

José Miguel García
Mónica Báez Sus
(compiladores)

EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍAS EN PERSPECTIVA

10 AÑOS DE FLACSO URUGUAY



Compiladores:

José Miguel García y Mónica Báez Sus

Autores:

Mónica Báez Sus, Martina Bailón, Juárez Bento da Silva, Bettina Berlin, Pablo Bongiovanni, María Luisa Bossolasco, Priscila Cadorin Nicolete, Graciela Caldeiro, Francisco Cardozo, Silvina Casablanca, Alejandro Cota, Silvio Serafim da Luz Filho, Marta Adriana da Silva Cristiano, José Miguel García, Carine Heck, Gabriela Kaplan, Simone Meister Sommer Biléssimo, Valeria Odetti, Graciela Rabajoli, Inés Rivero, Corina Rogovsky, José Pedro Schardosim Simão, Paula Stormi

Coordinación editorial: José Miguel García

Corrección de estilo: Susana Aliano Casales

Diseño: Leonardo Ferraro

Maquetación: Analía Gutiérrez Porley

ISBN: 978-9974-8576-1-2



FLACSO
URUGUAY

Flacso Uruguay 2016
Zelmar Michelini 1266, piso 2
11100 Montevideo, Uruguay
Tel.: 598 29030236
www.flacso.edu.uy

Los autores de los artículos se hacen responsables por lo que expresan, lo cual no necesariamente refleja la opinión de la Flacso

ni de las organizaciones en las que se desempeñan.

Los contenidos de la presente publicación no tienen fines comerciales y pueden ser reproducidos haciendo referencia explícita a la fuente.

Las imágenes fueron proporcionadas por los autores de cada capítulo.

La foto de tapa es de José Miguel García.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Usted es libre de compartir, copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, bajo las siguientes condiciones: reconocimiento (debe reconocer los créditos de la obra), uso no comercial (usted no puede utilizar esta obra para fines comerciales), sin obras derivadas (usted no puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra).

Acceso al libro en versión digital: http://www.flacso.edu.uy/publicaciones/libro_educacion_tecnologia_2016/Garcia_Baez_Educacion_y_tecnologias_en_perspectiva.pdf

Ações tecnoeducativas por meio da Experimentação Remota: um estudo de caso em aulas de física do Ensino Básico

Priscila Cadorin Nicolete, Marta Adriana da Silva Cristiano, Juarez Bento da Silva, Simone Meister Sommer Biléssimo, José Pedro Schardosim Simão, Carine Heck, Silvio Serafim da Luz Filho

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar uma iniciativa que visa despertar o interesse vocacional dos estudantes da Educação Básica pelas áreas STEM e pela pesquisa científico-tecnológica. O projeto aqui descrito usa uma metodologia dividida em dois eixos: um formativo que capacita os docentes em relação às tecnologias, pelos princípios do modelo conceitual TPACK, e outro que trata da inserção das tecnologias nas atividades didáticas por experimentação remota, especificamente na disciplina de Física em turmas do Ensino Médio, de uma escola da Educação Básica. O uso crescente de dispositivos móveis pelos estudantes favorece a inserção das tecnologias na educação, seja em atividades de *m-learning* ou de *b-learning*, pois torna os processos de ensino e aprendizagem motivadores. Por outro lado, o artigo evidenciou que os docentes apresentam certa indefinição nos conhecimentos pedagógico e tecnológico pedagógico. Entretanto, quanto ao conhecimento tecnológico e tecnológico de conteúdo, apresentam limitações. Os resultados apresentados justificam o uso de laboratórios de experimentação remota na formação discente e a necessidade de contínua capacitação docente quanto ao uso e à integração das TICs na Educação Básica, considerando o aumento do uso de aparelhos móveis pelos estudantes.

Palavras-chave: Educação, experimentação remota, mobile learning, ensino básico, TPACK.

Resumen

El propósito de este artículo es presentar una iniciativa para despertar el interés profesional de los estudiantes de educación básica por las áreas de STEM y la investigación científica y tecnológica. El proyecto descrito aquí utiliza una metodología dividida en dos ejes: una formación que ayuda a los profesores con respecto a la tecnología, los principios del modelo conceptual TPACK, y otro que se ocupa de la integración de la tecnología en las actividades de enseñanza de la experimentación remota, específicamente en la disciplina de la física en clases de secundaria, en una escuela de educación básica. El creciente uso de dispositivos móviles por los estudiantes favorece la integración de la tecnología en la educación. Las actividades de *m-learning* o *b-learning* hacen que los procesos de enseñanza y aprendizaje sean motivadores. Por otra parte, el artículo mostró que los maestros tienen una cierta imprecisión en los conocimientos pedagógico y tecnológico pedagógico. Con respecto a la tecnología y los conocimientos técnicos tienen limitaciones. Los resultados presentados justifican el uso de laboratorios de experimentación remota en la formación de los estudiantes y la necesidad de la formación permanente del profesorado en el uso e integración de las TIC en la educación básica, teniendo en cuenta el aumento del uso de teléfonos móviles por los estudiantes.

Palabras clave: educación, experimentación remota, aprendizaje móvil, enseñanza básica; TPACK.

INTRODUÇÃO

O sistema educacional está submetido a um rápido desenvolvimento científico e tecnológico, que permite um novo olhar sobre a construção de conhecimentos. A conexão das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) nas atividades cotidianas tem implicações na educação, pois favorecem as novas formas de ensino e aprendizagem (Silva & Salinas, 2014). Os docentes da Educação Básica recebem alunos com perfis educacionais variados. Devido a essa demanda, esses professores criam maneiras de ensino e aprendizagem compatíveis com o contexto sócio-histórico de seus alunos. Logo, além do contexto educacional, é importante atentar para o *feedback* do docente e do aluno, a fim de criar ligações mais efetivas entre a sala de aula e seu entorno.

Desse modo, deve-se refletir sobre a aplicação de plataformas digitais e interativas, *m-learning*, laboratórios virtuais e remotos, e outros recursos que amparem os docentes em sua prática pedagógica. Em meio a esses recursos, a *Mobile Learning* (aprendizagem móvel) é destaque no cenário atual. O termo *Mobile Learning* ou *m-Learning* é associado ao uso da tecnologia móvel na educação e pode ser considerada a associação da «*mobile computing*» e da «*e-Learning*» na produção de uma experiência educativa em qualquer lugar e a qualquer momento (Hofmann, 2006). Por isso o uso das tecnologias móveis justifica-se pelo crescente emprego desses dispositivos por alunos e professores, tornando os processos de ensino e de aprendizagem simples e ubíquos (Unesco, 2014).

O aumento no consumo de dispositivos portáteis entre os alunos pode ser observado pelos dados da Agência Nacional de Telecomunicações do Brasil (Anatel). A procura por *smartphones* em 2014 obteve um incremento de 82,2 % nas vendas (Teleco, 2014). Dessa forma, as tecnologias móveis podem aumentar oportunidades educacionais para estudantes em diversos ambientes (Unesco, 2014) e despertar interesse, especialmente pela sua mobilidade, facilidade de comunicação, compartilhamento de conteúdo e localização de informações de forma quase instantânea.

No repasse desses conceitos para a realidade brasileira, é importante uma ressalva: «Até que ponto os docentes brasileiros estão preparados para usar de forma eficaz essas tecnologias móveis na sua prática pedagógica?». Observa-se uma dicotomia entre os discentes com

habilidades tecnológicas e os docentes despreparados para fazer uso didático dessas tecnologias.

Nesse sentido, é preciso motivar os professores, para que, nos processos de ensino e de aprendizagem, busquem soluções adequadas, aproximando as aulas tradicionais ou à distância aos conceitos de *m-learning*. Conhecedores disso, órgãos educacionais e governamentais têm elaborado debates acerca da integração tecnológica na educação. Além disso, muitas pesquisas têm demonstrado que as formas de utilização dos recursos tecnológicos impactam diretamente na natureza do conhecimento, indicando que é necessário direcionar esforços para que essa reforma educativa seja de fato proveitosa para toda a sociedade (Koh, Chai, & Tay, 2014; Kabakci Yurdakul & Coklar, 2014).

Conforme o Censo da Educação Superior (INEP/MEC, 2013a), para cada 10.000 estudantes brasileiros, 22 % são matriculados nos cursos de Ciências, Matemática e Computação, mas apenas 8,8 % ingressam e 2,2 % concluem os cursos. Pontua-se que os alunos que ingressam no Ensino Superior procedem de um Ensino Médio deficiente, em especial para as disciplinas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), para as quais necessitam de laboratórios que muitas vezes as escolas públicas não possuem, ou possuem de forma precária, sendo que apenas 8 % das escolas contam com Laboratórios de Ciências (INEP/MEC, 2013b). E esse déficit formativo contribui para a alta evasão escolar nesses cursos.

Percebe-se que, pela falta de conhecimento dos alunos quanto ao uso ou aplicação dessas disciplinas de forma prática, eles ficam desmotivados a continuar nessas áreas, ou apresentam grandes dificuldades em todos os níveis de educação. Logo, o emprego de Laboratórios de Experimentação Remota (ER) favorece a interação com processos reais e permite ao usuário analisar os problemas práticos do mundo real, mesmo encontrando-se distante do laboratório. Para essa interação surge a *Mobile Remote Experimentation* (MRE), que é a disponibilidade do uso de experimentos reais, acessados pela internet por meio de dispositivos móveis, para facilitar o livre acesso dos alunos aos experimentos que elucidem a teoria recebida na sala de aula a qualquer tempo (Paladini, Silva, Alves, Fischer & Alves, 2008).

Assim sendo, o artigo apresenta o relato de um projeto que busca explorar uma nova oportunidade educativa no Brasil, a MRE, denomi-

nada Estratégia de Integração Tecnológica nos Processos de Ensino e Aprendizagem. O propósito é acrescer a flexibilidade e o contorno colaborativo nas atividades de ensino e aprendizagem, e despertar o interesse vocacional dos alunos da Educação Básica pelas áreas STEM e pela pesquisa tecnocientífica. Assim, os laboratórios de experimentação remota podem oferecer aos alunos uma aproximação da disciplina oferecida pelo professor com o seu cotidiano, por intermédio de experimentos reais acessados à distância.

A metodologia utilizada no projeto dividiu-se em dois eixos: um formativo, que capacita os docentes em relação às tecnologias, apoiado nos conceitos do *TPACK* (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), e outro que trata da inserção das tecnologias nas atividades didáticas, por meio do uso de conteúdos didáticos abertos *online* acessados por dispositivos tradicionais ou móveis, que são completados pela conexão com experimentos remotos, desenvolvidos no Laboratório de Experimentação Remota - RExLab¹ e em parceria com outras instituições nacionais e internacionais.

Destaca-se que em 2011 esse projeto foi selecionado pelo Instituto para o Desenvolvimento e a Inovação Educativa (IDIE) da Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), e patrocinado pela Fundação Telefônica como um dos quatro projetos mais inovadores na educação brasileira. Assim como o *NMC Horizon Report: Panorama Tecnológico para Universidades Brasileiras* (2014), que cita o uso dos laboratórios remotos como proposta de adoção e apresenta o prazo de dois a três anos, destacando o Laboratório de Experimentação Remota, como um exemplo em atividade (Johnson, Becker, Cummis & Estrada, 2014).

¹ O Laboratório de Experimentação Remota - RExLab surgiu a partir dos conceitos da experimentação remota em 1997, na Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. «Conta atualmente com uma rede de 12 universidades (Rexnet) em cinco diferentes países. Um de seus objetivos é atender à necessidade de apropriação social da ciência e da tecnologia, para popularizar conhecimentos científicos e tecnológicos, estimular jovens a se inserirem nas carreiras científico-tecnológicas, buscar iniciativas que integrem a educação científica ao processo educacional para promover a melhoria, devido à atualização/modernização do ensino em todos os seus níveis, enfatizar ações e atividades que valorizem e estimulem a criatividade, a experimentação e a interdisciplinaridade». Fonte: <<http://rexlab.ufsc.br/about>>.

Este estudo está sendo aplicado em quatro escolas da rede pública do Brasil, com foco nas disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática. No artigo será apresentada especificamente a integração das TICs na disciplina de Física em turmas do Ensino Médio, na Educação Básica, em uma das escolas parceiras da rede pública de ensino. Quanto aos aspectos envolvidos na construção das atividades, tem-se o laboratório oferecido às escolas participantes, a metodologia usada nas escolas em relação ao uso dos dispositivos móveis e a capacitação dos docentes levando em consideração o modelo TPACK.

EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL

Existem três diferentes tipos de laboratórios utilizados no ensino das áreas científica e tecnológica: o laboratório presencial (*hands-on*), o laboratório de experimentação remota e o laboratório virtual. O laboratório de experimentação remota se diferencia dos laboratórios presenciais apenas por estar distante do aluno. Assim como nos laboratórios presenciais, a experimentação remota permite que o aluno controle instrumentos e dispositivos reais, porém remotamente por meio de alguma interface que realiza a mediação entre o aluno e os dispositivos e equipamentos. Já os laboratórios virtuais são baseados em simulações, nos quais os alunos manipulam apenas representações computacionais (Silva, Rochadel & Marcelino, 2012).

Tabela 1. Tipos de laboratórios científicos e tecnológicos

Laboratórios	Simulação	Elementos reais	Tipo de acesso
Hands-on		X	Presencial
Experimentação remota		X	À distância
Virtual	X		À distância

Laboratórios remotos e laboratórios virtuais são ótimas opções para Instituições de Ensino que não possuem laboratórios presenciais, ou que pretendem estender seus recursos escassos, ou ainda que dese-

jem compartilhar equipamentos com outras instituições, dessa forma permitindo que um maior número de alunos obtenha conhecimentos práticos em diversas áreas do conhecimento, unindo-o com a teoria apresentada em sala de aula (Zubía & Alves, 2011).

Dessa forma, diferentemente dos laboratórios virtuais, onde todos os processos são simulados, os laboratórios remotos possibilitam a interação com processos reais, permitindo ao utilizador uma análise dos problemas práticos do mundo real. Isso faz com que esses laboratórios levem certa vantagem em relação aos virtuais. Conforme Cassini & Prattichizo (2003), os laboratórios remotos permitem ao estudante interagir com processos reais, o que possibilita a descoberta de novos resultados, já que o utilizador precisa calibrar as máquinas e os equipamentos com seus próprios dados.

Segundo Nedic, Machotka & Nafalski (2003), encontramos as seguintes vantagens nos laboratórios remotos:

- › Há interação direta com equipamentos reais;
- › As informações são reais;
- › Não há restrições nem de tempo e nem de espaço;
- › Possui um custo médio de montagem, utilização e manutenção;
- › Há feedback do resultado das experiências *online*.

O uso de ambientes remotos traz conforto, segurança e economia de forma geral. Podendo controlar diferentes tarefas, como sensores, relés, circuitos e sistemas de segurança, os estudantes também podem observar fenômenos dinâmicos que são muitas vezes difíceis de explicar através de material escrito, fazendo uma abordagem realista para resolver problemas (Ma & Nickerson, 2006). Laboratórios remotos são aqueles em que os elementos e as experiências são reais, apesar do acesso virtual.

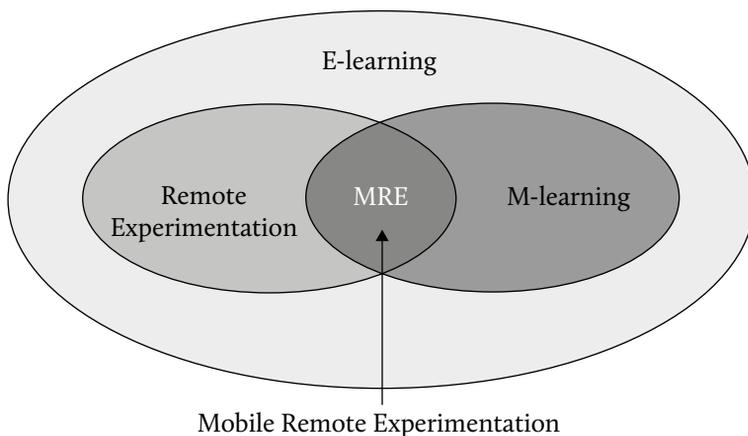
A utilização dos laboratórios de experimentação remota (ER) iniciou-se nas áreas de engenharia, com laboratórios para controle e automação de experiências. Devido à necessidade de acesso aos equipamentos de forma remota, as experiências começaram a ser adaptadas para acesso virtual, inclusive com a utilização de robôs na manipulação de aparelhos. Atualmente, o uso da ER passa a ser uma oportunidade também para a educação básica. Disciplinas como Física, Química e

Biologia, que necessitam da inclusão de conteúdos práticos, podem se beneficiar de laboratórios remotos.

As escolas básicas públicas brasileiras possuem uma grande carência em relação a laboratórios de ciências, e a ER pode representar uma economia para as Instituições de Ensino e uma oportunidade para docentes e discentes explorarem conteúdos práticos no dia a dia em sala de aula. Entretanto, para desenvolver projetos que envolvam a integração de tecnologias nas escolas públicas, deve-se considerar o baixo número de laboratórios informáticos que se encontram nessas escolas. Menos da metade (44 %) das escolas públicas do Brasil dispõe de Laboratório de Informática, sendo que cada laboratório, em média, possui 8 computadores para uso didático (INEP/MEC, 2013b).

Diante disso, incluindo o conceito de *m-learning* à Experimentação Remota, originou-se a Experimentação Remota Móvel (*Mobile Remote Experimentation* ou MRE), que traz uma nova perspectiva de interação. Costa (2005) denomina de MRE a utilização de dispositivos móveis para controle de experimentos à distância. A figura 1 mostra essa junção de conceitos.

Figura 1. Mobile Remote Experimentation



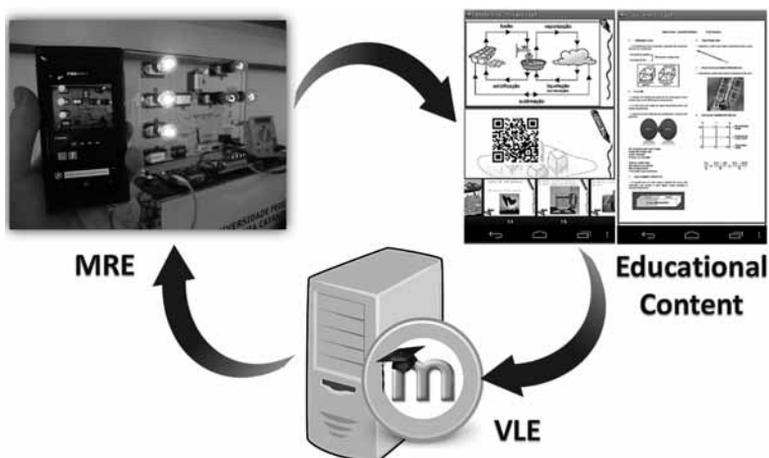
Esse conceito permite a utilização dos recursos que estão nas mãos dos alunos e professores para dar novas oportunidades para a educação. Como mostra os dados da União Internacional de Telecomunicações (UIT), dispositivos móveis são amplamente difundidos na sociedade, a tecnologia móvel é a mais penetrante e a que foi mais rapidamente adotada ao longo da história (Unesco, 2015). Em 2014 o Brasil terminou 2014 com 280,7 milhões de celulares vendidos, ou seja, em torno de 138 celulares/100 habitantes (Teleco, 2014). Conforme dados do Cetic.br, 82 % da população possui telefone celular e 75 % utiliza internet no celular. Entre os jovens com idades entre 10 e 15 anos, 68 % deles têm seu próprio dispositivo e 81 % deles o utilizam. Entre a faixa etária de 16 a 24 anos, passa de 90 % a cifra de jovens que possuem e utilizam dispositivos móveis (Cetic.br, 2013).

Algumas aplicações têm sido realizadas com o conceito de MRE. Al-Zoubi, That & Hasan (2005) descrevem uma aplicação para enviar e receber dados de experimentos através de mensagens curtas de texto (SMS). Garcia-Zubia, Lopez-de-Ipina & Orduna (2008) demonstram o uso de uma aplicação desenvolvida com Ajax para acesso aos WebLabs. Essas propostas de interação mostram os diferentes usos das tecnologias envolvidas e certos limitantes, devido à escolha das atividades com os dispositivos utilizados. Atualmente a fragmentação de Sistemas Operacionais móveis é reduzida, o que permite o desenvolvimento de aplicações portáteis, além de também conceder o acesso aos sensores que equipam os dispositivos.

VISÃO GERAL DA ARQUITETURA IMPLEMENTADA NO PROJETO PILOTO

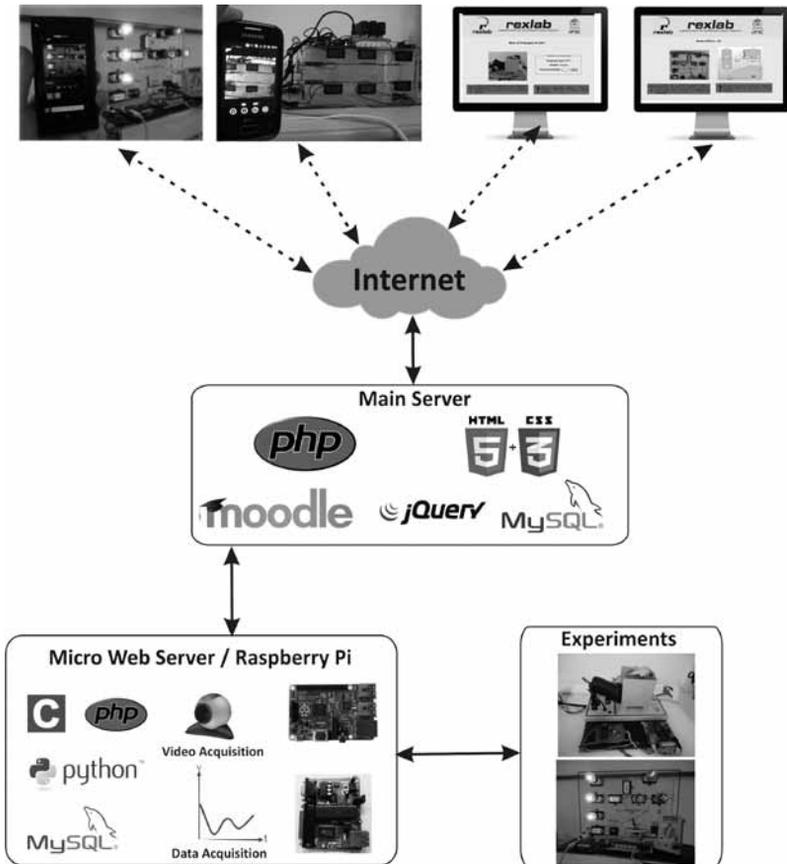
Numa visão macro da estrutura desenvolvida pelo RExLab para o modelo da MRE aos docentes, tem-se uma arquitetura estruturada a partir de três grandes blocos: «Experimentação Remota Móvel (MRE)», «Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)» e «Conteúdos Didáticos» (figura 2). O bloco MRE abrange os experimentos remotos com controle e observação dos ensaios remotos e dos conteúdos educacionais em multiplataformas computacionais.

Figura 2. Visão macro da aplicação do projeto



Quanto ao *hardware* dos experimentos remotos, estes priorizam soluções de baixo custo e *open source*. Alguns fazem uso da plataforma *open hardware* de construção própria no RExLab, o Microservidor Web (MSW), um dispositivo autônomo com capacidade de conectar dispositivos elétricos a uma rede *Ethernet*, sensores e atuadores de acordo com o experimento, e sua observação é realizada pelo *streaming* de vídeo de uma Câmera IP ligada diretamente à rede; e outros usam a plataforma *Raspberry Pi*, de baixo custo, com base no processador ARM que roda numa distribuição *Linux* com base no *Debian*, e para visualização usa-se uma *webcam*. A figura 3 ilustra essa plataforma.

Figura 3. Arquitetura implementada



Observa-se que o ambiente consiste de códigos em PHP e banco de dados que permitem gerar padrões leves e de boa aparência com o uso de recursos do HTML5, CSS3, XML e linguagens de *script*, numa direção de multicamadas (Silva, 2012). No bloco denominado AVA, utiliza-se para a gestão das disciplinas e dos experimentos remotos o Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) pela flexibilidade e por ser um ambiente virtual de ensino-aprendizagem (Avea) totalmente baseado em ferramentas *web*, que requer do usuário apenas um dispositivo conectado à *internet* e um navegador para *web*.

O Moodle é um sistema de gestão de cursos licenciado sob a forma de *software* livre que propicia auxílio aos professores para criar comunidades de aprendizagem *online*. Um dos objetivos é fornecer uma aprendizagem construtiva, onde o protagonista é o próprio aluno, através do compartilhamento de experiências entre os participantes, em contraposição ao modelo tradicional, de transferência de conhecimento por parte do professor. O Moodle pode ainda dar aos seus usuários maior facilidade na produção e distribuição de conteúdo, gestão total de aprendizagem, avaliação de alunos, controle de acesso e suporte tecnológico para disponibilizar os conteúdos de acordo com o modelo pedagógico (Moodle, 2015).

Os «Conteúdos Didáticos» (figura 4), no terceiro bloco, são desenvolvidos pelo RExLab em conjunto com os docentes das escolas parceiras. São os conteúdos digitais abertos (técnicos e pedagógicos) destinados ao suporte técnico, didático, metodológico e pedagógico com o objetivo de facilitar a integração dos recursos nos planos de aulas das disciplinas. Apresenta exemplos de material didático, disponíveis para disciplinas, no formato PDF e PPT, e formulário para acompanhamento *online* onde os alunos podem obter os *feedbacks* das avaliações efetuadas.

Figura 4. Acesso ao material didático e atividades no AVA

The screenshot shows a mobile application interface with two main panes. The left pane, titled 'Documento 1.pdf', contains educational content on temperature and heat. It includes sections for 'TEMPERATURA', 'CALOR', and 'TÉRMOMETRO'. The right pane, titled 'Mudancas_de_Fases.ppt', shows a phase change cycle diagram with processes like 'fusão', 'vaporização', 'solidificação', 'liquefação', and 'sublimação'. Below the diagram is a 3D model of a water cycle. The bottom of the screen shows a navigation bar with icons for back, home, and search, and a page indicator showing '14' and '15'.

METODOLOGIA

O projeto apresenta uma metodologia com um eixo formativo voltado à capacitação dos docentes em relação às TICs e outro que trata da inserção das tecnologias nas práticas didáticas. Para a conexão das TICs nos processos de ensino e de aprendizagem, primeiramente efetuou-se o diagnóstico da infraestrutura de TI e dos serviços relacionados nas escolas, com vistas à implementação do projeto. Essa fase disponibilizou o AVA nas escolas parceiras a partir da plataforma Moodle, para apoiar a integração de conteúdos educacionais digitais nas salas de aula. O AVA permite que todos os docentes da escola disponibilizem seus conteúdos didáticos, efetuem controle de frequência e utilizem todas as suas funcionalidades.

A segunda estratégia objetivou a capacitação dos professores com foco na proficiência tecnológica do docente e no correto uso das tec-

nologias na educação. A chave para o sucesso de qualquer projeto que une as TICs na educação é a preparação do docente para o uso efetivo da tecnologia. Para alcançar eficiência na prática educativa, faz-se necessário: conhecimento pedagógico, de conteúdo e tecnológico, que corresponde ao modelo de aprendizagem *TPACK*, desenvolvido e atualizado por Mishra e Koehler (Mishra & Koehler, 2006) a partir da proposta de Shulman de 1986 (Shulman, 1986), que tinha como base integrar os conhecimentos pedagógicos e de conteúdos para direcionar os processos pedagógicos.

Portanto, iniciou-se o diagnóstico dos docentes para verificar como eles percebem a relação das TICs em suas aulas e então direcionar os conteúdos a serem trabalhados na capacitação dos docentes. A coleta dos dados quantitativos efetuou-se a partir da aplicação de dois questionários: o «Perfil Docente», composto por 20 questões, e o «Diagnóstico *TPACK*», com 36 itens, dispostos em escala *Likert* de cinco pontos. O objetivo foi avaliar a extensão em que os participantes concordam ou não com as declarações sobre as suas percepções a respeito das relações entre tecnologia e ensino. Após a aplicação dos questionários realizou-se a categorização dos itens em subescalas de acordo com o domínio *TPACK*: Conhecimento Pedagógico (PK), Conhecimento de Conteúdo (CK), Conhecimento Tecnológico (TK), Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK), Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK), Conhecimento Pedagógico Tecnológico (TPK) e Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK). As informações obtidas nessa fase são os balizadores das ações de capacitação para os docentes.

A capacitação docente contempla cursos, oficinas e minicursos ministrados por integrantes do laboratório e palestrantes convidados. Entre os minicursos e oficinas, desenvolve-se capacitação referente à plataforma Moodle, Ambiente Virtual de Aprendizagem escolhido para dar suporte à integração tecnológica nas escolas. O eixo formativo docente ainda contempla o suporte dos membros do RExLab na elaboração de planos de aulas de acordo com o modelo *TPACK* e o apoio na realização das atividades com os recursos tecnológicos nas aulas ministradas pelo professor da disciplina.

O projeto está sendo aplicado em quatro escolas de Ensino Básico no sul de Santa Catarina, Brasil. Abrange cerca de 287 docentes de diversas disciplinas e 3.201 alunos. Mas o trabalho está sendo realizado

de forma mais efetiva com 942 alunos, distribuídos em 29 turmas nas disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática, com o objetivo nas áreas STEM. Simultaneamente, elaboram-se as atividades tendo como eixo a integração das tecnologias nas atividades didáticas, numa parceria entre o professor de cada disciplina e os integrantes do projeto. Cada professor tem à disposição experimentos remotos, *tablets* oferecidos pelo RExLab, e assessoria dos bolsistas do RExLab e de bolsistas do Ensino Médio contemplados pelo próprio projeto.

A interação entre os docentes e o Laboratório de Experimentação Remota permite, além dos recursos já disponibilizados, que os bolsistas elaborem novos conteúdos ou experimentos a partir das necessidades que os professores do Ensino Básico percebem para suas práticas, a partir dos recursos disponíveis no Moodle, a fim de integrar a experimentação remota nos planos de aulas. Além do AVA, as mídias sociais também colaboram no acesso a esses recursos em qualquer tempo e lugar.

Neste documento, serão trabalhados especificamente os resultados obtidos da integração das TICs na disciplina de Física em turmas do Ensino Médio, numa Escola de Educação Básica brasileira, localizada em Araranguá, no Estado de Santa Catarina.

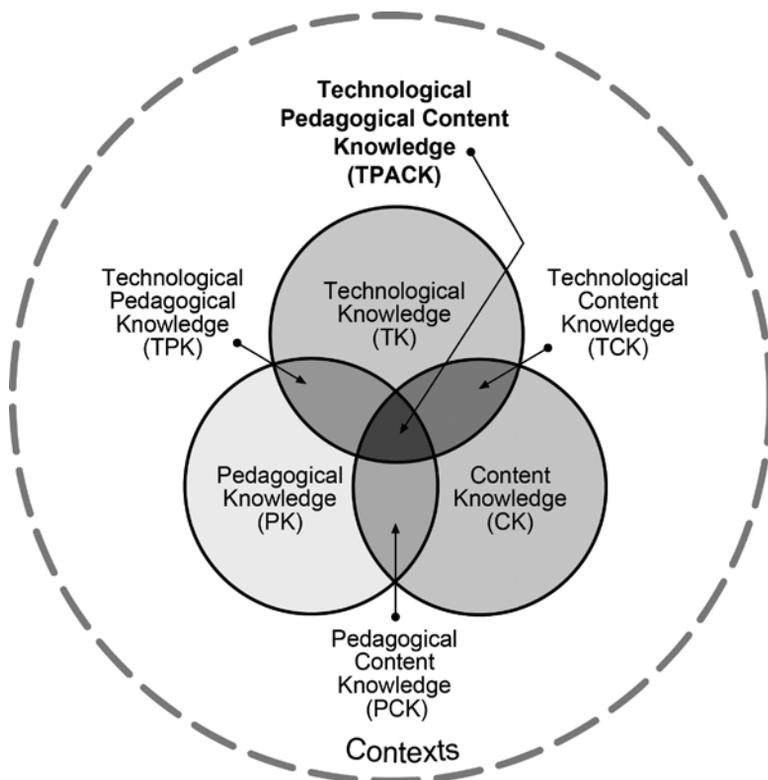
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, apresentamos os resultados obtidos a partir da pesquisa realizada com base no Modelo ТРАСК, bem como uma aplicação de integração das TICs, efetuada em conjunto com uma docente de Física, em turmas do Ensino Médio de uma das escolas participantes do projeto.

Diagnóstico ТРАСК

O modelo ТРАСК baseia-se em três aspectos cognitivos: Tecnologia, Pedagogia e Conteúdo. O professor capaz de conectar esses conhecimentos destaca-se por possuir características que representam a eficácia da ação docente (figura 5).

Figura 5. Demonstração dos diferentes conhecimentos a partir da ilustração demonstrativa do TPACK.org



Para efetivar um diagnóstico da percepção docente, de acordo com o modelo TPACK, a aplicação do questionário foi conduzida em duas etapas. A primeira com a elaboração e aplicação de um questionário, com 20 questões para levantamento do perfil docente; e a segunda etapa com a aplicação do questionário, com 36 itens, adaptado a partir da pesquisa *Survey of Teachers Knowledge of Teaching and Technology*, elaborada por Denise Schmidt et al. (Schmidt et al., 2009), a fim de obter a percepção docente a respeito dos conhecimentos abordados no modelo TPACK. Esses questionários foram disponibilizados no Moodle. As ações junto aos professores foram definidas em três etapas: a coleta de dados pelos ques-

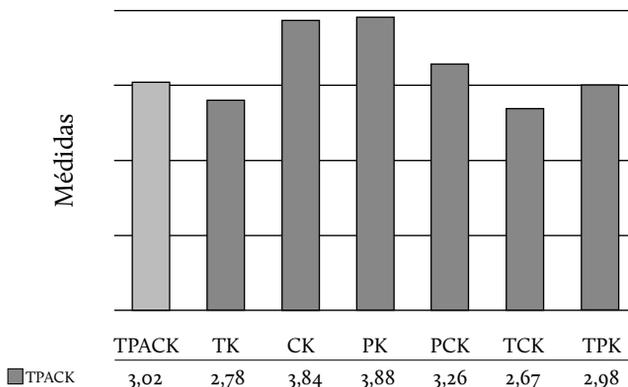
tionários citados, a categorização das questões de acordo com o TPACK e a categorização dos resultados por tipos de conhecimentos.

Tabela 2. Infraestrutura da Escola de Educação Básica
Maria Garcia Pessi

Número de funcionários da escola	114
Número de alunos	1.752
Possui biblioteca?	Sim
Possui laboratório de informática?	Sim
Possui laboratório de ciências?	Não
Possui internet?	Sim
Possui banda larga?	2 Mbps
Computadores para uso dos alunos	11
Computadores para uso administrativo	6

Como instrumento utilizado para buscar o «Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo ou Disciplinar» (TPACK), com o questionário «Metodologia TPACK aplicada às escolas públicas», temos os resultados apresentados na figura 6.

Figura 6. Resultados do TPACK, Escola de Educação Básica
Maria Garcia Pessi



O escore médio obtido para o TPACK, com os 114 docentes da Escola de Educação Básica Maria Garcia Pessi, foi de 3,02 (Desvio Padrão DP) a 5. A maior média de pontuação da subescala está no conhecimento pedagógico - PK (Média (M) = 3,88, DP = 0,06 e coeficiente de variação do DP = 4,8 %), enquanto a menor média de pontuação de subescala está no conhecimento tecnológico de conteúdo - TCK (M = 2,67, DP = 0,81 e coeficiente de variação do DP = 30,5 %), conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1. Resultados do TPACK, Escola de Educação Básica Maria Garcia Pessi

Pesquisa	Subescala	Média	Desvio Padrão	Percepção				
				Baixa		Alta		
				1	2	3	4	5
TPACK	Escala Inteira	3,02	0,11					
	TK	2,78	0,44					
	CK	3,84	0,06					
	PK	3,88	0,19					
	PCK	3,26	0,88					
	TCK	2,67	0,81					
	TPK	2,98	0,21					

Verifica-se a maior média (3,88) para o Conhecimento Pedagógico (PK), seguido por 3,84 para o Conhecimento de Conteúdo (CK) e 3,26 para o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK), demonstrando uma tendência positiva ao serem avaliados os conhecimentos específicos de conteúdos (CK) e pedagógicos (PK) de forma isolada, mas uma nítida neutralidade quando se associam esses dois conhecimentos (PCK), que consistem na forma de como ensinar melhor um tema ou uma área de aprendizagem. O Conhecimento Pedagógico Tecnológico (TPK) teve escore de 2,98, dado que também mostra indefinição sobre o conhecimento das tecnologias e das suas potencialidades no ensino e na aprendizagem.

Outro aspecto relevante que apresenta negativa aos aspectos tecnológicos é observado pelo valor de 2,78 para o Conhecimento de Tecnologia (TK) e de 2,67 no Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK). O

TCK se refere ao conhecimento sobre tecnologia, e o conteúdo disciplinar e a influência mútua que se limitam ou potencializam um ao outro. O uso do modelo TPACK, além de favorecer a percepção dos docentes quanto aos diferentes conhecimentos, direciona estratégias efetivas no planejamento educacional, com base na interação dos conhecimentos tecnológicos pedagógicos e conhecimentos pedagógicos de conteúdo.

A partir desses resultados, que demonstram neutralidade no conhecimento TPACK e TPK e indicam negatividade da união dos conhecimentos TK e TCK, percebeu-se certa deficiência na utilização, de forma pedagógica, das tecnologias na sala de aula. Com isso, foram elaboradas oficinas, minicurso e palestras a fim de capacitar e, principalmente, motivar os docentes para o uso e a integração das TICs na educação. Duas palestras foram desenvolvidas durante o período de capacitação: uma denominada «Ações Tecnoeducativas Promotoras do Empoderamento Docente», a fim de demonstrar as diversas possibilidades da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação na educação, e a segunda palestra foi denominada «Utilização de Laboratórios Virtuais e Remotos no Contexto Educacional», com foco na utilização de Experimentação Remota na educação básica.

Figura 7. Palestras aos docentes das escolas básicas parceiras



A partir dos questionários aplicados aos docentes, muitos professores demonstraram estar desmotivados quanto à integração das TICs na escola, muitas vezes devido à situação referente à infraestrutura física dos laboratórios de informática, e diante disso foi desenvolvida uma oficina com foco no uso da *Mobile Learning*, encorajando-os a utilizar os equipamentos que estão nas próprias mãos dos estudantes, como

os *smartphones* e *tablets*, trazendo o conceito da BYOD (*Bring Your Own Device* - Traga Seu Próprio Dispositivo) para a educação.

Por estar trabalhando com o AVA Moodle, o curso apresentado para os professores abordou a utilização da plataforma Moodle. O curso foi elaborado na modalidade semipresencial, contemplando 120 horas totais, alternando aulas tradicionais e com apoio tecnológico, numa metodologia *blended learning* que associa a autonomia do aluno com o acompanhamento por professores e tutores. O *NMC Horizon Report*: Edição K12 define essa atividade como inovação sustentável que proporciona o melhor da aprendizagem *online* às instruções obtidas na sala de aula (Johnson, Adams Becker, Estrada & Freeman, 2014).

O curso teve como apoio a própria plataforma Moodle para a disponibilização dos conteúdos. Ele foi adaptado às necessidades do curso e está disponível no REXLab da UFSC, para registro de atividades e informações da rotina dos participantes, com assistência dos tutores presenciais e à distância, contendo questionários, chats, fórum e atividades colaborativas. Cada professor tinha ainda à sua disposição um curso em branco, estando cadastrado como administrador do curso, para realizar suas atividades práticas. E, mesmo ao finalizar o curso, o projeto continua com atendimento personalizado aos professores, oferecendo suporte à elaboração dos planos de ensino para o uso de ferramentas e métodos, além do acompanhamento da equipe do laboratório nas aplicações em sala de aula.

Integração das TICs nas aulas de Física

A partir deste ponto, relatam-se as atividades desenvolvidas nas disciplinas de Física junto às turmas de 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, que contam respectivamente com 170, 196 e 30 alunos matriculados, distribuídos em 14 turmas, com aulas ministradas pela mesma docente. Os alunos tiveram à sua disposição o material didático usado nas aulas em formato digital, realizaram atividades no ambiente virtual de aprendizagem (Moodle) e também realizaram experiências práticas remotamente através de computadores, *smartphones* ou *tablets*.

No Moodle disponibilizaram-se questionários, fóruns e lições que relacionam a observação dos experimentos com os conteúdos estudados em suas disciplinas. Esses recursos foram elaborados pela docente

em conjunto com a equipe de desenvolvimento do projeto: recursos do AVA (Moodle), vídeos *online*, simuladores e experimentação remota. Quanto ao uso dos dispositivos móveis, 80 % dos alunos que participaram do projeto usaram seus próprios dispositivos (*smartphones*, *tablets*, computadores) e 21 *tablets* foram fornecidos pelo RExLab para os alunos que não usufruíam de dispositivos móveis.

Para as turmas do 2º ano do Ensino Médio, a professora trabalhou com materiais didáticos digitais relacionados à propagação de calor, trocas de calor e óptica. Para as atividades práticas sobre a «propagação de calor», utilizaram-se dois experimentos remotos disponibilizados no RExLab. O acesso ocorreu, via *smartphone*, a dois experimentos remotos, «Propagação de Calor» e «Conversão de Energia Luminosa em Elétrica» (figura 8).

Figura 8. Experimento Propagação de Calor e Conversão de Energia Luminosa em Elétrica



Ainda em relação aos conteúdos sobre óptica, a professora desenvolveu com os alunos vídeos tutoriais para a construção de um Disco de Newton e da Câmara Escura de Orifício. Os vídeos foram filmados e editados pelos próprios alunos e disponibilizados no Moodle pelo YouTube, sob a supervisão do professor.

O trabalho nas escolas ocorre de maneira contínua, de forma a instituir uma agenda, de acordo com a disponibilidade dos docentes, com encontros semanais entre os professores das áreas STEM, onde a equipe de execução do projeto trabalha no incremento dos conteúdos e recursos a serem usados nas disciplinas. Alguns estudantes relataram estar surpresos ao constatarem que, pelo celular, realmente controlavam os experimentos e descreveram a experiência como «incrível». Outro ponto ressaltado pelos estudantes é a interatividade dos dispositivos móveis. Eles destacam a importância do *feedback* imediato que recebem com as atividades realizadas no ambiente virtual. Desse modo, permite-se que os alunos localizem rapidamente problemas de compreensão e revisem explicações de conceitos importantes (Unesco, 2014).

Por ser um projeto em andamento, não foi possível mensurar em detalhes seu impacto nos resultados escolares referentes ao aprendizado dos alunos. Entretanto, em relação à percepção docente, em entrevista para a equipe do projeto, a professora envolvida relatou que a integração das TICs nas aulas de Física obteve um ótimo resultado. Ela descreveu a experiência como motivadora, tanto para ela quanto para os alunos. Afirma que os trabalhos em Física no Ensino Médio são considerados, por docentes e discentes, assuntos complexos e desmotivadores, principalmente pela falta de laboratórios de Física nas escolas públicas, o que incapacita a realização de práticas nas salas de aulas. Portanto, como observado pela professora, o bom desempenho que os alunos apresentaram nas aulas, durante e depois do uso dos experimentos remotos, foi extremamente satisfatório, e eles obtiveram um maior rendimento nesses conteúdos em comparação às turmas do ano anterior.

CONCLUSÕES

Após o estudo aqui descrito, evidencia-se que o Ensino Básico Público Brasileiro precisa de maior atenção. Percebeu-se com essa aplicação que cerca de 80 % dos estudantes pesquisados possuíam *smartphones*. Esse dado colaborou para que todos os alunos pudessem acessar os recursos oferecidos pelo projeto, seja por computadores, *smartphones* ou pelos *tablets* disponibilizados pelo RExLab. Portanto, apesar da carência tecnológica no âmbito escolar, ainda é possível usufruir dos equipamentos que estão em posse dos alunos para que o acesso aos recursos como conteúdos didáticos digitais e experimentos remotos possam enriquecer os conceitos recebidos em suas aulas tradicionais.

A resistência ao uso de recursos tecnológicos no ambiente escolar, por parte dos professores, resulta principalmente, dentre outros fatores, da precária infraestrutura tecnológica disponibilizada nas escolas básicas da rede pública brasileira e, conforme verificado no diagnóstico efetuado com base no modelo ТРАСК, da falta de domínio da tecnologia relacionada às possíveis aplicações educacionais. A combinação dos conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo poderá incrementar significativamente a qualidade da educação mediada pela tecnologia, em especial o uso do *Mobile Learning*, justificado pelo crescente uso de dispositivos móveis nos ambientes escolares.

Nesse contexto, a *Mobile Remote Experimentation* (MRE) permite o acesso a experimentos, que podem ser realizados a qualquer distância e tempo para potencializar o processo de ensino e aprendizagem numa realidade ainda carente de soluções modernas na educação. Um número considerável de professores ainda acredita que a inserção das tecnologias em sua prática docente requer um planejamento tecnocêntrico, sem compreender com exatidão como elaborar suas aulas usando ferramentas computacionais que sejam auxiliares do seu ato de lecionar.

Diante de tal realidade, e por compreender que o professor é peça fundamental na busca por tornar a educação mais atual e próxima da realidade dos alunos, é que os projetos do RExLab vislumbram a constante capacitação docente, além de fornecer assessoria por intermédio de seus bolsistas e pesquisadores, seja com o uso de ferramentas, dispositivos ou elaboração de planos de ensino, para o alcance efetivo da integração tecnológica na educação básica brasileira.

REFERÊNCIAS

- AL-ZOUBI, A.; TAHAT, A. & HASAN, O. (2005): *Mobile Virtual Experimentation Utilizing sms*. Paper Presented At The Proceedings Of The 4th Iasted International Conference On Communications, Internet And Information Technology.
- CASSINI, M., & PRATTICHIZO, D. (2003): *E-Learning By Remote Laboratories: A New Tool For Controle Education*. Paper Presented At The 6th IFAC Conference On Advances In Control Education, Finland.
- CETIC.BR (2013): Portal De Dados CETIC.BR. <<http://Data.Cetic.Br/Cetic/Explore>>.
- COSTA, R. (2005): «Tele-Experimentação Móvel (Mobile Remote Experimentation) -Considerações Sobre Uma Área Emergente No Ensino À Distância». *Journal Of Scientific Activity At ISEP*, 15.
- GARCIA-ZUBIA, J.; LOPEZ-DE-IPINA, D. & ORDUNA, P. (2008, 1-5 July 2008): *Mobile Devices And Remote Labs In Engineering Education*. Paper Presented At The Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT '08. Eighth IEEE International Conference Technology for Education.
- HOFMANN, J. (2006): *Why Blended Learning Hasn't (Yet) Fulfilled Its Promises*.
- INEP/MEC (2013a): Censo Da Educação Superior No Brasil 2013.
- (2013b): Censo Escolar Brasileiro 2013. <<http://Portal.Inep.Gov.Br/Basica-Censo>>.
- JOHNSON, L.; ADAMS BECKER, S.; ESTRADA, V. & FREEMAN, A. (2014): NMC Horizon Report: Edição K12 (K-12/2014 Ed.). Austin, Texas, Estados Unidos.
- JOHNSON, L.; BECKER, S. A.; CUMMIS, M. & ESTRADA, V. (2014): 2014 NMC Technology Outlook For Brazilian Universities: A Horizon Project Regional Report. Austin, Texas, Estados Unidos.
- KABAKCI YURDAKUL, I. & COKLAR, A. (2014): Modeling Preservice Teachers' TPACK Competencies Based On ICT Usage. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 30(4), 363-376.

KOH, J. H. L.; CHAI, C. S. & TAY, L. Y. (2014): TPACK-In-Action: Unpacking The Contextual Influences Of Teachers' Construction Of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 78, 20-29.

MA, J. & NICKERSON, J. V. (2006): Hands-On, Simulated, And Remote Laboratories: A Comparative Literature Review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 38(3), 7.

MISHRA, P. & KOEHLER, M. (2006): Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework For Teacher Knowledge. *The Teachers College Record*, 108, 1054.

MOODLE (2015): Moodle. <<https://Moodle.com/>>.

NEDIC, Z.; MACHOTKA, J. & NAFALSKI, A. (2003): *Remote Laboratories Versus Virtual And Real Laboratories*. Paper Presented At The Frontiers In Education, 2003. FIE 2003 33rd Annual.

PALADINI, S.; SILVA, J. B. D.; ALVES, G. R.; FISCHER, B. R. & ALVES, J. B. D. M. (2008): *Using Remote Lab Networks To Provide Support To Public Secondary School Education Level*. Paper Presented At The Computational Science And Engineering Workshops, 2008. CSEWORKSHOPS'08. 11th IEEE International Conference On Technology for Education.

SCHMIDT, D. A.; BARAN, E.; THOMPSON, A. D.; MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. & SHIN, T. S. (2009): Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), The Development And Validation Of An Assessment Instrument For Preservice Teachers. *Journal Of Research On Technology In Education*, 42(2), 123-149.

SHULMAN, L. S. (1986): Those Who Understand: Knowledge Growth In Teaching. *Educational Researcher*, 4-14.

SILVA, J. & SALINAS, J. (2014): *Innovando Con TIC En La Formación Inicial Docente: Aspectos Teóricos Y Casos Concretos*. Santiago.

SILVA, J. B. (2013): Aplicação De Dispositivos Móveis E Experimentação Remota Para O Ensino De Física Na Educação Básica. In R. FAMELLI & A. P. P. NOGUEIRA (Eds.), *Educação No Século XXI - Mobilidade* (Vol. 5). São Paulo: Fundação Telefônica.

SILVA, J. B.; ROCHADEL, W. & MARCELINO, R. (2012): Utilização De NTIC's Aplicadas A Dispositivos Móveis. *IEEE-RITA*, 7(3), 149-154.

SILVA, M. S. (2012): Jquery Mobile–Desenvolva Aplicações Web Para Dispositivos Móveis Com HTML 5, CSS#, AJAX, Jquery E Jquery UI. São Paulo: Novatec.

TELECO (2014): Estatísticas De Celulares No Brasil. <<http://www.teleco.com.br/ncel.asp>>.

UNESCO (2014): *Diretrizes De Políticas Para A Aprendizagem Móvel*. Brasil.

— (2015): A Educação É Imperativa Para Os Direitos Humanos, É Imperativa Para O Desenvolvimento, É Imperativa Para A Segurança. Abertura Da Semana De Aprendizagem Móvel 2015 Na Sede Da UNESCO. <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/single-view/news/mobile_power_for_girl_power/#.v0gcmxzf_ow>.

ZUBÍA, J. G. & ALVES, G. R. (2011): *Using Remote Labs In Education: Two Little Ducks In Remote Experimentation* (Vol. 8). Bilbao: Universidad De Deusto.

Priscila Cadorin Nicolete: Brasil. Mestre em Tecnologias da Informação e Comunicação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2016). Professora substituta da Universidade Federal de Santa Catarina. Atua como pesquisadora no Laboratório de Experimentação Remota (RExLab).

Marta Adriana da Silva Cristiano: Brasil. Doutoranda em Engenharia e Gestão do Conhecimento, UFSC/EGC (2013). Mestre em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2003) e Pós-Graduada (Especialização) em Educação Inclusiva pela UCB- RJ (2006). Professora substituta da Universidade Federal de Santa Catarina. Pesquisadora do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) e do Grupo de Pesquisa PSIC, Pesquisa, Subjetividade, Inovação e Conhecimento, UFSC.

Juarez Bento da Silva: Brasil. Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (2007). Professor adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina. Está vinculado aos grupos de pesquisas: Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) e Grupo de Pesquisa Tecnologia, Gestão e Inovação.

Simone Meister Sommer Biléssimo: Brasil. Doutora (2007) em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professora com dedicação exclusiva da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá. Participa dos seguintes Grupos de Pesquisa: (i) RExLab-Laboratório de Experimentação Remota e (ii) Tecnologia, Gestão e Inovação.

José Pedro Schardosim Simão: Brasil. Graduado em Tecnologias da Informação e Comunicação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2015), com período sanduíche na University of Windsor através do programa Ciência sem Fronteiras, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Atualmente é bolsista de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Carine Heck: Brasil. Possui graduação em Física licenciatura pela Universidade Federal de Santa Catarina (2011). Mestranda em Tecnologia da Informação e Comunicação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2015, em andamento). Atualmente é bolsista da Universidade Federal de Santa Catarina. Está vinculada ao grupo de pesquisa: Laboratório de Experimentação Remota (RExLab).

Silvio Serafim da Luz Filho: Brasil. Doutor em Educação pela USP. Mestre em Administração pela UFG/RS. Graduado em Psicologia pela PUC/Paraná, com especialização em Orientação Educacional pela UDESC/SC e, em Psicologia Escolar pela PUC/RS. Professor da Universidade Federal de Santa Catarina. Coordenador do Grupo de Pesquisa PSIC, do Núcleo de Pesquisa em Psicologia do Trânsito e do Transporte, e do Núcleo de Pesquisa Vocação, Ocupação e Trabalho.