se em um Laboratório de Aprendizagem, pois os experimentos remotos são disponibilizados para acesso em laboratórios chamados de “Laboratórios Remotos”. A Figura 1 mostra a relação entre os recursos e acessos dos diferentes meios de aprendizado prático. Nesta figura verifica-se que os laboratórios remotos se utilizam de meios físicos, porém o acesso ao experimento é promovido remotamente.

Figura 1 - Relação entre recursos e acesso



Fonte: Sousa (2008, p. 7)

Segundo Pierri e Lima (2016) o contato do aluno com prática no processo de ensino/aprendizagem é fundamental. Porém, nem sempre é possível ter a disposição de um espaço físico para a realização das práticas ou até mesmo ocorre a indisponibilidade de recursos na aquisição de equipamentos para a montagem dos laboratórios. Ainda que as instituições disponham de laboratórios presenciais, este recurso só estará ao alcance daquela instituição onde está localizado ou na região aos arredores. A disponibilidade de tempo para visitas e a distância geográfica acabam limitando o ingresso a um laboratório presencial. Diante disto, muitos laboratórios permanecem fechados e os experimentos inutilizados. Um outro ponto é que um laboratório presencial necessita de profissionais qualificados para orientar os alunos no processo de experimentação. Um grupo muito grande pode ser difícil monitorar, além de que dependendo da experiência realizada podem ocorrer acidentes pondo em risco a segurança e a integridade física dos indivíduos.

Nos laboratórios remotos cada experimento é conectado por meio da Internet, podendo ser acessado de qualquer lugar do mundo. A interação se dá quase que em tempo real, pois fatores como a latência da rede não garantem que a simultaneidade da operação tenha um tempo real pleno, deste modo é mais adequado afirmar que as interações são realizadas em tempo online.

(FREITAS, 2015). A Figura 2 ilustra os componentes fundamentais de um laboratório remoto, para que possa ocorrer uma ER.

Figura 2 - Esquema de um laboratório de ER



Fonte: Cardoso e Takahashi (2011, p. 189)

O usuário por meio de seu dispositivo com acesso à Internet pode conectar-se ao servidor *Web*, escolher um experimento e executá-lo. O servidor *Web* provê que o usuário tenha acesso ao laboratório, conseguindo, o domínio dos dispositivos e a obtenção das respostas das experiências realizadas. A interface programável possui basicamente duas funções: interpretar os dados obtidos dos experimentos para que o servidor *Web* possa enviar para o usuário, e interpretar o comando do usuário para que ele possa ser executado no aparato experimental. Para a visualização dos experimentos, são incorporadas câmeras aos laboratórios remotos (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011).

### 2.2.1 Características dos Experimentos Remotos

Um dos maiores atributos dos laboratórios remotos é a presença de uma interface virtual com a qual os usuários interagem, havendo uma grande preocupação na eliminação dos entraves físicos. Ou seja, é indispensável reproduzir virtualmente o laboratório físico por meio de fotografias, vídeos, e outros artifícios que transmite aos usuários a percepção de estarem presentes em um laboratório real (TEIXEIRA, 2010).

Segundo Silva (2006), para que os usuários possam usufruir dos experimentos remotos disponíveis nos laboratórios remotos, estes possuem algumas características que os diferenciam de simulações ou de experimentos em laboratórios presenciais:

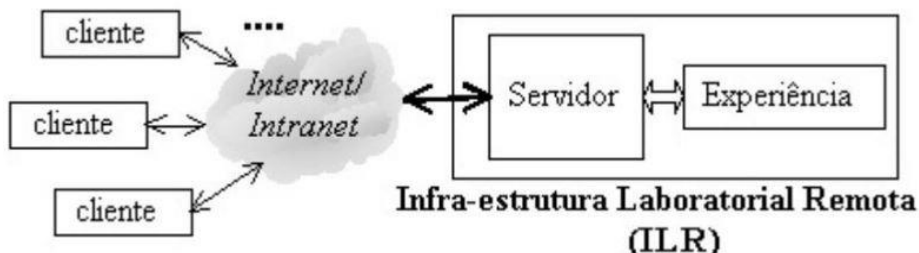
- São acessados por meio de dispositivos com acesso à Internet, como, computadores *desktop* ou *laptop*, *smartphones* e *tablets*.
- Possuem uma interface virtual (página *Web*) para que o usuário consiga acessar o experimento remoto com o navegador *Web* do seu dispositivo.
- Como o usuário não aciona fisicamente os comandos dos experimentos, para que haja a interação com este, os experimentos remotos dispõem de um sistema de automação composto por sensores e atuadores, assim é possível o controle remoto.
- Dispensam o acompanhamento de técnicos auxiliares de laboratório na realização das práticas experimentais.
- Os experimentos estão disponíveis para atender os pedidos dos usuários sempre, não há horários de uso definidos nos laboratórios remotos.
- Para que se possa garantir sempre a disponibilidade dos experimentos é necessário que o laboratório remoto disponha de profissionais capacitados a manter a infraestrutura dos equipamentos em pleno funcionamento.
- Cada experimento atende um pedido por vez, desta forma em situações onde há acessos simultâneos é implementado uma fila de espera para gerenciar corretamente os pedidos.
- A celeridade das operações realizadas nos experimentos remotos dependerá da latência da rede de Internet do usuário.

### **2.2.2 Infraestrutura de Laboratórios Remotos**

Grande parte dos experimentos de laboratórios reais não possuem atributos para serem utilizados na ER, torna-se necessário a criação de uma infraestrutura que permita realizar experimentações de laboratórios remotamente via Internet. Esta infraestrutura precisará se apoiar em uma arquitetura que suporte as funcionalidades do experimento, oportunizando a interação com os componentes envolvidos (PIERRI; LIMA, 2016).

Na ER utiliza-se o modelo de arquitetura cliente-servidor, ilustrada na Figura 3 (COSTA, 2003). O autor justifica que adota este modelo com o propósito de obter o maior número de usuários. Apesar deste modelo ser mais complexo de implementar, ele apresenta vantagens referentes a flexibilidade de acesso, permitindo a conexão simultânea dos usuários ao servidor dispensando a necessidade de realizar modificações na infraestrutura do laboratório remoto.

Figura 3 - Arquitetura cliente-servidor utilizada em uma infraestrutura de laboratório remoto



Fonte: Costa (2003, p. 40)

A arquitetura cliente-servidor propicia aos usuários o envio de comandos para o controle dos experimentos remotos e envio de dados para a configuração dos mesmos. O servidor retorna a requisição do usuário com a resposta das experiências realizadas, o retorno poderá ser representado por gráficos, tabelas, imagens, relatórios, entre outros (GILLET *et al.*, 1999 apud COSTA, 2003).

O servidor fica incumbido de fazer a conexão entre o experimento remoto e a rede informática responsável por manter o canal de comunicação com o usuário, ademais o servidor deve prestar o suporte na realização das



experiências, incluindo interfaces que permitem o controle e observação dos parâmetros envolvidos (COSTA, 2003).

### 2.2.3 A Experimentação Remota no Ambiente Educacional

O Censo Escolar de 2017 aponta que a Internet está presente na maioria das escolas brasileiras. Segundo dados do IBGE do ano de 2016, entre os usuários da Internet com 10 anos ou mais de idade, 94,6% se conectaram via celular (BRASIL, 2018). Considerando a disponibilidade da Internet nas escolas e a quantidade de estudantes que possuem *smartphones*, este é um cenário ideal para a aplicação da ER. Como forma de apresentar de maneira lúdica os conceitos e elementos da ER, apresenta-se a seguir um exemplo de acesso a um laboratório de ER no ambiente educacional. O experimento apresentado na Figura 4 trata-se de um painel de corrente alternada utilizado para o estudo das associações em série, paralela e mista em redes de corrente alternada. O experimento está disponível no ambiente “RELLE<sup>1</sup>” (do inglês *Remote Labs Learning Environment*) desenvolvido pelo “REXLAB<sup>2</sup>” (Laboratório de Experimentação Remota) da Universidade Federal de Santa Catarina.

A Figura 4 ilustra como esta interação se dá nas escolas: O professor orienta o aluno no acesso ao laboratório, o aluno com o seu smartphone irá utilizar a rede de Internet da escola para acessar a página *Web* do laboratório remoto. Assim que o aluno acessa o endereço da página *Web* uma requisição é enviada ao servidor *Web* do laboratório, este retorna para o aluno a resposta da requisição disponibilizando o acesso total à página *Web* do laboratório. O experimento está conectado ao servidor *Web* juntamente com os sensores, controles e atuadores. Como a interação do aluno com o experimento se dá remotamente os sensores, controles e atuadores ficam encarregados de acionar fisicamente o experimento, ou seja, na ER irão “substituir as mãos do aluno”. Além disso, este conjunto ainda tem o papel de interpretar os dados adquiridos do experimento, para que o servidor *Web* possa transferir estes dados ao aluno por meio da página *Web*. A câmera também está conectada ao

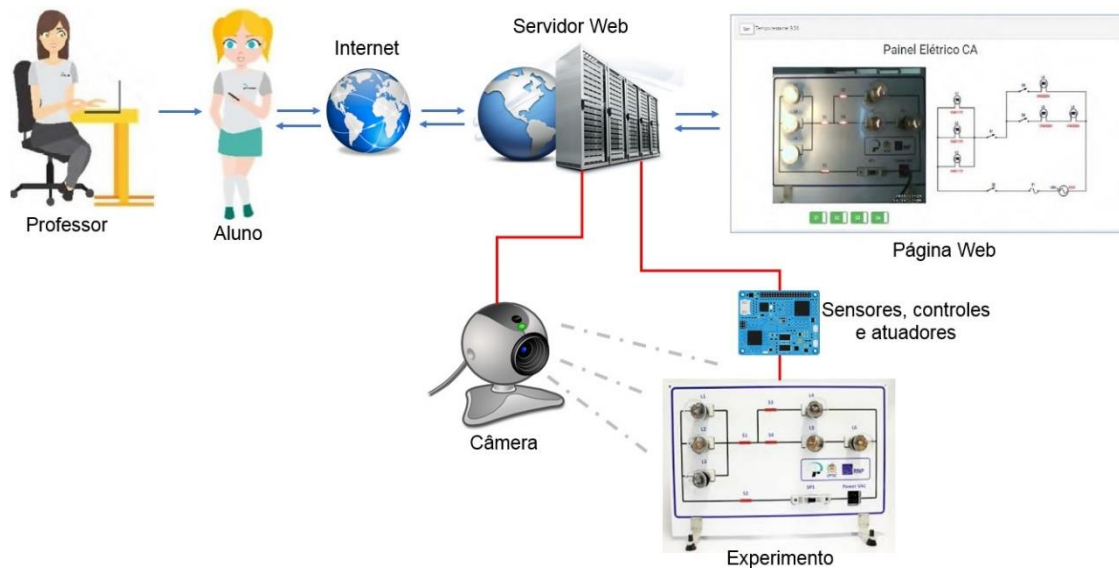
---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://relle.ufsc.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://rexlab.ufsc.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

servidor *Web*, e transmite online as imagens do experimento na página *Web* para visualização do aluno.

Figura 4 - Entendendo a ER no ambiente educacional



Fonte: Adaptado pelos autores de Silva e Bilessimo (2018)

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, descreve-se os aspectos metodológicos utilizados na presente pesquisa. A metodologia consiste em compreender e avaliar os vários métodos utilizados em uma pesquisa acadêmica. Para Fregoneze et al. (2014, p. 14) “é apresentada como o estudo dos métodos, da forma ou dos instrumentos usados para a realização de uma pesquisa científica.”

O problema de pesquisa foi abordado de forma qualitativa, por não utilizar instrumentos estatísticos para sua análise. Otani e Fialho (2011) dizem que a abordagem qualitativa afirma que a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa, que não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas.

Em relação ao objetivo, utilizou-se de uma pesquisa exploratória, por meio de levantamento bibliográfico, buscando referências na literatura, em artigos publicados em jornais, revistas, monografias, teses, dissertações, dados de relatórios do Censo Escolar e IBGE. Segundo Gil (2008) as pesquisas exploratórias apresentam uma sondagem bibliográfica e documental.

No que se refere à natureza, corresponde a uma pesquisa básica, por utilizar os conhecimentos teóricos aplicando os mesmos na prática, com o objetivo de buscar a resolução de um problema. Silva e Menezes (2005) assegura que pesquisa básica possui o objetivo de produzir novos conhecimentos para o progresso da ciência sem realização prática prevista, e afirma que envolve verdades e interesses universais.

Quanto aos procedimentos técnicos, foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica pelo fato de coletar-se informações e obter-se conhecimento teórico do tema em questão. Segundo Koche (1997, p. 122), o objetivo da pesquisa bibliográfica é “conhecer e analisar as principais contribuições teóricas existentes sobre um determinado tema ou problema, tornando-se instrumento indispensável a qualquer tipo de pesquisa.”

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No capítulo 4 os autores citados na fundamentação teórica são retomados para realizar as discussões. No subcapítulo 4.1 é exposto as vantagens da ER e suas contribuições frente aos entraves observados na fundamentação teórica. No subcapítulo 4.2 é abordado os desafios para a utilização e aplicação da ER no ambiente educacional. Por fim, no subcapítulo 4.3 é indicado os caminhos para a integração da ER no processo de ensino e aprendizagem, fazendo os apontamentos para a utilização da ER e expondo as modalidades de ensino que este recurso se adequa.

### 4.1 VANTAGENS DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA

O uso das TICs na educação tem despertado o interesse dos alunos pelas disciplinas, tal contribuição se dá pela característica desta de mediar e aproximar o aluno do processo de aprendizagem. Neste contexto, a ER pode ser considerada uma ótima ferramenta de apoio ao processo de aprendizagem, pois possui elementos que atraem a atenção dos estudantes, como a possibilidade de utilizar o seu próprio dispositivo móvel na obtenção de conhecimentos práticos.

Segundo Silva (2006), este recurso tem sido aplicado em várias Instituições de Ensino Superior, onde as aulas práticas têm sido realizadas por meio de laboratórios de ER, desta forma os estudantes podem observar fenômenos que em grande parte são difíceis de serem entendidos por material escrito (SILVA *et al.*, 2013).

Outra possibilidade é que estas Universidades podem compartilhar os seus experimentos remotos com outras instituições, mesmo estas estando localizadas geograficamente a nível nacional ou internacional, aumentando assim a flexibilidade entre os cursos ou disciplinas oferecidas, além de minimizar o custo de implementação, visto que dispensa a criação de um novo laboratório remoto. Na Figura 5 mostra-se, o experimento remoto “Microscópio” desenvolvido pelo REXLAB que é compartilhado com a plataforma GO-LAB.

Figura 5 - Compartilhamento dos recursos de um laboratório remoto

The screenshot shows the GO-LAB website interface for a 'Remote Microscope' resource. The navigation bar includes 'GO-LAB', 'Labs', 'Apps', 'Spaces', 'Authoring', 'Support', 'News', and 'About'. The main content area features a photograph of a microscope base with various plant samples. To the right of the image is a table with the following details:

Type	Remote Lab
Lab Owner	juarez bento da silva
Contact Person	juarez bento da silva
Age Range	7-8, 9-10, 11-12, 13-14, 15-16
Big Ideas Of Science	Organisms And Life Forms
Subject Domains	Biology, Botany, Botany, Flowering Plants/parts Of Plants
Languages	English
Booking Required	Yes
Registration Required	No

Below the table is a 'Description' section stating: 'The microscope base contains samples of stem, root, fruit, seed, flower and leaf. The user can switch between samples, and more details about the the part of the plant chosen are shown.' There is also an 'Additional Information' section with the URL 'http://relle.ufsc.br/' and a 'User Ratings' section showing five stars and the text 'No votes have been submitted yet.' To the right of the main content area is a sidebar with buttons for 'Preview' and 'Create Space', and two sections: 'Recommendations' listing various biology topics like 'Euglena Bioloab', 'Photolab', and 'Importance Of Light In Photosynthesis'; and 'Used in these Spaces' listing educational spaces in Portuguese like 'Будова Рослини Та Вплив Факторів Зовнішнього Середовища'.

Fonte: GO-LAB (2016)

O contato do aluno com prática no processo de ensino/aprendizagem é fundamental na sua formação. O conhecimento não deve apenas limitar-se a teoria vista em sala de aula. É importante que as competências requeridas de um bom profissional se adiantem no processo de aprendizagem, estas serão construídas com base nos seus conhecimentos habilidades e atitudes.

Neste pressuposto, a utilização da ER pode contribuir para o desenvolvimento das competências do aluno. Pierri e Lima (2016) apontam algumas questões que justificam a aplicação da ER na esfera educacional, ao considerar a importância do contato do aluno com a prática no processo de ensino/aprendizagem. Porém, reconhecem que há limitações de espaço físico e de recursos na aquisição de equipamentos para a instalação de laboratórios nas instituições de ensino. Os autores fazem algumas considerações em relação ao uso dos laboratórios presenciais como, o alcance limitado a uma instituição ou na região aos arredores, a necessidade de reservar um tempo para visitas, a própria distância geográfica que acaba dificultado o acesso, a necessidade de se ter profissionais qualificados a acompanhar as práticas dos estudantes, a dificuldade de gerenciar um grupo muito grande de estudante, além do risco de acidentes que podem ocorrer neste local.

Na ER os contratempos citados no parágrafo anterior não ocorrem devido as suas características. Ao considerar o alcance da ER provocado pelo compartilhamento na rede pode-se afirmar que esta é uma ferramenta de apoio à educação de baixo custo por consequência da abrangência que esta provoca.

Além das vantagens já apresentadas até o momento, cabe ressaltar outras vantagens que justificam a aplicação da ER na esfera educacional:

- Servir de suporte para cursos na modalidade EAD, tornando os mesmos mais atrativos e dinâmicos.
- Podem ser utilizados na modalidade presencial para suprir a carência de laboratórios nas escolas.
- O espaço físico ocupado pelos laboratórios remotos pode permanecer fechado, desde que os experimentos estejam operacionais para que possam ser acessados remotamente, assim dispensam a reserva e agendamento de horários de utilização.
- Maior aproveitamento dos recursos de um laboratório, visto que os experimentos estão disponíveis 24 horas por dia 7 dias por semana.
- Redução de custo na implementação de laboratórios presenciais, considerando que um laboratório remoto pode atender inúmeras instituições.
- Redução de custo aos usuários que não são obrigados a se deslocar até uma instituição de ensino para realizar as aulas práticas.
- O ingresso dos indivíduos não requisita que estes tenham vínculo com a instituição, ou seja, está disponível na rede de Internet e qualquer interessado pode ter acesso.
- Diferente de simulações, expõe o usuário a uma situação prática real, com resultados fidedignos.
- Permite a utilização independente da distância geográfica do usuário.
- Elimina o risco de acidentes.

- Dispensa o emprego de profissionais no acompanhamento das práticas em laboratório.

#### 4.2 DESAFIOS PARA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA

Conforme abordado nas seções anteriores fica claro que o custo de implementação de um laboratório remoto é maior ao se comparar com um laboratório presencial. Isto se dá pela necessidade de criação de uma infraestrutura que possa suportar o mesmo.

Segundo os apontamentos de Teixeira (2010), percebe-se que os laboratórios remotos na sua essência são laboratórios físicos, mas que tiveram a sua estrutura adaptada para suportar o acesso remoto aos experimentos. Assim os experimentos do laboratório físico são reproduzidos virtualmente através de uma interface *Web*.

Alguns instrumentos profissionais utilizados em laboratórios físicos já disponibilizam uma interface de controle remoto, esta interface é composta por um software que permite ao usuário controlar o experimento por meio de um computador ou dispositivos móveis. Entretanto, grande parte dessas interfaces são de códigos proprietários fechados, não permitindo a adaptação em outros softwares (SILVA *et al.*, 2013).

Ao adaptar um laboratório de aprendizagem disponível fisicamente para que este possa ser acessado de qualquer local por meio da Internet envolve um custo de implementação, pois requer a criação de uma infraestrutura que possa suportar o acesso aos experimentos remotamente. Desta forma a disponibilização de laboratórios remotos nas instituições de ensino pode se tornar um desafio.

Observa-se, algumas características apontadas por Silva (2006) podem elevar o desafio em aplicar a ER nas instituições de ensino. Além da criação de uma infraestrutura é necessário que os laboratórios remotos tenham a disposição de profissionais capacitados a manter esta infraestrutura em pleno funcionamento. A arquitetura cliente-servidor utilizada na ER exige uma conexão de Internet estável do servidor, local onde o laboratório está

hospedado que neste caso será na instituição de ensino, e também do cliente, sendo este o usuário que irá usufruir do laboratório remoto. Desta forma, a celeridade das operações dependerá da latência da rede de ambos os lados. Além da Internet para que os usuários possam acessar os laboratórios remotos deverão possuir algum dos seguintes dispositivos: computador, *tablet*, *notebook* ou *smartphone*.

Os entraves listados no parágrafo acima referem-se a estrutura necessária para que possa ocorrer uma ER. Entretanto, existe um outro desafio ao fazer que educadores considerem a utilização da ER como um recurso que irá complementar as suas práticas pedagógicas e contribuir no aprendizado dos seus alunos.

#### 4.3 CAMINHOS PARA INTEGRAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

No ambiente educacional é importante que o aluno possa ter a disposição de recursos que facilitam o seu aprendizado, além disso, o mesmo tem a oportunidade de conhecer novas tecnologias que são as principais aliadas no processo de construção do conhecimento (PIERRI; LIMA, 2016). Assim é dever do educador selecionar tecnologias que possam servir como ferramentas de apoio na aprendizagem prática.

Ao expor o aluno em uma situação de experimentação prática o professor acaba tornando as aulas mais atrativas e motivadoras (MARQUES *et al.*, 2017). O aluno passa a ser protagonista da sua aprendizagem e a temática abordada nas aulas passa a fazer sentido em sua vida.

É relevante destacar que a ER deve estar em consonância com o processo de ensino, visto que o professor pode elaborar diversas situações de aprendizagem de acordo com o plano de aula elaborado previamente na fase de planejamento, desta forma a experimentação prática eleva o processo de compreensão dos conteúdos trabalhados em sala e a qualidade de ensino.

Sendo assim, experimentação prática, possibilita ao professor trabalhar a interação de forma coletiva e colaborativa entre os aprendizes, atuando como



mediador, estimulado o aluno para que ocorra o entendimento, visando assim a internalização, à efetividade do ensino e o aprendizado de fato, de forma atrativa e motivadora. Além disso, a utilização da experimentação prática no cotidiano escolar possibilita ao docente potencializar a forma de ensinar e aprender.

Com a utilização da Internet e os diversos recursos tecnológicos disponíveis favorecendo o emprego de novas práticas pedagógicas, a ER apresenta-se como prática pedagógica inovadora e flexível, promovendo a possibilidade de desenvolver diversas situações de aprendizagem envolvendo simulações práticas próximas da realidade.

A ascensão das tecnologias na esfera educacional trouxe uma gama de recursos que apoiam o processo de aprendizagem, dentre esses, conforme citado anteriormente por Carneiro e Silveira (2014) os OAs são elementos que fazem parte destes recursos. De acordo com Wiley (2000) existem diversos tipos de OAs disponíveis na Internet.

Taú (2011) destacam os vídeos como um OA muito utilizado no meio educacional no formato de videoaulas, entretanto quando o enfoque da aprendizagem está voltado para o saber prático a aplicação deste recurso pode não satisfazer completamente, pois sua característica põe o aluno como espectador ficando evidente que não há interação.

Os jogos são OAs que promovem a interação do aluno. Mattar (2010) afirma que este recurso sempre expõe os jogadores a um desafio. Porém tal natureza pode limitar a exploração do aluno, os jogos de fato têm um objetivo específico definido, e para proporcionar um aprendizado prático satisfatório é importante que o recurso utilizado permita a investigação do aluno.

Os simuladores possibilitam a exploração, de acordo com Comarella e Bleicher (2018) os simuladores são OAs que tem por objetivo expor o usuário a um cenário próximo da realidade, entretanto Zanotto (2006) destaca que este recurso não garante que os resultados obtidos da experimentação poderão equiparar-se a um resultado real. Em um cenário real existem fatores externos ao experimento, como, clima, temperatura e entre outras situações adversas que poderão alterar os seus resultados.

Conforme os apontamentos explicitados por Silva (2006), os entraves observados nos OAs citados nos parágrafos acima não ocorrem na ER. Na ER o foco é voltado para o aprendizado prático do estudante e a sua interação com o experimento é direta. O aluno tem a possibilidade de exploração, construindo através das experiências vivenciadas o seu saber prático. Além disso, estará lidando com um experimento real, que está sujeito a fatores adversos e que lhe trará resultados reais.

Despertar o interesse dos estudantes pelos conteúdos repassados em sala de aula não é uma tarefa trivial. Esta tarefa se torna ainda mais difícil quando se trata de disciplinas que o grau de abstração é maior. Desta forma é fundamental que os indivíduos possam conhecer uma outra face dos conteúdos abordados.

Um laboratório de ensino onde possam ser ministradas aulas práticas é essencial, através dele os alunos podem associar a teoria que aprenderam em sala de aula com a prática proposta, manuseando e interagindo com experimentos e materiais que complementam o processo de aprendizagem.

Nem sempre é possível dispor de um espaço físico para a realização das aulas práticas ou até mesmo ocorre falta de recursos na aquisição de equipamentos para a montagem de um laboratório de ensino.

Neste contexto a ER surge para tentar minimizar os impactos negativos causados pela escassez de recursos de laboratórios de ciências na esfera educacional. O objetivo é disponibilizar experimentos de laboratórios reais em estruturas físicas controladas remotamente. Com a ER o usuário poderá operar um equipamento estando em um local distante do mesmo.

Conforme ilustrado anteriormente na Figura 1, observa-se que tais características presentes nos laboratórios remotos unem o melhor dos atributos dos laboratórios de aprendizagem. Nos laboratórios remotos há a praticidade de realizar experimentações práticas estando localizado geograficamente distante do laboratório físico, como ocorrem nos ambientes simulados. Entretanto, na ER o aluno não estará lidando com simulações e sim interagindo com experimentos reais existentes em laboratórios físicos de aprendizagem.

O Censo Escolar de 2017 indica que a maioria das escolas brasileiras dispõe de Internet. Apesar da insuficiência de computadores disponíveis aos alunos, muitos estudantes possuem *smartphones* e poderiam utilizar da rede

de Internet da escola para ter acesso aos laboratórios remotos disponíveis na *Web*. Com a ER as escolas e educadores podem contar com uma ferramenta de apoio ao processo de ensino/aprendizagem gratuita, de fácil acesso, que irá complementar as suas práticas pedagógicas e contribuir na aquisição de saberes relacionados a experimentação prática por parte do aluno.

Conforme abordado nas seções anteriores, os laboratórios remotos permitem o acesso longínquo a experimentos de laboratórios físicos reais, a distância geográfica não interfere no acesso ao experimento do laboratório. Tal característica cria a sensação de que este recurso se encaixa perfeitamente na modalidade de ensino a distância. De acordo com Silva (2006), a demanda por experimentos remotos on-line aumentou com o número significativo de estudantes matriculados nas modalidades de ensino a distância.

Realmente um cenário muito aplicável para os laboratórios remotos é na modalidade de ensino a distância (SILVA, 2006). Nesta modalidade o estudante contempla uma grande quantidade de conteúdos teóricos, mas não tem a oportunidade de ter o contato com uma experiência prática real. Por muitas vezes no EAD o contato mais próximo da prática fica limitado a uma experiência em ambiente simulado. Já foi exposto neste trabalho que por se aproximar da realidade os simuladores são boas opções de recursos de aprendizagem, porém não se pode afirmar que o estudante ao fazer uso de um ambiente simulado terá uma experiência real.

Atualmente estar localizado próximo de um grande centro urbano onde existem várias instituições de ensino nos arredores não é garantia de fácil acesso a uma instituição de ensino. Nos grandes centros urbanos o impasse fica por conta do grande fluxo de veículos, que acaba ocasionado em uma demora para percorrer pequenos trechos. Assim, estar presente em uma instituição de ensino cotidianamente para muitos acaba se tornando um desafio, há uma grande parte da população que precisa conciliar a rotina de trabalho com os estudos e estes empecilhos acabam bloqueando e desmotivando estas pessoas a buscar por uma instituição de ensino presencial.

Os laboratórios remotos de aprendizagem convêm na modalidade EAD, entretanto, este recurso também pode ser aplicado na modalidade presencial. De acordo com o Censo Escolar de 2017, é notável a carência de laboratórios

de ciências nas escolas da rede pública. O percentual de laboratórios de informática nessas escolas frente aos laboratórios de ciências é significativamente maior. Verifica-se que em grande parte das escolas os estudantes poderiam usufruir dos laboratórios de informática para acessar os laboratórios de ER e assim complementar o seu aprendizado

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho buscou-se apresentar uma proposta que possa complementar as práticas pedagógicas no ambiente educacional, contribuindo na construção de conhecimentos e saberes práticos fundamentais aos alunos no processo de ensino/aprendizagem.

Diante disto, percebeu-se que o contato do aluno com a experimentação prática na aprendizagem é fundamental para a construção do conhecimento e que se deve buscar por soluções que possam facilitar este processo. O avanço das TICs em conjunção com as redes de computadores modificaram o meio educacional e trouxeram uma gama de recursos que apoiam as práticas pedagógicas como os OAs.

Por outro lado, o enfoque deste trabalho se deu em torno da experimentação prática, e os principais OAs disponíveis nem sempre trazem resultados que se aproximam de uma experiência real, ou seja, não podem suprir por completo esta necessidade. Assim o contato do aluno com a experimentação prática fica a encargo dos laboratórios de aprendizagem.

Perante o exposto, procurou-se neste trabalho apresentar a ER buscando responder quais as suas vantagens e como este recurso pode contribuir para o aprendizado prático do estudante?

Com base nas pesquisas realizadas concluiu-se que a ER quando em consonância com o processo de ensino contribui significativamente para a construção de conhecimentos e habilidades por parte do aluno e que serão adquiridos na experimentação prática, além disso os educadores podem contar com uma ferramenta de apoio nas suas práticas pedagógicas que irá complementar a abordagem dos conteúdos.

Apesar de haverem alguns desafios na sua aplicação e utilização, pois a ER precisa apoiar-se em uma infraestrutura que possa suportar os seus recursos, foi possível perceber que se trata de uma ferramenta de baixo custo considerando o alcance que esta promove. Devido as suas características a ER atende tanto o ensino presencial como na EAD, no presencial por suprir a carência de laboratórios de aprendizagem nas instituições de ensino, haja vista que a maioria dessas instituições dispõe de Internet e grande parte dos alunos possuem *smartphones*, podendo usufruir destes recursos na realização das

suas aulas práticas. Já no EAD, a ER possibilita aos alunos o contato com experiências reais a distância, nesta modalidade de ensino o contato mais próximo de uma experiência real por muitas vezes fica limitado a ambientes simulados que nem sempre podem trazer dados reais, pois simulações não sofrem interferências do meio externo.

A disponibilidade dos laboratórios remotos nas diversas plataformas de compartilhamento encontradas na rede dissemina o acesso à experimentação prática. Assim os interessados podem ter acesso aos experimentos dispensando o vínculo com uma instituição de ensino. Entretanto, cabe alertar, para que o estudante possa ter um aprendizado prático mais eficiente é recomendável que o uso da ER esteja em sintonia com o planejamento das aulas, ou seja, as atividades desempenhadas devem ser bem definidas.

O ideal é que os educadores definam na fase de planejamento das aulas, atividades que estejam em consonância com as habilidades que a profissão irá requerer. Desta forma o emprego da experimentação prática conduzida na ER fornecerá ao aluno um maior aproveitamento no processo de ensino/aprendizagem, e os educadores estarão formando bons profissionais, capacitados a adentrarem no mercado de trabalho.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Érico Marcelo Hoff do et al. Laboratório Virtual de Aprendizagem: Uma Proposta Taxonômica. **Revista Renote**, Santana do Livramento, v. 9, n. 2, dez. 2011. Disponível em:

<<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/24821/14771>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

BRASIL. Estatísticas Sociais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (Ed.). **PNAD Contínua TIC 2016: 94,2% das pessoas que utilizaram a Internet o fizeram para trocar mensagens**. Rio de Janeiro, 2018.

Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/20073-pnad-continua-tic-2016-94-2-das-pessoas-que-utilizaram-a-internet-o-fizeram-para-trocar-mensagens>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

BRASIL. Inep. Ministério da Educação. **Censo Escolar 2017: Notas Estatísticas**. Brasília, 2018. 20 p. Disponível em:

<[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/notas\\_estatisticas/2018/notas\\_estatisticas\\_Censo\\_Escolar\\_2017.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2018.

BRASIL. **Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece As Diretrizes e Bases da Educação Nacional. [1996]. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm)>. Acesso em: 19 mar. 2019.

BRASIL. Ministério da educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica. Disponível em:

<[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&id=12992](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=12992)>. Acesso em: 13 dez. 2018.

CARDOSO, Dayane Carvalho; TAKAHASHI, Eduardo Kojy. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Uberlândia, v. 11, n. 3, p.185-208, out. 2011.

CARNEIRO, Mára Lúcia Fernandes; SILVEIRA, Milene Selbach. Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. **Educar em Revista**, [s.l.], n. 4, p.235-260, 2014. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.38662>. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/er/nspe4/0101-4358-er-esp-04-00235.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

COMARELLA, Rafaela Lunardi; BLEICHER, Sabrina. **Experimentação de Recursos Didáticos**. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina, 2018. 18 p.

COSTA, Ricardo Jorge Guedes da Silva Nunes da. **Infra-estrutura Laboratorial para Experimentação Remota**. 2003. 212 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2003. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/11198>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

CRUZ, Joelma Bomfim da. **Laboratórios**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. 103 p. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/13\\_laboratorios.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/13_laboratorios.pdf)>. Acesso em: 05 dez. 2018.

DORNELES, Beatriz Vargas. Laboratórios de aprendizagem – funções, limites e possibilidades. *In*: MOLL, Jacqueline *et al.* (org.). **Ciclos na escola, tempos na vida**: criando possibilidades. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-218.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Jogos online aumentam em mais de 70% o interesse dos jovens pelo ensino da matemática**. 2018. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/educacao/jogos-online-aumentam-em-mais-de-70-o-interesse-dos-jovens-pelo-ensino-da-matematica/>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

FRANCO, Carolina. **O rápido avanço tecnológico no campo da educação**. 2011. Disponível em: <<https://www.moodlelivre.com.br/noticias/978-o-rapido-avanco-tecnologico-no-campo-da-educacao>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

FREITAS, Bruno. **RexLab – Laboratório da UFSC permite que pessoas de qualquer lugar no mundo façam experimentos em tempo real**. 2015. [Http://www.egc.ufsc.br/rexlab-laboratorio-da-ufsc-permite-que-pessoas-de-qualquer-lugar-no-mundo-facam-experimentos-em-tempo-real/](http://www.egc.ufsc.br/rexlab-laboratorio-da-ufsc-permite-que-pessoas-de-qualquer-lugar-no-mundo-facam-experimentos-em-tempo-real/). Disponível em: <<http://www.egc.ufsc.br/rexlab-laboratorio-da-ufsc-permite-que-pessoas-de-qualquer-lugar-no-mundo-facam-experimentos-em-tempo-real/>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

FREGONEZE, Gisleine Bartolomei, et al. **Metodologia Científica**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2014. Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAg8CcAE/metodologia-cientifica>. Acesso em: 13 out 2018.

GARCIA, Paulo Roberto Salles. A teoria e a prática de EAD: Educação a Distância: uma articulação entre a teoria e a prática. **Revista de Educação do Cogeime**, Belo Horizonte, v. 15, n. 28, p.75-80, jun. 2006. Disponível em: <<https://www.redemetodista.edu.br/revistas/revistas->



cogeime/index.php/COGEIME/article/viewFile/663/606>. Acesso em: 26 nov. 2018.

GIL, Antonio Carlos **Métodos e técnicas de pesquisa social** / Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo : Atlas, 2008.

GO-LAB (Suiça). **Remote Microscope**. 2016. Disponível em: <<https://www.golabz.eu/lab/remote-microscope>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

KOCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa**. 15. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

MARQUES, Ana Paula Ambrósio Zanelato *et al.* TEAM BASED LEARNING: UMA METODOLOGIA ATIVA PARA AUXILIO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM. **Colloquium Humanarum**, [s.l.], v. 14, n. esp., p.699-707, 15 dez. 2017. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). <http://dx.doi.org/10.5747/ch.2017.v14.nesp.001013>.

MATTAR, João. **Games em Educação**: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MORAES, Maria Candida. INFORMÁTICA EDUCATIVA NO BRASIL: UMA HISTÓRIA VIVIDA, ALGUMAS LIÇÕES APRENDIDAS. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p.19-44, abr. 1997. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2320/2082>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

MORAN, José Manuel. Mudar a forma de aprender e ensinar com a internet. *In*: Salto para o futuro: TV e informática na educação. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, 1998. 112 p. Série de Estudos Educação a Distância. Disponível em: <[http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias\\_educacao/uber.pdf](http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_educacao/uber.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2018.

NASCIMENTO, João Kerginaldo Firmino do. Informática aplicada à Educação. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000013622.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

NICOLETE, Priscila Cadorin *et al.* Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GTMRE): um estudo de caso. *In*: SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS - SITED2018, 2., 2018, Araranguá. **Simpósio**. Araranguá: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. p. 284 - 293. Disponível em: <<https://publicacoes.rexlab.ufsc.br/index.php/sited/article/view/424>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

OTANI, Nilo; FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **TCC Métodos e Técnicas**. 2. Ed. Florianópolis: Visual Books, 2011.

PALADINI, Suenoni. **EXPERIMENTAÇÃO REMOTA COMO SUPORTE A AMBIENTES DE APRENDIZAGEM DE FÍSICA**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/91136/261164.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

PASSERO, Guilherme; ENGSTER, Nélia Elaine Wahlbrink; DAZZI, Rudimar Luís Scaranto. Uma revisão sobre o uso das TICs na educação da Geração Z. **Renote**, [s.l.], v. 14, n. 2, p.1-8, 17 jan. 2017. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.70652>. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/70652/40081>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

PIERRI, Leonardo Deivid; LIMA, Sabrina Pitz. **Desenvolvimento de um Experimento Remoto Baseado em Sistema de Geração Alternativa Híbrido**. 2016. 127 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/165169>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

RELLE. Universidade Federal de Santa Catarina. **Remote Labs Learning Environment**. Disponível em: <<http://relle.ufsc.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

REXLAB. Universidade Federal de Santa Catarina. **Laboratório de Experimentação Remota**. Disponível em: <<https://rexlab.ufsc.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

REXLAB. Universidade Federal de Santa Catarina. **Primeiro Experimento**. Disponível em: <<https://rexlab.ufsc.br/first-experiment/>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

SILVA, Antonio Carlos Ribeiro da. **Educação a distância e o seu grande desafio: o aluno como sujeito de sua própria aprendizagem**. 2004. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/012-tc-a2.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

SILVA, Edna Lúcia da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**/Edna Lúcia da Silva, Estera Muszkat Menezes. – 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, Juarez Bento da. **A UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA COMO SUPORTE PARA AMBIENTES COLABORATIVOS DE APRENDIZAGEM**. 2006. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88357>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

SILVA, Juarez Bento da; BILESSIMO, Simone Meister Sommer. **IN TEC EDU:** [s.i.]: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. 101 slides, color.

SILVA, Maurício Samy. **JQuery Mobile: Desenvolva Aplicações Web Para Dispositivos Móveis com HTML5, CSS3, AJAX, jQuery e jQuery UI.** São Paulo: Novatec, 2012. 352 p.

SILVA, Raiane Silveira da et al. Aplicação da Experimentação Remota à Comunidade Quilombola Tocantinense. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE COMPUTER AIDED BLENDED LEARNING, 5., 2013, Florianópolis. **Conferência.** Palmas: Icbl2013, 2013. p. 315 - 320. Disponível em: <[http://www.icbl-conference.org/proceedings/2013/papers/Contribution103\\_a.pdf](http://www.icbl-conference.org/proceedings/2013/papers/Contribution103_a.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2018.

SILVA, Silvana Pires da. **A UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: Um estudo em escolas das redes pública e privada.** 2013. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/131063>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

SOUSA, Nuno Miguel Moreira. **Bancada Laboratorial Remota para o Ensino da Eletrotécnica.** 2008. 75 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Departamento de Engenharia Electrotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2008. Disponível em: <<http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/1962>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

TAVARES, N. R. B. História da informática educacional no Brasil observada a partir de três projetos públicos. São Paulo. Disponível em: <<http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/tics/ticspdf/neide.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

TEIXEIRA, Pedro José Lima. **Construção de interfaces em Flex para sistemas de experimentação remota.** 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Informática, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2010. Disponível em: <<http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/2717>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach *et al* (org.). **Objetos de Aprendizagem: teoria e prática.** Porto Alegre: Evangraf, 2014. 502 p.

TAÚ, Ana Cláudia. **Tecnologia, educação e aprendizagem:** caderno pedagógico. Florianópolis: UDESC/ CEAD/UAB, 2011.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. **A formação social da mente.** 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WILEY, David. **Learning object design and sequencing theory**. 2000. Tese (Doutorado em Filosofia) – Department of Instructional Psychology and Technology, Brigham Young University, 2000.

ZANOTTO, Nader. **Protótipo de Laboratório de Experimentação Remota Multiplataforma Cliente**. 2006. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências da Computação, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2006.

Disponível em:

<<http://dsc.inf.furb.br/tcc/index.php?cd=9&tcc=977>>. Acesso em: 12 dez. 2018.