

Herculano Henriques Chingui Chitungo

**O USO DE LABORATÓRIOS REMOTOS NO ENSINO DE
FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: ESTUDO DE CASO EM
ESCOLA DA REDE PÚBLICA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, da Universidade Federal de Santa Catarina, para a obtenção do Grau de Mestre em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Orientador: Prof. Dr. Juarez Bento da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Simone Meister Sommer Bilessimo

Araranguá
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Chitungo, Herculano Henriques Chingui

O Uso de Laboratórios Remotos no Ensino de Física na Educação Básica: Estudo de Caso em Escola da Rede Pública / Herculano Henriques Chingui Chitungo ; orientador, Juarez Bento da Silva, coorientador, Simone Meister Sommer Bilessimo, 2018.

112 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Araranguá, 2018.

Inclui referências.

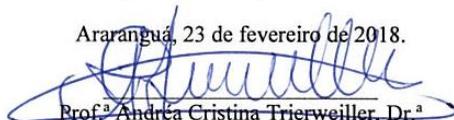
1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2. Laboratório Remoto. 3. Experimentação Remota Móvel. 4. Ensino de Física. I. Silva, Juarez Bento da. II. Bilessimo, Simone Meister Sommer. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação. IV. Título.

Herculano Henriques Chingui Chitungo

**O USO DE LABORATÓRIOS REMOTOS NO ENSINO DE
FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: ESTUDO DE CASO EM
ESCOLA DA REDE PÚBLICA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Araranguá, 23 de fevereiro de 2018.



Prof.ª Andréa Cristina Trierweiler, Dr.ª
Coordenadora do Curso

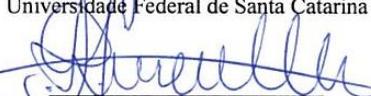
Banca Examinadora:



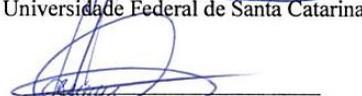
Prof. Juares Bento da Silva, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.ª Andréa Cristina Trierweiler, Dr.ª
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Helder Lucas Chipindo, Dr.
Universidade José Eduardo dos Santos

Dedico este trabalho em memória ao meu irmão Alfredo Pereira Chitungo, “Fedy”, falecido em 28/05/2016. A eterna saudade reina em minha família. Amamos o Fedy!

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela vida, saúde, por tudo que tem feito e que continua fazendo por minha vida.

Aos meus pais amados, sociólogo Henriques Chitungo e Guilhermina Carlota Estevão Chingui Chitungo, que me educaram com muito amor, que fizeram de mim a pessoa que hoje sou, e eu tenho muito orgulho de ser filho deles. Eu sou e serei eternamente grato por tudo que eles dedicaram a mim. Obrigado por tudo. Amo-os tanto!

Aos meus tios queridos, Alberto Baptista e enfermeira Graciana Baptista, pessoas que eu considero como meus pais secundários, e eu só tenho que agradecer a Deus por colocá-los em minha vida. Amo-os!

À minha tia amada, professora Osvaldina Estrela Muquinda, pela força e confiança, pelo amor e pelos valiosos conselhos. Amo-a!

À advogada Josifani Coelho, a quem tenho enorme carinho. Sou eternamente grato por me suportar, por estar comigo tanto nos bons como nos maus momentos deste Mestrado e por fazer parte desta etapa da minha vida.

Ao meu orientador, professor Dr. Juarez Bento da Silva, meu mestre, que me motiva, me aconselha, me comunica, me ensina e me enriquece com grande conhecimento e abertura de novos horizontes. Grato por tudo, professor Juarez! Espero que possamos manter a confiança e a amizade, pois eu sempre serei um discípulo na escola da vida.

À professora Dr.^a Simone Meister Sommer Bilessimo, minha eterna gratidão pelo apoio inexplicável, pela preocupação e ajuda na fase mais difícil que encontrei durante este Mestrado. Que Deus a abençoe!

Ao professor Dr. Helder Lucas Chipindo, pelo apoio, pela ajuda que me concedeu neste Mestrado e por fazer parte da minha banca de defesa.

A PROPG, pela oportunidade, apoio e ajuda neste Mestrado.

À coordenação do PPGTIC, pela ajuda em tudo que solicitei.

À CAPES, que apoiou e financiou esta pesquisa.

Aos meus colegas do REXLab, especialmente o Lucas Mellos, pelo auxílio prestado, e a todos, pelos momentos vivenciados, e por me concederem a primeira e melhor surpresa de aniversário. Obrigado!

Aos professores envolvidos neste trabalho (Eduardo Takahashi, Daiana Ramos e Antônio Neto, de Uberlândia-MG), pelo suporte em todas as informações solicitadas. Muito obrigado!

A todos os amigos que, de forma direta ou indiretamente, estiveram presentes neste momento importante da minha vida.

“A inovação nas escolas provocou uma tendência para os paradigmas centrados no aluno, nos quais os estudantes criam habilidades de pensamento crítico em ambientes que imitam o mundo real”.

(Freeman et al., 2017)

RESUMO

Quando se fala de deficiências formativas na educação científica¹, em geral, o assunto remete à ausência de aulas experimentais na Educação Básica. O argumento é que as atividades práticas, principalmente nas disciplinas de ciências (Física, Química e Biologia, no Ensino Médio) pode se constituir em uma potente estratégia didática para a construção de competências procedimentais (aprender a fazer). Neste sentido, o trabalho experimental não só possibilita a comprovação de leis e teorias, como também possibilita que o estudante seja protagonista em seu processo de aprendizagem. O objetivo deste estudo é aplicar estratégia de utilização de Laboratórios Remotos (LR), em disciplinas de Física na Educação Básica. A motivação para utilização de LR está associada ao fato de que apenas 9%² das escolas públicas no Brasil dispõe de Laboratório de Ciências. Neste sentido, os LR se apresentam como uma inovação promissora para melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem, de ciências, em todos os níveis educacionais. A utilização dos recursos proporcionados possibilita atividades práticas em contextos reais e minimiza as barreiras espaço-temporais. A pesquisa apresentada foi realizada junto a alunos e professores de escola pública em Minas Gerais. Os dados apresentados foram coletados junto a alunos que cursaram a disciplina de Física, em turmas de 1º e 2º anos do Ensino Médio. Em relação à metodologia foi efetuada uma abordagem qualitativa e quanto aos procedimentos optou-se por um estudo de caso. Foram utilizados dois instrumentos, a fim de relatar as percepções dos alunos e professores sobre o uso dos LR. Responderam os questionários aplicados 260 alunos e os dois professores envolvidos nas disciplinas. Os alunos e professores apontaram que os LR podem contribuir e gerar benefícios ao estudo de Física. Também apontaram a autonomia do aluno, motivando-os para o estudo de Física, bem como a possibilidade de estudar em qualquer lugar e horário. Como produto final espera-se disseminar e compartilhar esta experiência.

Palavras-chave: Laboratório Remoto. Experimentação Remota Móvel. Ensino de Física.

¹ Educação científica é uma área de pesquisa que se dedica ao compartilhamento de informação relacionada à Ciência com indivíduos que não são tradicionalmente considerados como parte da comunidade científica. Segundo Paulo Freire, na educação científica tem-se a possibilidade de participar na tomada de decisões de forma crítica, tendo compreensão dos processos da ciência e tecnologia no mundo em que vivemos. Desta forma a escola tem um novo papel nesse cenário, a de proporcionar uma Educação Científica efetiva.

² Fonte: Censo Escolar/INEP 2016.

ABSTRACT

When speaking about formative deficiencies in scientific education³, in general, the subject refers to the absence of experimental classes in Basic Education. The argument is that practical activities, mainly in sciences disciplines (Physics, Chemistry and Biology in High School) can constitute a potent didactic strategy for the construction of procedural competences (learning how to do). In this sense, the experimental work not only allows the proof of laws and theories, but also allows the student to be protagonist in his learning process. The objective of this study is to apply a strategy of use of Remote Laboratories (RL) in Physics in Basic Education. The motivation for using RL is associated to the fact that only 9%⁴ of public schools in Brazil have a Science Laboratory. In this sense, the RL presents itself as a promising innovation for improving the processes of teaching and learning, of science, at all educational levels. The use of the resources provided enables practical activities in real contexts and minimizes space-time barriers. The research presented was carried out with students and public-school teachers in Minas Gerais. The data presented were collected from students who attended the Physics course, in classes of 1 and 2 years of high school. Regarding the methodology, a qualitative approach was applied and a case study was chosen. Two instruments were used in order to report students 'and teachers' perceptions about the use of RL. The 260 questionnaires were answered by the students and the two teachers involved in the subjects. The students and professors pointed out that the RL can contribute and generate benefits to the study of Physics. They also pointed out the autonomy of the student, motivating them to study physics, as well as the possibility of studying anywhere and time. As an end product it is expected to disseminate and share this experience.

Keywords: Remote Laboratory. Remote Mobile Experimentation. Teaching Physics.

³ Scientific education is a field of research that is dedicated to the sharing of information related to science with individuals who are not traditionally considered as part of the scientific community. According to Paulo Freire, in scientific education one has the possibility of participating in decision making in a critical way, having an understanding of the processes of science and technology in the world in which we live. In this way the school has a new role in this scenario, to provide an effective Scientific Education.

⁴ Source: School Census/INEP 2016.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Percentual sobre o total de usuários de Internet de 9 a 17 anos.....	3
Figura 2 - Classificação geral dos laboratórios.....	19
Figura 3 - Exemplos de Laboratórios Remotos.....	21
Figura 4 - Estrutura básica de um Laboratório Remoto.....	23
Figura 5 - Representação do conceito de MRE.....	25
Figura 6 - Experimento remoto “Indução eletromagnética” acessível em <i>tablet</i> e <i>smartphone</i>	25
Figura 7 - Fases da pesquisa.....	28
Figura 8 - Exemplo de laboratórios remotos construídos pelo GT-MRE.....	35
Figura 9 - LR Conversão de Energia Luminosa em Elétrica.....	37
Figura 10 - LR Condução de calor em barras metálicas.....	38
Figura 11 - Percentual para as subescalas do questionário (agrupamentos CP/CT e DP/ DT).....	42
Figura 12 - % para as subescalas do questionário.....	42
Figura 13 - Escores para as subescalas do questionário da Escola de Referência.....	43
Figura 14 - Valores para percepção de Usabilidade.....	44
Figura 15 - Escores para percepção de Usabilidade.....	45
Figura 16 - Percentuais para a subescala Usabilidade.....	45
Figura 17 - Percentuais para cada resposta dos sete itens da subescala Usabilidade.....	46
Figura 18 - Valores para Percepção de Aprendizagem.....	47
Figura 19 - Escores para Percepção de Aprendizagem.....	47
Figura 20 - Percentuais para a subescala Percepção de Aprendizagem.....	48
Figura 21 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala Percepção de Aprendizagem.....	48
Figura 22 - Valores para percepção de Satisfação.....	49
Figura 23 - Escores para percepção de Satisfação.....	50
Figura 24 - Percentuais para a subescala Satisfação.....	50
Figura 25 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala Satisfação.....	51
Figura 26 - Valores para percepção de Utilidade.....	52
Figura 27 - Escores para subescala Utilidade.....	52
Figura 28 - Percentuais para a subescala Utilidade.....	53
Figura 29 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala Utilidade.....	53
Figura 30 - Respostas docente dos vinte e cinco itens das subescalas do “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel”.....	56
Figura 31 - Escola de Referência versus Escolas 1, 2, 3.....	58
Figura 32 - Escores médios para as subescalas do questionário entre todas escolas.....	59
Figura 33 - Percentuais para subescalas do questionário entre todas escolas.....	59
Figura 34 - Percentuais para a subescala Usabilidade entre todas escolas.....	60

Figura 35 - % para a subescala Percepção de Aprendizagem entre todas escolas.	61
Figura 36 - Percentuais para a subescala Satisfação entre todas escolas.	61
Figura 37 - Percentuais para a subescala Utilidade entre todas escolas.	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores gerais do questionário no seu total (25 itens, 260 de amostra).	41
Quadro 2 - Valores obtidos para Usabilidade (7 itens, 260 de amostra).	44
Quadro 3 - Valores obtidos para Percepção de Aprendizagem (6 itens, 260 de amostra).	46
Quadro 4 - Valores obtidos para percepção de Satisfação (6 itens, 260 de amostra).	49
Quadro 5 - Valores obtidos para percepção de Utilidade (6 itens, 260 de amostra).	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de matrículas, ingressos e concluintes em cursos de graduação para cada 10.000 habitantes, segundo a área geral do curso – OCDE 2014.	8
Tabela 2 - Exemplo de escala de Likert.	30
Tabela 3 - Infraestrutura/ Escola Estadual Professor José Ignácio de Sousa.	33
Tabela 4 - Lista de quantidade e componentes utilizados no LR Conversão de Energia Luminosa em Elétrica.	36
Tabela 5 - Escala de valores numéricos com pontuações.	39
Tabela 6 - Critérios de recomendação de Fiabilidade estimada pelo α de Cronbach (adaptado de Peterson, 1994).	41
Tabela 7 - Resumo de valores gerais do questionário no seu total (25 itens).	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVEA – Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem
BYOD – Bring Your Own Device - traz teu próprio dispositivo ou BYOT, com a T de tecnologia.
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CD – Compact Disc (Disco Compacto)
CP – Concordar Parcialmente
CT – Concorda Totalmente
DEED – Diretoria de Estatísticas Educacionais
DP – Discorda Parcialmente
DT – Discorda Totalmente
EaD – Educação a Distância
EB – Educação Básica
EF – Ensino Fundamental
EMd – Escore Médio
HTML – HyperText Markup Language (Linguagem de Marcação de Hipertexto)
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LAN – Local Area Network (Rede de Área Local)
LEDs – Light Emitting Diode
LR – Laboratório Remoto
MEC – Ministério da Educação
MG – Minas Gerais
MOOCs – Massive Open Online Courses (Cursos Online Aberto e Massivo)
MRE – Mobile Remote Experimentation (Experimentação Remota Móvel)
OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PPGTIC – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias de Informação e Comunicação
PROPG - Pró-Reitoria de Pós-Graduação
P1 – Professor 1
P2 – Professor 2
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
RE – Remote Experimentation (Experimentação Remota)
RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
RExLab – Laboratório de Experimentação Remota
SC – Santa Catarina
SO – Sem Opinião
STEM – Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática
TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação
TRI – Teoria da Resposta ao Item
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância

LISTA DE SÍMBOLOS

α – Coeficiente de Alfa de Cronbach

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	6
1.1.1 Problema de Pesquisa	8
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo Geral.....	9
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
1.4 ADERÊNCIA AO PPGTIC	11
1.5 ESTRUTURA DO TEXTO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 INTEGRAÇÃO DE TIC NA EDUCAÇÃO	13
2.2 MOBILE LEARNING.....	16
2.3 LABORATÓRIOS VIRTUAIS E REMOTOS.....	18
3 METODOLOGIA	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	26
3.2 FASES DA PESQUISA.....	27
3.2.1 “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel”	29
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	33
4.1 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA	33
4.2 LABORATÓRIOS REMOTOS USADOS NA PESQUISA	36
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS QUESTIONÁRIOS.....	39
5.1 INTERPRETAÇÃO DISCENTE QUANTO AOS DADOS DO QUESTIONÁRIO “AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL”	39
5.1.1 Usabilidade	43
5.1.2 Percepção de Aprendizagem.....	46
5.1.3 Satisfação	49
5.1.4 Utilidade	51

5.2 INTERPRETAÇÃO DO QUESTIONÁRIO “RELATO DOCENTE QUANTO AO USO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL”	54
6 CORRELAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM OS DE OUTRAS ESCOLAS PARTICIPANTES DO PROGRAMA INTECEDU.....	57
6.1 INTERPRETAÇÃO DISCENTE QUANTO AOS DADOS DO QUESTIONÁRIO “AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA” ENTRE ESCOLAS 1, 2 e 3	57
6.1.1 Usabilidade – Todas Escolas	60
6.1.2 Percepção de Aprendizagem – Todas Escolas	60
6.1.3 Satisfação – Todas Escolas	61
6.1.4 Utilidade – Todas Escolas	62
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE “AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL” ..	79
APÊNDICE B – RESPOSTAS DOCENTE DO QUESTIONÁRIO DE “AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL”	82
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE “RELATO DOCENTE QUANTO AO USO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL”	84
ANEXO A – ESTATÍSTICA DE ALUNOS MATRICULADOS	85
ANEXO B – FOTOS DA APLICAÇÃO DO PROJETO	86

1 INTRODUÇÃO

Vivemos na Sociedade da Informação, porém, esta é tão dinâmica e ampla como as diversas formas utilizadas para tentar denominá-la. Todavia, é consenso que é pautada por uma cultura digital que faz parte do cotidiano das pessoas. Estas novas tecnologias da informação e comunicação (TIC), proporcionam a oferta de um grande número de ferramentas que permitem o desenvolvimento de processos, ou seja, os usuários e os criadores podem ser as mesmas pessoas.

São tempos muito interessantes em que a aprendizagem e a construção de conhecimento, ingredientes muito valiosos para o crescimento da sociedade. Uma sociedade onde a educação é vista como sinal de crescimento, desenvolvimento e produtividade. Uma sociedade em que o mais importante são as pessoas, seu saber o que e como fazer. Contexto este em que a tecnologia desempenha um papel fundamental, porém, periférico, pois, deve ficar invisível a tudo isso, ser um facilitador de uma tarefa maior, o aprender e o conhecer.

Segundo Manuel Castells, (1999) no livro, *A Sociedade em Rede*, “*pela primeira vez na história a mente humana é uma força produtiva direta, e não somente um elemento decisivo do sistema de produção. Assim, os computadores, os sistemas de comunicação são todos amplificadores e extensões da mente humana, o que pensamos e como pensamos fica expresso em bens e serviços, produção de material intelectual, quer seja alimento, saúde, transporte e comunicação, computadores, mísseis e educação*” (CASTELLS, 1999, p. 56-58).

Na educação, foco desta pesquisa, o papel das TIC tem sido objeto de amplos debates durante as últimas décadas: docentes e pesquisadores se questionam em que medida a integração das TIC nas práticas educacionais realmente favorece a aprendizagem (HICKS, 2011; KINCHIN, 2012; TOMPSETT, 2013).

Para muitos autores o uso das TIC na educação pode favorecer os processos de ensino e de aprendizagem. Coll (2004, 2008) cita as potencialidades dessas tecnologias e mencionam que estas permitem transcender barreiras espaço/tempo, de acesso a dados e informação, a formação e a educação. As potencialidades das TIC estão associadas às suas características que permitem o acesso a grandes quantidades de dados e informação, a sua natureza hipermídia e multimídia, que favorecem que a informação possa ser representada em diferentes formatos de maneira interativa. A conectividade inerente às TIC permite

o trabalho em rede e abre possibilidades reais para o trabalho colaborativo (COLL, 2004).

Porém, esta massiva e crescente presença da tecnologia em nossas vidas deveria também se refletir nas escolas e salas de aula. Segundo o Censo Escolar MEC/INEP 2016, em relação às escolas públicas: 43% (62.216 escolas) Laboratório de informática, porém, foram contabilizados 1.067.947 computadores uso dos alunos equipamentos, ou seja, média de 7,33 computadores por escola. Também segundo o censo apenas 9% (12.996 escolas) dispunham de Laboratórios de Ciências. As carências de infraestrutura nas escolas representam um fator que dificulta a integração de tecnologia na educação, porém, não é o único. Existem outros, tais como, a formação dos docentes para o uso pedagógico das TIC, entre outros. Neste documento estaremos mais focados nas carências de infraestrutura buscando relacioná-la com a estratégia proposta.

A contraposição ao número insuficiente de computadores, para uso dos alunos, nas escolas e as carências em termos laboratoriais, pode ocorrer através da aprendizagem móvel. Para a UNESCO (2014) as tecnologias móveis podem ampliar e enriquecer oportunidades educacionais para estudantes em diversos ambientes.

Segundo a UNESCO (2014):

A aprendizagem móvel envolve o uso de tecnologias móveis, isoladamente ou em combinação com outras TIC, de modo a permitir a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar. A aprendizagem pode ocorrer de várias formas: as pessoas podem usar aparelhos móveis para acessar recursos educacionais, conectar-se a outras pessoas ou criar conteúdo, dentro ou fora da sala de aula. A aprendizagem móvel também abrange esforços em apoio a metas educacionais amplas, como a administração eficaz de sistemas escolares e a melhor comunicação entre escolas e famílias.

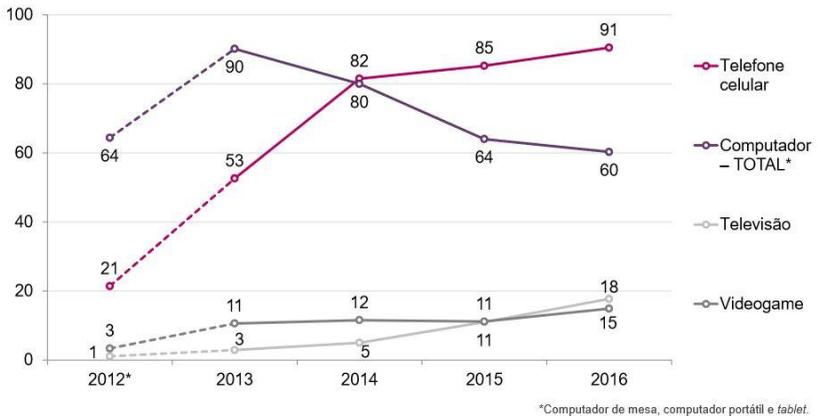
Segundo o portal TELECO⁵, foram vendidos em torno de 50 milhões de *smartphones* no Brasil em 2017. Dados da pesquisa TIC Domicílios – 2016 mostram que 93% dos usuários de internet, o fazem também através de dispositivos móveis. Da mesma pesquisa, em relação ao acesso à Internet por faixa etária, 90%, na faixa de 10 a 15 anos, e 96%

⁵ <http://www.teleco.com.br/smartphone.asp>

de 16 a 24 anos declaram o dispositivo móvel com meio preferencial. Então se considerarmos que se estes dispositivos se constituem em parte indiscutível do dia a dia, dos jovens e adolescentes, é razoável pensar em aproveitar-se das habilidades destes, a fim de, integrar estes dispositivos, que eles já estão familiarizados (*tablets, smartphones, computadores*), no ambiente de aprendizagem pode ser uma estratégia válida.

A pesquisa TIC Kids Online Brasil 2016 mostra que 82% das crianças e adolescentes de 9 a 17 anos são usuários de Internet. Contudo, “22 milhões de crianças e adolescentes acessam a Internet por meio do telefone celular”. A figura 1 mostra o “percentual de crianças e adolescentes, por equipamento utilizado para acessar a Internet” nos últimos anos.

Figura 1 - Percentual sobre o total de usuários de Internet de 9 a 17 anos.



Fonte: CETIC/TIC Kids Online Brasil (2016).

Porém, se de um lado, como foi mostrado em parágrafos anteriores, as instituições de ensino de Educação Básica não estão em condições de suprir as necessidades dos professores e alunos em termos de infraestrutura computacional. Do outro, ainda não é possível adotar estratégias com a BYOD (*bring your own device* — traz teu próprio dispositivo ou BYOT, com a T de tecnologia). Pois, considerando que a maioria dos jovens e adolescentes, já dispõe de dispositivos móveis (*smartphones*), ainda persiste o desafio de proporcionar acesso *wireless* confiável a Internet, nas escolas. Também deve ser levado em conta que é habitual que as escolas não permitem o uso de telefones móveis nas

salas de aula ou inclusive proibem seu uso nas demais instalações das escolas.

Frente ao exposto anteriormente percebeu-se oportunidade e motivação para realização desta pesquisa no Programa de Integração de Tecnologia na Educação (IntecEdu), do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O InTecEdu, segundo o Prof. Juarez Bento da Silva, coordenador do programa:

Representa uma iniciativa da linha de ação inclusão digital do RExLab, através de integração da tecnologia no contexto da Educação e desenvolve seus projetos e suas atividades na Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio), Ensino Técnico e Ensino Superior. Com uma estratégia própria e inovadora para consecução dos seus objetivos, tem suas ações estruturadas em dois eixos: um formativo que visa a capacitação dos docentes em relação às tecnologias e outro de integração das tecnologias digitais nas atividades didáticas. A capacitação dos docentes tem sua formalização através da realização de cursos (semipresenciais e MOOCs⁶), minicursos, oficinas e palestras que abordam temas e estudos de casos referente a integração da tecnologia na educação. Já a integração da tecnologia ocorre através da disponibilização de conteúdos didáticos abertos online, disponibilizados em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEA) customizado para o projeto, acessados por dispositivos convencionais ou móveis, que são complementados pela interação com laboratórios remotos. A arquitetura implementada privilegiando a Experimentação Remota Móvel (MRE), utiliza recursos *open source*, e experimentos remotos, de baixo custo, desenvolvidos no RExLab a partir de plataforma *open hardware* de construção própria e também do

⁶ MOOC é a sigla em inglês para *Massive Open Online Courses*, ou seja, Cursos Online Abertos e Massivos.

uso de plataformas computacionais, tais como *Raspberry Pi*⁷ e Arduino⁸ (SILVA, 2017)⁹.

É possível perceber nas palavras do coordenador do programa InTecEdu, a intenção do Programa, no sentido de contribuir com a aprendizagem móvel e a realização de atividades práticas, mediante o uso de laboratórios remotos no ensino de Física, que se constituem no interesse maior desta pesquisa.

A disponibilidade de dispositivos móveis, por parte dos estudantes, e o seu potencial uso no ensino e na aprendizagem já foram abordados em parágrafos anteriores. Já em relação à disponibilidade de infraestrutura para realização de atividades foi mencionado que apenas 9% das escolas no Brasil declaram ao censo dispor, de espaço físico para os mesmos.

Diversos autores sustentam que as atividades experimentais têm um papel fundamental e fomentam o trabalho ativo gerando as competências requeridas por disciplinas na área de ciências (Física, Química e Biologia, no Ensino Médio) (FREEMAN et al., 2014).

Neste sentido, o trabalho experimental não somente possibilita a comprovação de leis e teorias, porém, também permite que o estudante tenha um papel de protagonista em seu processo de aprendizagem junto ao docente e os recursos disponibilizados. Além disso, é possível argumentar que as atividades práticas, principalmente nas disciplinas de ciências, podem se constituir em uma potente estratégia didática para a construção de competências procedimentais (aprender a fazer).

Em relação aos laboratórios, tanto virtuais quanto remotos, estes são uma inovação promissora para melhorar o ensino e a aprendizagem das disciplinas de ciências em todos os níveis da Educação (KÄRKKÄINEN e VINCENT-LANCRIN, 2013). A utilização destes

⁷ O Raspberry Pi é um computador embarcado de baixo custo que conta com um processador ARM Cortex A8 com quatro núcleos rodando a 1,2 GHz. Dispõe de 1GB de RAM, de cartão SD para armazenamento de dados até 16GB e rodando sistema operacional Linux.

⁸ Arduino é uma plataforma de computador embarcado, cujo projeto foi iniciado na Itália, em 2005, com o objetivo de utilização na área educacional, constitui-se em uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única

⁹ INTECEDU – Programa de Integração de Tecnologia na Educação: Relatório Intermediário de acompanhamento de atividades. Edital PROEXT 2016 - Programa de Apoio à Extensão Universitária MEC/SESu. 2017.

recursos pode permitir a construção de conhecimentos em contextos reais de trabalho.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

O Ensino Médio ainda está muito longe da realidade da população brasileira, sobretudo, dos adolescentes. Esse nível de ensino em si já é um enorme desafio, pois se trata de uma fase, na vida dos alunos, de enormes transformações, definição do prosseguimento dos estudos, objetivando obter a qualificação para o novo mercado de trabalho ou a continuidade dos estudos no ensino profissional ou superior. Decisões estas que podem ser para a vida toda. “A escola precisa proporcionar meios para que o jovem seja protagonista na construção de seu futuro”.

Em 2014, o documento intitulado “10 desafios do Ensino Médio no Brasil: para garantir o direito de aprender de adolescentes de 15 a 17 anos”, divulgado pela UNICEF¹⁰, aponta que “um dos grandes desafios para o Brasil, no que diz respeito ao atual Ensino Médio, é a evasão escolar, os altos índices de reprovação e a distorção idade-série”. Ainda, segundo o estudo, esses fatores fazem com que os “adolescentes levem muito mais tempo para concluir o Ensino Fundamental (EF) e cheguem ao Ensino Médio com atraso e idade mais elevada”. Além disso, “os alunos abandonam a escola por vários motivos: necessidade de ter um emprego para complementar a renda familiar, reprovação, questões sociais, entre outros”.

De acordo com os dados preliminares do Censo Escolar da Educação Básica 2017¹¹, no período analisado o país apresentava 8,8 milhões de matrículas no Ensino Médio, em torno de 87% na rede pública e aproximadamente 13% na rede privada. Segundo Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 2000-2060¹², realizada pelo IBGE o país teria

¹⁰ UNICEF é o acrônimo em inglês para Fundos das Nações Unidas para a Infância.

¹¹ Publicado no Diário Oficial da União em 8 de setembro de 2017.
<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/09/2017&jornal=1&pagina=27&totalArquivos=752>

¹² IBGE, Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 2000-2060; atualizado em 31/10/2013.

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default_tab.shtm

em 2017 cerca de 10 milhões de jovens entre 15 e 17 anos¹³, que, segundo a Constituição Brasileira, deveriam obrigatoriamente estar frequentando a escola¹⁴. No entanto, 1,5 milhão destes não se efetuiu matrícula e outros 700.000 abandonam a escola antes do final do ano letivo¹⁵.

O efeito dessa elevada evasão e abandono é que apenas em torno de 6,1 milhões de jovens entre 15 e 17 anos (59% do total) concluem a educação média com no máximo um ano de atraso¹⁶. Se forem somadas a evasão as altas taxas de reprovação, e cruzarmos com o valor do investimento público por aluno (cerca de R\$ 6 mil/ano no Ensino Médio¹⁷), veremos que o custo dessa ineficiência será por volta de R\$ 8,8 bilhões por ano no Ensino Médio. Para toda a Educação Básica este valor alcança em torno de R\$ 25,6 bilhões, por ano. E isso sem falar no custo indireto, decorrente do atraso no ingresso desse aluno no mundo do trabalho e no Ensino Superior.

Entretanto, se existe este “gargalo para ingresso no Ensino Médio”, o quadro não se mostra animador para os egressos do Ensino Médio que buscam ingressar no Ensino Superior. Segundo Santos e Silva (2015, p. 7) as deficiências na formação dos alunos no Ensino Médio vêm apresentando repercussões negativas quando estes ingressam no Ensino Superior. Para os autores, “essas deficiências repercutem de forma negativa tanto na opção dos alunos pelos cursos de engenharia, como no nível de preparo de boa parte dos ingressantes nesses cursos”.

Ainda segundo Santos e Silva (2015), “parte deste problema está relacionado com a deficiência na formação destes alunos no Ensino Médio, em disciplinas como Física, Matemática, Química e Informática”. Embora não se possa creditar apenas à ausência de aulas experimentais na Educação Básica, o peso das deficiências no ensino e aprendizagem no Ensino Médio, certamente, a carência destas tem um peso significativo. Nesta mesma linha, Martins et al. (2014) afirmam que a evasão nos cursos de engenharia está associada a deficiência na formação básica, bem como

¹³ Ensino Médio: Divididos em 3 séries que vão dos 15 a 17 anos, cronologicamente um ano para cada período.

¹⁴http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%2012.796-2013?OpenDocument

¹⁵ Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – Trimestral (PNAD Contínua) de 2015.

¹⁶ Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2015.

¹⁷ Fonte: INEP/MEC, 2015.

o domínio da língua pátria e hábitos de estudo e pesquisa. Os autores ressaltam ainda que as dificuldades do núcleo básico dos cursos se devem a falta de conhecimento de Física e Matemática o que aumenta a evasão e a retenção em média de 50% para cursos de engenharia no Brasil. Para reforçar as afirmações destes autores, dados do Censo da Educação Superior 2016 mostram que os números da evasão no Ensino Superior chegam a mais de 900 mil alunos por ano. Ainda, segundo o Censo, “a cada 10.000,00 (dez mil) habitantes, apenas 8,8 ingressaram em cursos de graduação nas áreas de Ciências, Matemática e Computação e somente 3,0 conseguiram concluir os cursos”. Já em relação às áreas de Engenharia, Produção e Construção, ingressaram 18,4 alunos para 10.000,00 habitantes e destes, 6,1 concluíram a graduação (MEC/INEP/OCDE/IBGE/DEED, 2016).

A tabela 1 apresenta a relação de matrículas, ingressos e concluintes em cursos de graduação para cada 10.000 habitantes, segundo a área geral do curso – Brasil 2016 e países da OCDE 2014.

Tabela 1 - Número de matrículas, ingressos e concluintes em cursos de graduação para cada 10.000 habitantes, segundo a área geral do curso – OCDE 2014.

Área Geral do Curso	Matrículas para cada 10.000 habitantes		Ingressantes para cada 10.000 habitantes		Concluintes para cada 10.000 habitantes	
	Total OCDE 2014	Brasil 2016	Total OCDE 2014	Brasil 2016	Total OCDE 2014	Brasil 2016
Ciências sociais, negócios e direito	91,2	145,5	21,7	56,0	23,2	23,7
Educação	21,5	74,0	5,1	29,0	5,4	11,6
Saúde e bem-estar social	45,1	59,4	9,8	21,1	9,8	7,8
Engenharia, produção e construção	37,7	60,4	11,4	18,4	9,1	6,1
Ciências, Matemática e Computação	28,7	22,1	5,9	8,8	5,7	3,0
Agricultura e Veterinária	3,6	11,1	1,2	3,4	1,1	1,2
Humanidades e Artes	44,7	8,5	10,9	3,3	11,4	1,5
Serviços	19,9	8,1	4,8	3,9	4,8	1,9

Fonte: MEC/INEP/OCDE/IBGE/DEED (2016).

1.1.1 Problema de Pesquisa

Não é possível explicar as altas taxas de reprovação e a evasão no Ensino Médio condicionando-á a um olhar único, pois, é um tema complexo e com muitas nuances. Porém, ao implementar estratégias que possam promover a melhoria e atualização/modernização do ensino em

todos os níveis, se estará enfatizando ações e atividades que irão valorizar e estimular a criatividade. Neste sentido as atividades experimentais, nas aulas, podem favorecer a criatividade dos alunos. Ao proporcionar condições para que os alunos possam monitorar e controlar aparatos remotamente, no contexto de suas atividades de aulas, certamente se sentirão instigados a pensar antes de a execução de um experimento e sobre os possíveis resultados a serem obtidos. Portanto, quanto mais os alunos estiverem envolvidos com as possibilidades de atividade experimental, mais terão sua criatividade estimulada.

Neste sentido a presente pesquisa busca através da integração de tecnologia no ensino de Física, no Ensino Médio, a realização de atividades experimentais utilizando laboratórios remotos, preferencialmente por meio de dispositivos móveis, conetados à internet. É uma pesquisa que busca contribuir para disponibilização de ambientes mais atrativos para o ensino e a aprendizagem, a fim de, buscar motivar mais estudantes a ingressarem nas carreiras das áreas de STEM¹⁸. Também busca uma oportunidade ao explorar as carências percebidas, em termos de infraestrutura de TIC e Laboratórios de Ciências, nas escolas de Educação Básica da rede pública. Necessidade de capacitação dos docentes para as TIC.

Diante do contexto e do problema descrito, o presente trabalho propõe a utilização dos Laboratórios Remotos, em particular, no ensino de Física, no Ensino Médio. Neste sentido, o foco e a principal pergunta do trabalho realizado estão relacionados com a forma como os sujeitos desta pesquisa perceberam e descreveram a utilização dos LR nos processos de ensino e de aprendizagem de Física no Ensino Médio.

1.2 OBJETIVOS

Visando contribuir para a resolução do problema apresentado e para responder a principal indagação desta pesquisa foram formulados os objetivos descritos a seguir.

1.2.1 Objetivo Geral

Levando em consideração a problemática apresentada, esta pesquisa elegeu o objetivo geral da seguinte maneira:

¹⁸ STEM é o acrônimo em inglês para Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

- Aplicar estratégia de utilização de Laboratórios Remotos, em disciplinas de Física na Educação Básica.

1.2.2 Objetivos Específicos

Considerando o anteriormente apresentado e desenvolvendo um pouco mais o objetivo geral é possível enumerar os objetivos específicos que marcarão o desenvolvimento desta pesquisa:

1. Efetuar revisão bibliográfica dos laboratórios virtuais e laboratórios remotos;
2. Realizar inventário e avaliar os laboratórios remotos disponíveis no RExLab da UFSC com vistas a utilização nesta pesquisa;
3. Definir com os docentes da Instituição parceira quais laboratórios remotos serão utilizados para validação da pesquisa;
4. Elaborar instrumentos a serem utilizados junto participantes da pesquisa, a fim de, buscar perceber se os recursos disponibilizados e ações desenvolvidas contribuíram de forma positiva para o ensino e a aprendizagem;
5. Realizar a aplicação dos laboratórios remotos nas turmas de Ensino Médio definidas;
6. Aplicar, tabular e discutir os resultados obtidos nos instrumentos de coleta de dados aplicados.

1.3 JUSTIFICATIVA

Tendo em conta a carência de infraestruturas tecnológicas em escolas, os laboratórios remotos podem ser utilizados na Educação Básica como ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem em ciências, em particular, no ensino de Física, em atividades práticas ou experimentais em salas de aulas. Sendo assim, ela precisa ser conhecida pela comunidade acadêmica (professores e alunos) como novas possibilidades e oportunidades de ensinar e aprender, bem como o uso de AVEA.

É necessário inovar métodos pedagógicos tradicionais, por meio da integração das TIC como mediadora e facilitadora nos processos de ensino e de aprendizagem, adaptando à realidade dos alunos.

Entretanto, o uso adequado dos laboratórios remotos, no ensino de ciências, pode contribuir para diminuir as carências e problemas de

acessibilidade no uso de experimentos físicos, por falta de laboratórios físicos, nas escolas de Educação Básica na rede pública de ensino e, conseqüentemente, proporcionar melhorias nos processos de ensino e de aprendizagem em disciplinas como Física, Química e Biologia.

Nafalski, Machotka e Nedic (2011) afirmam que “a utilização de experimentos práticos nas aulas de áreas de STEM facilita as capacidades dos alunos de aplicar seus conhecimentos, trabalhar de forma colaborativa, controlar equipamento, analisar os dados de medição, compará-los com as previsões teóricas e escrever relatórios” (NAFALSKI; MACHOTKA; NEDIC, 2011). Desse modo, “a combinação entre um trabalho experimental e teórico em uma mesma proposta de aula pode ser uma estratégia a mais para motivar os alunos e despertá-los para a ciência ao revelar para eles como ela é trabalhada” (PLAUSKA, 2013, p. 2).

É imprescindível criar novas estratégias de ensino, voltadas ao mundo atual, para incentivar os alunos e despertá-los a ingressarem nas carreiras para as áreas de tecnologias e engenharias.

Devido à carência de laboratórios tradicionais nas escolas de Educação Básica da rede pública em Minas Gerais, situadas no município de Uberlândia, o uso de laboratórios remotos pode auxiliar em atividades práticas laboratoriais dos alunos, sobretudo no ensino e aprendizagem da disciplina de Física.

De acordo com Silva (2015) e Rochadel et al. (2012), a "Experimentação Remota (RE) vem apresentando grandes avanços no campo tecnológico, quando se trata de automação de experimentos de laboratórios didáticos", voltados "para a oportunidade de acessos remotos a estudantes de cursos que não oferecem laboratórios físicos nas instituições de ensino, seja por restrições de segurança, orçamento, tempo ou capacidade".

1.4 ADERÊNCIA AO PPGTIC

A Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC) é um programa interdisciplinar, estruturado na área de concentração "Tecnologia e Inovação", tendo três linhas de pesquisa: "Tecnologia, gestão e inovação", "Tecnologia educacional" e "Tecnologia computacional". Conforme a interdisciplinaridade do programa, a abordagem de qualquer uma destas linhas de pesquisas desempenha, com as demais, um papel “sistêmico e complementar”. O presente trabalho converge com a linha de pesquisa Tecnologia

Educacional, porém, entrepõe as demais áreas do programa, pelo fato de ser interdisciplinar. O uso de laboratórios remotos, objeto deste estudo, é um projeto de caráter inovador no setor educacional, que contempla o incremento de tecnologia computacional para dar apoio à educação e foca-se na integração de tecnologia na educação, ou seja, abrangem as três linhas de pesquisa do programa.

1.5 ESTRUTURA DO TEXTO

Este trabalho encontra-se organizado em seis capítulos: O primeiro capítulo apresenta a introdução, a contextualização e a problematização do tema, a motivação, os objetivos (geral e específicos), a justificativa e a aderência do tema ao PPGTIC.

Em seguida, o capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, na qual são tratados os principais aportes da pesquisa. São apresentados temas como: Integração de TIC na Educação, Mobile Learning, Laboratórios Virtuais e Remotos.

O capítulo 3 descreve os procedimentos metodológicos utilizados para a realização da pesquisa, as fases da pesquisa, bem como os instrumentos, procedimentos de coletas e análise dos dados.

O capítulo 4 aborda a apresentação dos resultados, o local e sujeitos da pesquisa, além dos laboratórios remotos utilizados na pesquisa.

O capítulo 5 trata da análise e discussão dos questionários: “Questionário de avaliação da utilização da Experimentação Remota Móvel” e “Questionário de relato docente quanto ao uso da Experimentação Remota Móvel”.

No capítulo 6 são apresentados e comparados os dados obtidos do “Questionário de avaliação da utilização da Experimentação Remota Móvel” com os de outras escolas participantes do programa InTecEdu.

O capítulo 7 apresenta as considerações finais e as recomendações para trabalhos futuros.

Finalmente, são apresentadas as referências utilizadas na pesquisa, os apêndices e anexos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a revisão de literatura em relação às temáticas Integração de TIC na Educação, Mobile Learning, Laboratórios Virtuais e Remotos.

2.1 INTEGRAÇÃO DE TIC NA EDUCAÇÃO

A integração de tecnologias na educação é uma prática que se baseia em diversos recursos de tecnologia para alcançar melhores resultados de aprendizagem dos alunos (RESEARCH, 2013), a qual vai além da presença de ferramentas tecnológicas no espaço escolar ou do uso didático-pedagógico pelo professor (OEI, 2011). Para Nicolete (2016), a "integração curricular da tecnologia implica em uma mudança de uma concepção centrada nas novas tecnologias para uma centrada no aprender com as novas tecnologias".

Diante do surgimento de tantas ferramentas tecnológicas educacionais, surge um questionamento sobre a relevância e a aceitação, por parte dos atores envolvidos no processo, sobre o uso dessas tecnologias como ferramentas de apoio à aprendizagem (DZIABENKO et al., 2012). Conforme Simão et al. (2013), deve-se levar em consideração que as TIC já fazem parte do dia-a-dia da geração que hoje frequenta a escola.

As TIC tornaram-se, num curto período de tempo, o núcleo das sociedades modernas. Em todo o mundo, muitos dos países desenvolvidos e subdesenvolvidos compreendem a importância das TIC e estão implementando os seus conceitos como parte de seus programas de educação (ZAHARIEV et al., 2013). A área da educação não está isenta desse desdobramento, ela também se apropria do uso das TIC para apoiar a elaboração de estratégias e programas educacionais com vista a melhorar o ensino e aprendizagem. Por exemplo, as TIC oferecem uma nova forma de busca do conhecimento, ou seja, as pesquisas científicas, através da Internet.

Outra definição de TIC dá-se pelo conjunto de recursos tecnológicos (*hardware* e *software*) usados para acessar, agrupar, fornecer, partilhar e armazenar informações, bem como "proporcionar a automação ou a comunicação de diversos tipos de processos existentes". Esses recursos incluem computadores, internet, rádio, televisão, telefones, *tablets*, entre outros.

As novas tecnologias têm o potencial de transformar fundamentalmente como e o que aprender ao longo de suas vidas. Assim como os avanços nas biotecnologias tornaram possível a "revolução verde" na agricultura, as novas tecnologias digitais tornam possível uma "revolução de aprendizagem" na educação (RESNICK, 2002).

Embora a tecnologia seja um elemento da cultura bastante expressivo, ela precisa ser devidamente compreendida em termos das implicações do seu uso no processo de ensino e aprendizagem. Essa compreensão é que permite ao professor integrá-la à prática pedagógica. No entanto, muitas vezes essa integração é vista de forma equivocada, e a tecnologia acaba sendo incorporada por meio de uma disciplina direcionada apenas para instrumentalizar sua utilização, ou ainda, de forma agregada a uma determinada área curricular. Diferentemente dessa perspectiva, ressaltamos a importância de a tecnologia ser incorporada à sala de aula, à escola, à vida e à sociedade, tendo em vista a construção de uma cidadania democrática, participativa e responsável (PRADO, 2005, p. 5)

Mas para isso é essencial que os docentes, independente da sua área de atuação, “possam conhecer as potencialidades e as limitações pedagógicas envolvidas nas diferentes tecnologias, seja o vídeo, a internet, o computador”, os dispositivos móveis, entre outros (PRADO, 2005). Conforme Barreto (2004), "o uso de novas tecnologias educativas leva à extinção dos limites entre as disciplinas, redefinindo, ao mesmo tempo, a função, a formação e o aperfeiçoamento dos docentes".

As tecnologias de comunicação não substituem o professor, mas modificam algumas das suas funções. A tarefa de passar informações pode ser deixada aos bancos de dados, livros, vídeos, programas em CD. O professor se transforma agora no estimulador da curiosidade do aluno por querer conhecer, por pesquisar, por buscar a informação mais relevante. Num segundo momento, coordena o processo de apresentação dos resultados pelos alunos. Depois, questiona alguns dos dados apresentados, contextualiza os resultados, os adapta à realidade dos alunos, questiona os dados

apresentados. Transforma informação em conhecimento e conhecimento em saber, em vida, em sabedoria o conhecimento com ética (MORAN, 2011, p. 125).

Para Moran (2008), "hoje com o uso das tecnologias os alunos têm acesso a milhares de informações com uma rapidez antes não imaginável". O uso de recursos tecnológicos como a internet, computador e dispositivos móveis, na escola, pode oferecer variedades de soluções que auxiliam na aprendizagem do aluno, ampliando sua visão e reflexão. De acordo com Tinio (2012):

A internet também fornece ferramentas de colaboração baseadas na *web*, como *e-mail*, *listservs*, quadros de mensagens, bate-papo em tempo real e conferências baseadas na *web*, etc. Essas ferramentas conectam os alunos a alunos, professores, acadêmicos e pesquisadores, cientistas e artistas, líderes da indústria e políticos - em suma, qualquer pessoa com acesso à internet que possa enriquecer a aprendizagem (apud WANG; ZHOU, 2013, p. 1081). [Tradução nossa]

O uso das TIC pode melhorar a aprendizagem, especialmente quando acompanhado de instrução centrada no aluno (MELOROSE et al. 2015). Para isso, "é imprescindível que neste contexto o aluno passe a ser coautor na busca pelo conhecimento, no processo de construção de sua aprendizagem, por meio das TIC" (TEODOROSKI; COSTA, 2012). Nesse processo, ele torna-se "produtor de informações, desenvolvendo habilidades críticas de refletir sobre suas ideias, tendo em vista o desenvolvimento do seu lado crítico e reflexivo" (FERNANDES, 2012, p. 25).

Para Sanyal (2001), geralmente, há quatro maneiras pelas quais as TIC podem apoiar a Educação Básica: (1) apoiar a educação na escola; (2) oferecer educação não-formal para crianças e adultos fora da escola; (3) apoiar a Educação a Distância (EaD) e o desenvolvimento profissional contínuo dos professores e (4) melhorar a gestão das escolas. Por exemplo, na EaD, as TIC podem oferecer uma variedade de cursos a pessoas que se encontram em áreas geograficamente distantes ou carentes de boas escolas ou faculdades.

Uma vez que a escola é responsável pela formação do cidadão e tem a função de prepará-lo para essa integração das TIC na atual sociedade, deve possibilitar que ele não apenas conheça as ferramentas tecnológicas, mas que ele faça uso delas na sua vida cotidiana (LIMA; SILVA; ARAÚJO, 2008).

As sucessivas evoluções das TIC clamam por um processo inovador, por meio do qual seja possível construir novas práticas pedagógicas, visando ao aperfeiçoamento dos processos de ensino e de aprendizagem na sociedade contemporânea. Ressalta-se que o uso das TIC "é um dos pilares indispensáveis à estrutura e reforço das sociedades contemporâneas". Assim, com o aproveitamento das novas tecnologias digitais já é notável a ampliação da oferta de aprendizado, permitindo estudar sem sair de casa, em uma biblioteca, no local de trabalho ou até mesmo em algum local e horário mais cômodo para o aluno.

As "novas tecnologias podem auxiliar os alunos, que são estimulados a buscar e socializar com esses recursos, de forma a melhorar seu desempenho escolar" (SOUZA; SOUZA, 2010). Desse modo, "a elaboração de projetos interdisciplinares" com o auxílio das TIC, busca a "integração entre parcelas de disciplinas diferentes, mas que compartilham um mesmo objetivo de estudo" (RELA et al., 2006, p. 3).

Segundo Wang e Zhou (2013), o potencial de cada tecnologia varia de acordo com a forma como é utilizada. Por exemplo, "a radiodifusão de rádio e televisão pode ser usada no ensino direto de classes, na transmissão escolar e na programação educacional geral sobre a comunidade".

Pesquisas apresentam resultados sobre as reais potencialidades educativas das tecnologias, visando ao ensino mais eficaz e à aprendizagem mais significativa dos alunos, apesar dessa potencialidade, no âmbito desta pesquisa para a integração da tecnologia no ensino de disciplinas de STEM, ser direcionada mais precisamente à disciplina de Física.

2.2 MOBILE LEARNING

Hoje em dia, com o desenvolvimento das TIC e a popularidade dos dispositivos portáteis, mais e mais pessoas são propensas a usar dispositivos portáteis para se comunicar, e isso faz parte integrante da vida diária (LU et al., 2016).

A pervasividade dos dispositivos móveis está mudando a forma como as pessoas interagem com o conteúdo e seus arredores. Como o

poder de processamento de *smartphones*, *smartwatches* e *tablets* continua a aumentar drasticamente, a *mobile learning*, ou *m-learning*, permite que os alunos acessem materiais em qualquer lugar, muitas vezes em vários dispositivos (ADAMS BECKER et al., 2017, p. 40).

Lu et al. (2016) afirmam que a popularidade dos dispositivos móveis e a oportunidade de aprender, independentemente do tempo e do lugar, tornam a *mobile learning* um método importante na aprendizagem ao longo da vida. No entanto, "a aceitação da aprendizagem móvel pelos alunos é crucial para o sucesso da *mobile learning*".

Para Wang et al. (2009), com "a *mobile learning* os alunos podem aprender em qualquer momento e em qualquer lugar, através do uso de internet sem fio e dispositivos móveis, como telefones móveis, assistentes digitais pessoais (PDAs), *smartphones*, iPads e *players* digital de áudio".

Conforme o relatório da NMC *Horizon Report: 2017 Higher Education Edition* (ADAMS BECKER et al., 2017), pesquisas de campo revelaram que os docentes ainda precisam de apoio técnico e pedagógico de suas instituições para integrar os dispositivos móveis em seus currículos. "A conveniência está impulsionando a demanda por essa estratégia, com potencial para novos modelos de entrega com melhorias móveis que podem aumentar o acesso à educação" (ADAMS BECKER et al., 2017).

A independência do lugar dos dispositivos móveis oferece alguns benefícios para ambientes de *e-learning*, como instruções convenientes, personalizadas, interação abundante, contexto relacionado e assim por diante (VIRVOU; ALEPIS, 2005). Estudos mostram que o uso de dispositivos móveis oferece benefícios quando usados adequadamente nas salas de aula. Para tanto, é essencial continuar buscando formas inovadoras de uso desses dispositivos dentro da comunidade estudantil, visto que estão se tornando cada vez mais abrangentes como parte do processo de aprendizagem.

Lu et al. (2016) apresentam um estudo de investigação dos principais determinantes da aceitação da *mobile learning* no Ensino Superior na China. Segundo eles, "os resultados indicam que o valor da realização, a expectativa de esforço, a influência social e a expectativa de desempenho têm influência significativa na intenção comportamental de usar a *mobile learning*".

Alowayr e McCrindle (2016) tratam em outro estudo sobre "investigar o engajamento e a eficácia de diferentes tipos de interface do avatar (texto, imagem, áudio, vídeo e desenho animado) quando utilizados em um contexto de *m-learning* e, especificamente, quando

usado para ministrar os cursos de inglês". Segundo os autores, "os resultados revelaram que a maioria dos alunos avaliou a conveniência de usar a *m-learning* como sendo muito importante".

De acordo com Nicolete et al. (2016), a integração de dispositivos móveis, AVEA para o fornecimento de materiais educativos e experimentos reais acessados remotamente, oferecem aos alunos uma nova maneira de interagir com os temas de uma maneira simples e agradável em qualquer lugar e a qualquer hora.

Conforme Simão et al. (2014), considerando "a falta de infraestrutura das escolas em relação à tecnologia e com o acesso dos estudantes aos dispositivos móveis, podemos melhorar a inclusão digital no ambiente escolar". "E assim, os estudantes podem participar de atividades de aprendizagem sem estarem presos a um lugar, acessando aos recursos de aprendizagem em qualquer momento e de qualquer lugar". Apesar disso, para Motiwalla (2007), também há alguns desafios dos dispositivos móveis, como tamanhos de tela pequena, menor duração da bateria, interfaces de usuário amigáveis e assim por diante.

Segundo Dziabenko et al. (2012), citado por De Lima et al. (2014), "a adaptação dos laboratórios remotos para dispositivos móveis começou com o uso de tecnologias *web* compatíveis, com os mais velhos dispositivos móveis, estes foram mais tarde adaptados para ser compatível com as novas plataformas e nativo em comparação e estratégias de *web* de desenvolvimento".

2.3 LABORATÓRIOS VIRTUAIS E REMOTOS

Estudos para avaliar a eficácia de laboratórios remotos, na educação, têm sido realizados nos últimos anos (CHEVALIER et al., 2017). O uso de laboratórios remotos como recurso educacional está sendo cada vez mais estendido pelas possibilidades docentes que podem surgir (KAZMIERKOWSKI, 2013).

O "aprendizado tecnológico está se tornando uma nova tendência importante no Ensino Superior em todo o mundo. Em especial, a educação em Engenharia está se tornando um campo de pesquisa emergente emocionante porque envolve uma multidão de disciplinas que visam resolver os problemas pedagógicos que surgem com o avanço da tecnologia" (RODRÍGUEZ; MOLINA; ALFARO, 2016).

Para Jinks (1994), a aquisição de habilidades experimentais é de suma importância em estudantes de Ciências e áreas de Engenharia. Indo além,

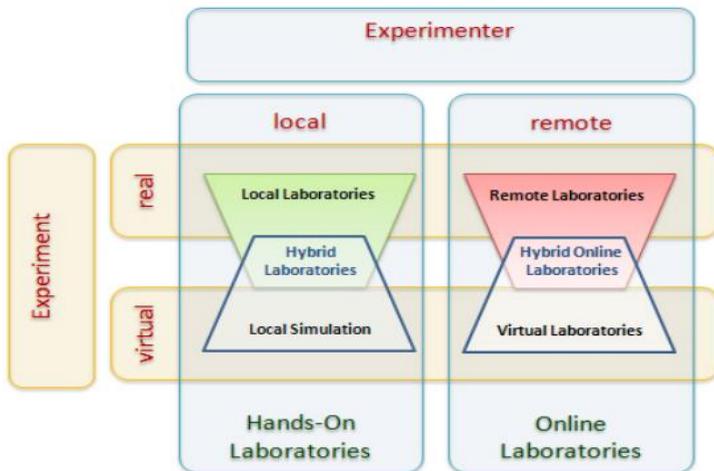
"a efetividade com que adquirem essas habilidades implica perceber o processo ensino-aprendizagem, que envolve os objetivos de aprendizagem; os métodos e meios utilizados para alcançar esses objetivos e, finalmente, como a avaliação é feita. Com relação às habilidades experimentais, existem atualmente três meios: *hands-on*, laboratórios virtuais (baseados em simulações de computador) e laboratórios remotos. A lista anterior segue um cronograma, isto é, os laboratórios remotos são mais recentes [...]" (GARCIA-ZUBIA; LOPEZ-DE-IPINA; ORDUNA, 2008, p. 620)

Mas, segundo Zutin et al. (2010) os laboratórios são agrupados em quatro tipos, denominados "*hands-onlab*", "laboratório remoto", "simulação local" e "laboratório virtual".

Um currículo de educação equilibrado em engenharia precisa oferecer uma mistura razoável de experiências físicas e simulações para fornecer aos alunos uma boa compreensão das leis físicas [...] (RODRIGUEZ-ANDINA; GOMES; BOGOSYAN, 2010, p. 3249).

A figura 2 mostra a classificação dos laboratórios em geral. Porém, o foco neste trabalho é no Laboratório Remoto, mas será aplicável ao laboratório virtual também.

Figura 2 - Classificação geral dos laboratórios.



Fonte: Zutin et al. (2010).

Os laboratórios *hands-on* são a forma tradicional de apoiar a experimentação, exigindo, na maioria das vezes, orientação passo a passo pelo professor, a fim de evitar danos ao aprendiz, bem como avarias ou danos ao equipamento envolvido (RODRIGUEZ-ANDINA; GOMES; BOGOSYAN, 2010, p. 3249).

No entanto, os laboratórios *hands-on* também estão associados a altos custos. Pois, segundo Gomes e Bogosyan (2009), infelizmente, os laboratórios *hands-on* são muito caros em relação ao equipamento necessário, além do espaço e as questões de pessoal de manutenção. Em algumas especialidades de engenharia, esses custos aumentam ainda mais, como robótica, controle de processo, engenharia mecatrônica, engenharia elétrica, engenharia eletrônica, entre outras.

Outra limitação significativa de experimentos *hands-on* é o elevado número de estudantes. Essa é uma razão para considerar algumas alternativas para laboratórios *hands-on*, como a simulação e laboratórios remotos.

Laboratórios virtuais são a mais recente inovação das TIC que revolucionou a área da educação científica de uma maneira única. As ferramentas de laboratório virtuais facilitam a aprendizagem ativa baseada em questionamentos, de baixo custo e permite que os alunos aprendam o conceito em seu próprio tempo e ritmo (MANCHIKANTI; KUMAR; SINGH, 2016, p. 136). Conforme Rodriguez-Andina, Gomes e Bogosyan (2010, p. 3249), esses laboratórios são baseados em simuladores, podem ser acessados local ou remotamente, isolados ou integrados em sistemas de gerenciamento de *e-learning*. Os simuladores são, muitas vezes, vistos como alternativas práticas e acessíveis à experimentação física.

Uma definição simples de um LR é um laboratório físico que pode ser controlado remotamente pelo usuário (ZUTIN et al., 2010). Os laboratórios remotos são aqueles em que os elementos e as experiências são reais, apesar do acesso virtual (NICOLETE, 2016). A figura 3 mostra exemplos desse tipo de laboratório.

Um experimento no domínio atual é definido como a menor unidade fechada de um laboratório *on-line*. Ele fornece a execução de experimentos virtuais ou reais para observar o comportamento e a saída de um sistema. Um laboratório *on-line* consiste de uma ou mais experiências em diferentes campos da ciência e engenharia (ZUTIN et al., 2010, p. 1743).

Há uma década, os laboratórios remotos fornecem acesso remoto para experiências com menos restrições de tempo e localização,

fornecendo a orientação necessária e assegurando operações seguras tanto para equipamentos quanto para pessoal (RODRIGUEZ-ANDINA; GOMES; BOGOSYAN, 2010).

Figura 3 - Exemplos de Laboratórios Remotos¹⁹.



Fig. 8: Electromagnetic induction

http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/ovladani_2_en.html



Fig. 9: Solar energy conversion

http://kdt-4.karlov.mff.cuni.cz/index_en.html

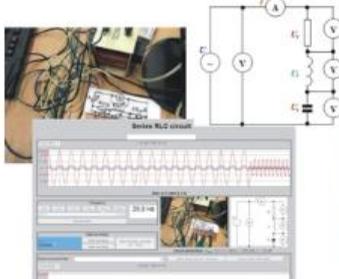


Fig. 10: Series RLC circuit

http://kdt-30.karlov.mff.cuni.cz/index_en.html



Fig. 11: Water level control

<http://kdt-34.karlov.mff.cuni.cz/en/mereni.html>

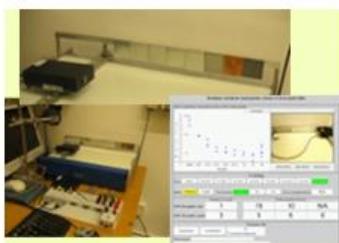


Fig. 12: Study of radioactivity (5 experiments)

http://kdt-38.karlov.mff.cuni.cz/choice_en.html

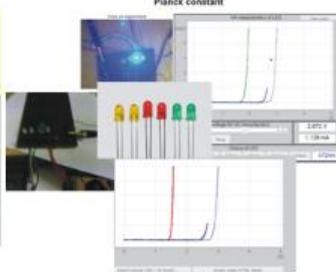


Fig. 13: Measurement of Planck constant

http://kdt-33.karlov.mff.cuni.cz/index_en.html

Fonte: iSES Remote Lab SDK²⁰ (2018).

¹⁹ <http://www.ises.info/index.php/en/systemises/sdkisesstudio>

²⁰ iSES Remote Lab SDK - internet School Experimental Studio for Remote Laboratory – Software Development Kit.
<http://www.ises.info/index.php/en/ises>

A novidade do LR é sua alta flexibilidade em termos de diferentes estratégias de controle que podem ser implementadas (CHEVALIER et al., 2017). O conceito de LR é amplamente conhecido nas áreas industriais e educacionais há mais de uma década, e centraliza-se, de forma básica, na possibilidade de realizar práticas ou experimentações em sistemas reais, através da internet (GOMES; BOGOSYAN, 2009).

De acordo com Rubio et al. (2016), os laboratórios remotos são um recurso comum para atividades práticas empregadas pelas universidades. Esse método oferece um acesso de tempo flexível para melhor utilizar o equipamento de laboratório disponível.

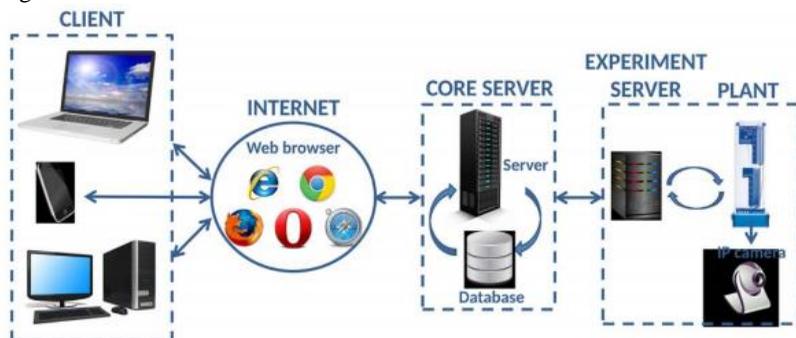
As experiências laboratoriais permitem identificar e controlar dispositivos físicos remotamente. Algumas universidades possuem equipamentos caros que podem ser compartilhados para mais pessoas pelo sistema de acesso remoto. Por outro lado, Farias et al. (2010) diz que, através dos laboratórios remotos, os alunos podem ter acesso a aplicações físicas no laboratório universitário, usando uma LAN (*Local Area Network* – Rede de Área Local) *Ethernet* ou conexão *Wi-Fi*.

Segundo Rodriguez-Andina, Gomes e Bogosyan (2010), complementando o uso dos laboratórios remotos, também é importante abordar seu desenvolvimento e as tecnologias utilizadas para sua implementação, já que a falta de um projeto de *software* apropriado degrada sua qualidade, utilidade e impacto nos processos de aprendizagem.

Elawady e Tolba (2010) e Garcia-Zubia et al. (2009) relatam uma visão geral atualizada das tecnologias disponíveis que suportam arquiteturas cliente/servidor. Além disso, Rodriguez-Andina, Gomes e Bogosyan (2010) dizem que essa é uma área em que a evolução das tecnologias *web* beneficiará diretamente a eficácia e a robustez dos laboratórios remotos. Entre eles, vale a pena mencionar o potencial impacto dos desenvolvimentos associados à videoconferência para pequenos grupos, permitindo a replicação de restrições laboratoriais físicas, mesmo se os alunos estiverem em locais diferentes com acesso ao mesmo LR.

O LR consiste em uma *homepage* HTML (*HyperText Markup Language* – Linguagem de Marcação de HiperTexto) na qual cada aplicação é inserida através de uma página HTML separada. Porém, os estudantes podem acessar experimentos reais sem a necessidade de *software* especializado, apenas usando dispositivos móveis e portáteis com sinal de internet. A figura 4 mostra a estrutura básica de um LR.

Figura 4 - Estrutura básica de um Laboratório Remoto.



Fonte: Chevalier et al. (2017).

Os laboratórios remotos podem fornecer acesso remoto a experiências (físicas ou de simulação) e podem permitir que os alunos tenham acesso a experimentos sem restrições de tempo e localização, fornecendo a orientação necessária e garantindo operação segura tanto para o equipamento quanto para o pessoal responsável (RODRIGUEZ-ANDINA; GOMES; BOGOSYAN, 2010, p. 3249).

Conforme Chevalier et al. (2017), um LR funcional pode fornecer uma solução viável para fornecer experiências de laboratório dentro das restrições existentes.

Os laboratórios remotos são uma ferramenta tecnológica e pedagógica com uso crescente em todos os níveis de educação, e sua utilização generalizada é uma parte importante do seu próprio aperfeiçoamento e evolução (FIDALGO; ROCHANDEL; SILVA, 2013, p. 2).

Nicolete (2016) relata a importância dos Laboratórios de Experimentação Remota para complementar as aulas expositivas nas áreas das ciências, tecnologia e engenharias, tanto para o Ensino Superior como para a Educação Básica, em disciplinas como Física, Química e Biologia. Porém, Simão et al. (2014) afirmam que "esses laboratórios se apresentam como meio de suprir a falta e a complexidade em relação ao uso de experimentos nas aulas de ciências".

Daros et al. (2015) tratam de uma abordagem diferente, apresentando uma multiplataforma com o objetivo de proporcionar experimentos reais de acesso remoto e expandir práticas de ensino voltadas para a experimentação em direção à Educação Física. Segundo esses autores, os alunos podem usar seus próprios dispositivos móveis

para fazer experimentos de Ciência e de Física, acessando, controlando e observando experimentos reais instalados no RExLab. Já, Heck (2017) relata a experiência dos alunos ao usar laboratórios remotos no ensino de Física, na Educação Básica.

Para conceitos teóricos difíceis, a experiência determina que os estudantes de Engenharia estão mais motivados para aprender esses novos conceitos quando eles têm a oportunidade de fazer experimentos na vida real, onde os projetos e o trabalho em equipe desempenham um papel importante (CHEVALIER et al., 2017, p. 127). Além disso, os autores discutem os resultados de um estudo de *feedback* para um LR utilizado na educação de estudantes de Engenharia de Controle.

Rubio et al. (2016), descrevem a experiência de introdução de laboratórios remotos na *Universidad del Bío-Bío*, na área de Engenharia de Automação.

Samuelsen, Bjork e Graven (2014) tratam de uma solução para acessar o LR em dispositivos móveis, sem qualquer instalação de *software* adicional, apresentando um sistema que compreende um LR, para configurar e analisar uma fonte de alimentação simples, para estudantes de Engenharia Elétrica.

López, Carpeño e Arriaga (2014) versam do uso de LR, que permite aos estudantes, através da internet, a realização de experimentos reais na área de Eletrônica.

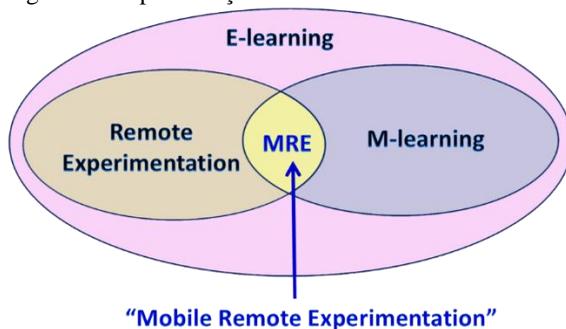
Nicolete et al. (2015) propõem um ambiente baseado em conteúdos abertos de aprendizagem digital, que são acessados através de dispositivos móveis e complementados pelo uso de experimentos remotos, desenvolvidos pelo RExLab da UFSC.

Samuelsen e Graven (2016) apresentam um recurso educacional novo, abordando o uso de laboratórios remotos em MOOCs (*Massive Open Online Courses* – Cursos Online Aberto e Massivo). Esses autores descrevem um programa de exercícios completo, em um módulo de eletrônica analógica, em educação de Engenharia, em que os laboratórios remotos são usados como parte integrante do programa de exercícios, facilitando também estudantes fora do campus.

O uso combinado de laboratórios remotos, em ambiente de *e-learning* para a *m-learning*, associada à RE, origina a MRE, no qual corresponde o acesso aos experimentos remotos através de dispositivos móveis (*smartphone, tablete, laptop*), com conexão à internet.

Vale ressaltar que os experimentos são reais ou são sistemas físicos reais, acessados a distância, através da internet, sem restrição de tempo e lugar. A figura 5 mostra o conceito de MRE.

Figura 5 - Representação do conceito de MRE.



Fonte: Costa e Alves (2006).

À medida que a aprendizagem móvel (*m-learning*) tem demonstrado impactos crescentes na educação *on-line*, mais e mais aplicativos móveis são projetados e desenvolvidos para a *m-learning* (WANG et al., 2017). Aplicativos móveis, por exemplo, permitem comunicação bidirecional em tempo real, ajudando os educadores a responder eficientemente às necessidades dos alunos (ADAMS BECKER et al., 2017). Exemplos de aplicação de LR móvel são encontrados em Wang et al., (2017, p. 2383). A figura 6 apresenta exemplos de aplicação da MRE.

Figura 6 - Experimento remoto “Indução eletromagnética” acessível em *tablet* e *smartphone*²¹.



Fonte: iSES Remote Lab SDK (2018).

²¹ http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/ovladani_2_en.html

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem como finalidade apresentar os procedimentos metodológicos usados para a realização deste trabalho, as fases da pesquisa, bem como os instrumentos, procedimentos de coletas e análise dos dados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa, sob o ponto de vista da sua natureza, pode ser classificada como aplicada, uma vez que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 51).

Em relação à abordagem, a presente pesquisa pode ser classificada como qualitativa, pois, através de uma compreensão aprofundada de um grupo social, de uma organização etc., busca explicar o porquê das coisas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Quanto aos objetivos, a presente pesquisa pode ser caracterizada como descritiva. Segundo Gil (2008), esse tipo de pesquisa “descreve as características de determinadas populações ou fenômenos”. “Uma de suas peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática” (GIL, 2008).

No que tange aos procedimentos técnicos, esta pesquisa está caracterizada como “um estudo de caso, uma vez que objetiva analisar um assunto da vida real”. A escolha pelo desenvolvimento de um “estudo de caso centra-se pelo fato da pesquisa estar vinculada a um grupo apurado (alunos e professores), situados em um contexto específico de uma determinada Instituição de Ensino”.

Martins (2006, p. 11) ressalta que “como estratégia de pesquisa, um Estudo de Caso, independentemente de qualquer tipologia, orientará a busca de explicações e interpretações convincentes para situações que envolvam fenômenos sociais complexos”, bem como a elaboração “de uma teoria explicativa do caso que possibilite condições para se fazerem inferências analíticas sobre proposições constatadas no estudo e outros conhecimentos encontrados” (MARTINS, 2006, p. 12).

3.2 FASES DA PESQUISA

Para a elaboração de uma pesquisa científica, é imprescindível conhecer os procedimentos e percursos a serem realizados, desde o início até sua finalização, além da divulgação dos novos conhecimentos desenvolvidos (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 74). Conforme Gerhardt e Silveira (2009), a melhor forma de começar um trabalho de pesquisa, segundo Quivy e Campenhoudt (1993), consiste em formular um projeto a partir de uma questão inicial:

[...] através desta questão, o pesquisador tentará expressar o mais precisamente possível o que ele busca conhecer, elucidar, compreender melhor. A questão inicial servirá de fio condutor da pesquisa.

Assim, entendemos que, para a realização deste estudo, foram definidas seis fases "a fim de alcançar e prover os recursos necessários para responder à questão que a motivou".

A primeira fase está vinculada à busca bibliográfica sobre os laboratórios virtuais e remotos, aprendizagem móvel, TIC na educação, além de outros aportes deste estudo.

A segunda fase trata da realização de inventário, avaliação e definição dos laboratórios remotos disponíveis no RExLab da UFSC com vistas a utilização nesta pesquisa. Essa fase teve como finalidade traçar os meios necessários para a efetiva viabilização desta pesquisa, visto que a pergunta de pesquisa está vinculada ao uso de Laboratórios Remotos, em disciplinas de Física, na Educação Básica, em uma escola da rede pública de ensino.

A terceira fase está relacionada à elaboração dos instrumentos de coleta de dados, a fim de, buscar perceber se os recursos disponibilizados e ações desenvolvidas contribuíram de forma positiva para o ensino e a aprendizagem.

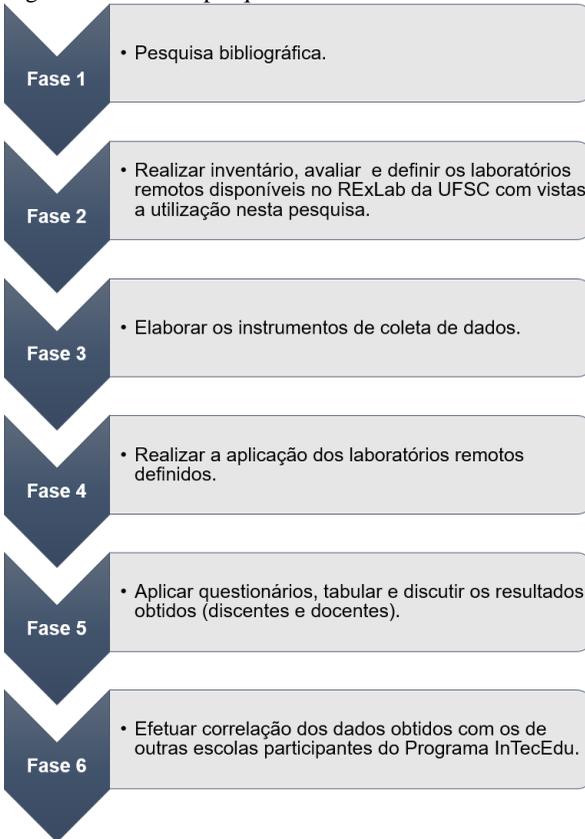
A quarta fase diz respeito à realização da aplicação dos laboratórios remotos nas turmas de 1º e 2º anos do Ensino Médio, em disciplinas de Física.

A quinta fase teve como objetivo aplicar, tabular e discutir os resultados obtidos nos instrumentos de coleta de dados (discentes e docentes). Por tratar-se de uma fase mais complexa, ela é posteriormente abordada com mais ênfase em outra subseção.

A última fase objetivou efetuar correlação dos dados obtidos com os de outras escolas participantes do Programa InTecEdu.

A figura 7 apresenta de forma resumida as fases para a concretização desta pesquisa.

Figura 7 - Fases da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Destaca-se que na quinta fase foram aplicados questionários *online* designados: “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel” (Apêndice A) e “Questionário de relato docente quanto ao uso da experimentação remota móvel” (Apêndice C).

Todavia, de agora em diante, será tratado com mais ênfase e detalhes o “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel”, aplicado especialmente aos alunos que são o foco principal deste trabalho.

3.2.1 “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel”

A aplicação desse questionário teve como objetivo observar a percepção dos professores e alunos envolvidos na pesquisa quanto à utilização dos recursos oferecidos pela RE nas disciplinas de Física. Esse questionário foi estruturado com 25 (vinte e cinco) questões fechadas, e foi baseado em similar construído pela equipe de pesquisadores do RExLab da UFSC e amplamente usado e validado em outras pesquisas.

Vale ressaltar que a elaboração deste questionário foi inspirada nos questionários desenvolvidos e usados pelo professor Euan David Lindsay, da *Curtin University* na Austrália, publicado no documento “*The Impact of Remote and Virtual Access to Hardware up on the Learning Out comes of Undergraduate Engineering Laboratory Classes*”, assim como o estudo de Sergio López; Antonio Carpeño e Jesús Arriaga, da Universidad Politécnica de Madrid, publicado no documento “*Laboratorio remoto eLab 3D: Un mundo virtual inmersivo para el aprendizaje de la electrónica*”.

O questionário é composto por 25 elementos que são divididos em quatro subescalas: Usabilidade, Percepção de Aprendizagem, Satisfação e Utilidade, que procuram perceber o grau de concordância dos alunos ou professores em relação à tecnologia usada.

Para o cálculo dos escores de satisfação, foi usada uma escala do tipo Likert de 5 pontos, formada por vários elementos sob forma de afirmações, sobre os quais deve ser expresso seu grau de satisfação, e para realizar a análise adotaram-se os seguintes valores em números: 1 discorda totalmente (DT), 2 discorda parcialmente (DP), 3 sem opinião (SO), 4 concorda parcialmente (CP), 5 concorda totalmente (CT). Para cada elemento, considerou-se o número de professores ou alunos (frequência) que assinalou cada uma das opções para o cálculo da porcentagem.

A escala de Likert é o método mais utilizado nas pesquisas e foi desenvolvido por Rensis Likert em 1932. Conforme Silva Júnior e Costa (2014), é um método para mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais ou de acordo com Matthiensen (2011), é uma escala de resposta psicométrica. Nos questionários que usam essa escala, “a verificação de Likert consiste em tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância” (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014, p. 5).

A tabela 2 apresenta um exemplo da escala de Likert para medição de satisfação com um serviço, em 5 pontos.

Tabela 2 - Exemplo de escala de Likert.

ESTOU SATISFEITO COM O SERVIÇO RECEBIDO:				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Sem opinião	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

Fonte: Elaborado pelo autor (Adaptado de JÚNIOR; COSTA, 2014, p. 5).

Nessa escala, os respondentes se posicionam de acordo com uma medida de concordância atribuída ao item e, de acordo com esta afirmação, infere-se a medida do construto (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014). “Construto é um conceito que o pesquisador pode definir em termos teóricos, mas que não pode ser medido diretamente ou medido sem erro, apenas representado ou medido por um ou mais indicadores” (MATTHIENSEN, 2011, p. 9). Por exemplo, a atitude de uma pessoa (construto) em relação a um produto jamais poderá ser medida de forma precisa, livre de incertezas (MATTHIENSEN, 2011).

“A escala original tinha a proposta de ser aplicada com cinco pontos, variando de discordância total até a concordância total. Entretanto, atualmente existem modelos chamados do tipo Likert com variações na pontuação, a critério do pesquisador” (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014, p. 5).

Segundo Heck (2017, p. 57), uma escala tipo Likert, com cinco níveis de satisfação, mostra que os valores do escore médio maiores que 3,0 devem ser considerados concordantes, enquanto que os valores menores que 3,0 devem ser considerados discordantes, uma vez que o ponto neutro teria um valor igual a 3,0.

“A grande vantagem da escala de Likert é sua facilidade de manuseio, pois é fácil a um pesquisado emitir um grau de concordância sobre uma afirmação qualquer. Adicionalmente, a confirmação de consistência psicométrica nas métricas que utilizaram esta escala contribuiu positivamente para sua aplicação nas mais diversas pesquisas” (COSTA, 2011 apud SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014, p. 5).

É muito importante poder avaliar se o instrumento utilizado na pesquisa consegue inferir ou medir aquilo a que realmente se propõe, conferindo relevância para a pesquisa (MATTHIENSEN, 2011).

No entanto, como forma de estimar a confiabilidade do questionário aplicado na pesquisa, foi utilizado o coeficiente alfa de Cronbach, para conferir maior relevância para a presente pesquisa. Este coeficiente foi apresentado por Lee J. Cronbach, em 1951. O alfa mede a correlação entre respostas em um questionário, através da análise do perfil das respostas dadas pelos respondentes. Trata-se de uma correlação média entre perguntas (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010, p. 89).

O coeficiente alfa de Cronbach é uma medida comumente utilizada de confiabilidade (ou seja, a avaliação da consistência interna dos questionários) para um conjunto de dois ou mais indicadores de construto (BLAND; ALTMAN, 1997).

O método de consistência interna, baseado no alfa de Cronbach, permite estimar a confiabilidade de um instrumento de medida, através de um conjunto de itens que se espera que meçam o mesmo constructo ou dimensão teórica.

“A validade de um instrumento se refere ao grau em que o instrumento mede aquilo que se pretende medir. E a confiabilidade da consistência interna do instrumento se pode estimar com o alfa de Cronbach. A medida da confiabilidade mediante o alfa de Cronbach assume que os itens (medidos em escala tipo Likert) medem um mesmo construto e que estão altamente correlacionados” (WELCH; COMER, 1988).

Os valores de alfa variam de 0 a 1,0; quanto mais próximo de 1, maior é a consistência interna dos itens analisados. A confiabilidade da escala deve obter-se sempre com os dados de cada amostra para garantir a medida confiável do constructo na amostra concreta de investigação.

O uso de medidas de confiabilidade, como o alfa de Cronbach, não garante unidimensionalidade ao questionário, mas assume que ela existe (MATTHIENSEN, 2011). A unidimensionalidade é uma característica de um conjunto de indicadores que tem apenas um conceito em comum (HAIR JUNIOR et al., 2005).

Dessa forma, como critério geral, George e Mallery (2003) recomendam as seguintes indicações para avaliação dos coeficientes de alfa de Cronbach:

- Coeficiente alfa $>.9$ é excelente;
- Coeficiente alfa $>.8$ é bom;
- Coeficiente alfa $>.7$ é aceitável;

- Coeficiente alfa $>.6$ é questionável;
- Coeficiente alfa $>.5$ é pobre;
- Coeficiente alfa $<.5$ é inaceitável.

A grande utilização e aceitação, no meio acadêmico, do coeficiente alfa de Cronbach é um fator determinante para sua adoção como ferramenta para estimação da confiabilidade (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010, p. 90).

De acordo com Landis e Koch (1977), a consistência interna de um questionário pode ser avaliada a partir do valor de alfa:

- Maior do que 0,80 – Quase perfeito;
- De 0,80 a 0,61 – Substancial;
- De 0,60 a 0,41 – Moderado;
- De 0,40 a 0,21 – Razoável;
- Menor do que 0,21 – Pequeno.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados deste trabalho referentes à segunda fase, denominada, na metodologia da pesquisa, como “Realizar inventário, Avaliar e Definir os Laboratórios Remotos disponíveis no RExLab da UFSC com vistas a utilização nesta pesquisa”. Essa fase foi composta de três passos essenciais que abrangem a identificação da escola de Educação Básica e professores envolvidos na pesquisa, definição da estratégia para uso dos recursos tecnológicos, definição e disponibilização dos laboratórios remotos (experimentos) a serem usados na pesquisa. Posteriormente, serão descritos o local e sujeitos desta pesquisa, bem como os laboratórios remotos nela utilizados.

4.1 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA

O estudo foi realizado em uma escola de Educação Básica, da rede pública de ensino, situada no município de Uberlândia, no Estado de Minas Gerais, na região Sudeste do país. É uma escola estadual com 1.795 alunos no total, em que os recursos para mantê-la provêm do governo do Estado de Minas Gerais. É uma instituição educacional que atende os anos finais (5ª a 8ª série ou 6º ao 9º ano), Ensino Médio e a Educação de Jovens e Adultos, funcionando em edifício próprio. A escola dispõe de 28 salas de aulas e apenas um Laboratório de Informática. Também dispõe de auditório equipado com projetor multimídia, TV, conexão à Internet e Banda Larga. Porém, atualmente, não dispõe de Laboratório de Ciências. Trata-se da “**Escola Estadual Professor José Ignácio de Sousa**”.

A tabela 3 mostra mais detalhes sobre a infraestrutura e os indicadores da escola.

Tabela 3 - Infraestrutura/ Escola Estadual Professor José Ignácio de Sousa.

Infraestrutura	Indicadores	
Internet e Banda larga	Sim	
Laboratório de Informática	1	
Laboratório de Ciências	Não	
Matrículas Anos finais (5ª a 8ª série ou 6º ao 9º ano)	306	Total de Matrículas = 1795 =
Matrículas Ensino Médio	1393	
Matrículas Educação de Jovens e Adultos	96	
Computadores/Escola – Para uso dos alunos	20	

Fonte: Escola Estadual Professor José Ignácio de Sousa (2017).

A presente pesquisa foi desenvolvida ao longo do ano letivo 2017 e contemplou turmas da disciplina de Física, na Educação Básica, dos períodos matutino e vespertino. Foram participantes da pesquisa dois professores da disciplina de Física: Daiana Aparecida Ramos, licenciada em Física; e Antônio Pereira Siqueira Neto, graduado em Física e mestre em Ensino de Ciências.

Para a realização da pesquisa aqui apresentada, além do apoio dos professores envolvidos, também foi muito importante o apoio da Direção da escola, que contribuiu decisivamente para a realização desta, e também do suporte técnico do RExLab da UFSC, pois, sem esses apoios esta não teria sido viabilizada.

Os sujeitos da pesquisa foram alunos da Educação Básica que cursaram as disciplinas de Física, em turmas de 1º e 2º anos do Ensino Médio, na rede pública. Foram 8 turmas do 1º ano, sendo todas do período matutino, com um total de 262 alunos. O 2º ano foi composto por 5 turmas, sendo todas do período vespertino, totalizando 192 alunos. Portanto, a pesquisa teve a participação de 454 alunos. Além destes, também houve a participação de professores de escolas públicas de Educação Básica.

As turmas, participantes da pesquisa, foram escolhidas segundo o plano de trabalho definido pelos professores, juntamente com a integração dos laboratórios remotos disponibilizados. Entretanto, a definição dos laboratórios remotos foi de acordo com a matéria abordada na sala de aula.

Com base nos critérios acima destacados, foi realizada a seguinte seleção de laboratórios remotos: para as turmas do 1º ano, foi selecionado “Conversão de Energia Luminosa em Elétrica”, para trabalhar o contexto de estudo “Energia luminosa (Interação da radiação com a matéria)”; enquanto que nas turmas do 2º ano, foi selecionado “Condução de calor em barras metálicas”, para trabalhar o assunto “Propagação de calor por condução em barras metálicas”.

A pesquisa foi realizada na disciplina de Física, do Ensino Médio, na modalidade de ensino presencial, na rede pública.

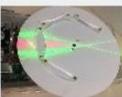
Todos “os laboratórios remotos foram desenvolvidos no âmbito do GT-MRE²² (Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel) do RExLab da UFSC”, com o “objetivo de ser disponibilizado o seu acesso por meio de dispositivos móveis e dispositivos convencionais”, para

²² GT-MRE: <http://gt-mre.ufsc.br>.

efetuar práticas nas aulas em diversas áreas de atuação do Ensino Médio e Ensino Superior.” As instalações do RExLab encontram-se fisicamente no Campus Araranguá, onde iniciou suas atividades em dezembro de 2014”, quando foi selecionado, através do “Edital Programas de P&D Temáticos da RNP – 2014-2015, edital este apoiado financeiramente pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)”.

Os laboratórios remotos e seus conteúdos didáticos podem ser acessados de forma gratuita através do endereço eletrônico <http://gt-mre.ufsc.br>. Hoje estão disponíveis 14 laboratórios remotos, para uso em diversas áreas de atuação e 3 laboratórios remotos em fase de teste. A figura 8 apresenta os laboratórios disponíveis.

Figura 8 - Exemplo de laboratórios remotos construídos pelo GT-MRE.

	<p>Panel Elétrico CA Estudo das associações em série, paralela e mista em redes de corrente alternada.</p> <p>Acessar</p>		<p>Ambiente para Desenvolvimento em Arduino Ambiente que permite verificar, carregar código e controlar sensores e atuadores em Arduino.</p> <p>Acessar</p>
	<p>Meios de Propagação de Calor Estudo dos meios de propagação de calor por convecção e irradiação.</p> <p>Acessar</p>		<p>Microscópio Remoto Microscopia de pigmentação foliar.</p> <p>Acessar</p>
	<p>Plano Inclinado Estudo da segunda lei de Newton do movimento e decomposição de forças em vetores.</p> <p>Acessar</p>		<p>Disco de Newton Estudo da composição das cores.</p> <p>Acessar</p>
	<p>Conversão de Energia Luminosa em Elétrica A energia luminosa incide na célula solar e é convertida em energia elétrica pelo efeito fotovoltaico.</p> <p>Acessar</p>		<p>Banco Óptico Estudo do comportamento da luz nas lentes mais comuns e com formatos variados.</p> <p>Acessar</p>
	<p>Propagação de calor em barras metálicas Este experimento estuda o modelo de propagação do calor em barras metálicas.</p> <p>Acessar</p>		<p>Modelo de propagação de calor em barras metálicas Este experimento estuda o modelo de propagação do calor em barras metálicas usando linguagem visual.</p> <p>Acessar</p>
	<p>VISIR Módulos Educacionais para Teoria e Prática de Circuitos Elétricos e Eletrônicos.</p> <p>Acessar</p>		<p>Titulador online Que indicador ácido-base é esse?</p> <p>Acessar</p>

Fonte: <http://gt-mre.ufsc.br> (2018).

4.2 LABORATÓRIOS REMOTOS USADOS NA PESQUISA

Foram selecionados para a aplicação na pesquisa os Laboratórios Remotos: “Conversão de Energia Luminosa em Elétrica” e “Condução de calor em barras metálicas”.

O LR “Conversão de Energia Luminosa em Elétrica” caracteriza-se pelo “estudo do efeito fotovoltaico, ao observar a conversão da energia luminosa em elétrica”. Tem como objetivo “ajudar os alunos do EF e do Ensino Médio na realização de práticas, nas aulas de Física, relacionadas à transformação da energia luminosa em energia elétrica”.

O experimento remoto “Conversão de Energia Luminosa em Elétrica” tem como finalidade mostrar a transformação da energia luminosa em energia elétrica, “utilizando uma lâmpada de filamento automotivo e uma célula fotovoltaica”. Junto à estrutura, foram acrescentados “um capacitor e um resistor, permitindo testes dos tempos de carga e descarga do capacitor mediante a quantidade de energia produzida”.

Esse experimento contém “um fotovoltaico fixo em cima de um servo motor, que permite ao usuário movimentar a placa para perto ou longe da luz, e com isso, respectivamente gerando mais ou menos energia”. Essa “geração de energia pode ser verificada através de um multímetro e uma matriz de LEDs, em que a intensidade de luz gerada por esse painel é diretamente proporcional a de energia produzida”. Na tabela 4 são mostrados os componentes utilizados neste LR.

Tabela 4 - Lista de quantidade e componentes utilizados no LR Conversão de Energia Luminosa em Elétrica.

Quantidade	Componente
1	Computador embarcado
1	Placa de Aquisição e Controle
1	Placa fotovoltaica
1	Matriz de LEDs
1	Lâmpada
1	Capacitor
1	Chave
1	Servo motor
1	Visor
4	Relés
1	Webcam

Fonte: <http://relle.ufsc.br/labs/10>.

A figura 9 apresenta a interface para o usuário do LR Conversão de Energia Luminosa em Elétrica Elétrico.

Figura 9 - LR Conversão de Energia Luminosa em Elétrica.
 Conversão de energia luminosa em energia elétrica



Fonte: <http://relle.ufsc.br/labs/10>.

O manual técnico do LR “Conversão de Energia Luminosa em Elétrica Elétrico” encontra-se disponível no endereço eletrônico: <http://relle.ufsc.br/docs/5804199c1f90f.pdf>.

O LR “Condução de calor em barras metálicas” tem como finalidade auxiliar estudantes do Ensino Médio e do Ensino Superior “a efetuar práticas relacionadas ao estudo de condução de calor em barras metálicas”.

O experimento remoto “Condução de calor em barras metálicas” “está implementado a partir da estrutura padrão de *hardware* e *software* básico”.

Esse experimento “é constituído de três fontes de calor, de xxW, uma para cada barra metálica e três barras metálicas horizontais (Alumínio, Cobre e Ferro) de 12,70mm x 4,76mm”. “Cada uma das barras metálicas conta com três sensores de temperatura espaçados a cada 10 cm e três *displays*, que proporcionam a leitura de temperatura em cada sensor ao longo das barras”.

A figura 10 apresenta a interface para o usuário do LR “Condução de calor em barras metálicas”.

Figura 10 - LR Condução de calor em barras metálicas.



Fonte: http://relle.ufsc.br/labs/13#tab_docs.

"Após a realização do experimento, o aluno pode gerar um relatório com os resultados da experiência para posteriormente utilizá-los conforme a atividade proposta pelo professor". "Ressaltando que esse procedimento pode ser repetido pelos alunos quantas vezes for necessário, de qualquer lugar a qualquer hora, sem a necessidade de um instrutor de laboratório" (HECK, 2017, p. 72).

O guia didático e o manual técnico do LR "Condução de calor em barras metálicas" encontram-se disponíveis no endereço eletrônico: http://relle.ufsc.br/labs/13#tab_docs, no menu Documentação.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Neste capítulo, será apresentada a análise dos resultados referentes à quinta fase da pesquisa, designada, na metodologia, como “Aplicar questionários, Tabular e Discutir os resultados obtidos (discentes e docentes), que tem relação com o desenvolvimento e aplicação do instrumento de coleta de dados, bem como as discussões de apoio ao mesmo.

A coleta de dados foi realizada a partir da aplicação de dois questionários designados: “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel” e “Questionário de relato docente quanto ao uso da experimentação remota móvel” e seus dados são apresentados e discutidos aqui.

5.1 INTERPRETAÇÃO DISCENTE QUANTO AOS DADOS DO QUESTIONÁRIO “AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL”

O questionário foi aplicado em turmas de 1º e 2º anos, de uma escola de Educação Básica da rede pública de ensino, no município de Uberlândia, em Minas Gerais. Responderam ao questionário 260 alunos, dos períodos matutino e vespertino, representando 57% do total de matriculados na disciplina de Física.

O questionário abrangeu 25 questões construídas conforme o modelo de uma escala adicional tipo Likert de 5 pontos, a fim de perceber qual a opinião dos alunos em relação à utilização da MRE nas aulas. As questões que acompanham os itens das respostas foram avaliadas com pesos de -2 a 2. Os alunos expressaram seu grau de concordância ou de rejeição, através de "uma escala que contou com cinco valores numéricos, com pontuações definidas" na tabela 5.

Tabela 5 - Escala de valores numéricos com pontuações.

Discordo Totalmente (DT)	Discordo Parcialmente (DP)	Sem Opinião (SO)	Concordo Parcialmente (CP)	Concordo Totalmente (CT)
-2	-1	0	1	2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para fins de aprimoramento da análise, as respostas para as 25 questões do questionário foram divididas nas seguintes subescalas:

- **Usabilidade:** refere-se à “facilidade de uso da ferramenta, se não houve problemas para executar as ações que desejava, se as informações contidas na tela contribuíram para manusear o experimento, se o tempo disponível para executar e manipular o experimento foi suficiente para a realização das atividades” (HECK, 2017, p. 94).
- **Percepção de Aprendizagem:** indica se o aluno, através da RE, “melhorou a aprendizagem, contribuindo para a resolução de problemas, se os conceitos que foram abordados durante o uso da ferramenta foram compreendidos, relacionando estes com o cotidiano do aluno”. E, se “todas as habilidades adquiridas foram valiosas para a aprendizagem” (HECK, 2017, p. 94).
- **Satisfação:** mostra o quanto o aluno “fica convencido de estar realizando um experimento real e não remoto ao manipular experimento, bem como se é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial”. Além disso, mostra se a possibilidade do professor ou aluno “acessar o LR, em qualquer momento do dia e de qualquer lugar, se é útil para planejar melhor o tempo de estudo, e se esta ferramenta proporciona novas formas de aprender” (HECK, 2017, p. 95).
- **Utilidade:** mostra se o aluno “teve maior motivação em aprender após o uso da RE, bem como se ficou satisfeito com a realização da experiência”. E, se “depois de usar o experimento, o professor ou aluno aconselharia outros colegas a fazer uso também, bem como se gostaria de utilizar outros experimentos remotos” (HECK, 2017, p. 95).

Os dados adquiridos no questionário foram agrupados, levando-se em conta as quatro subescalas definidas e, conforme a Escala de Likert, foram alinhados os escores para cada uma delas. Para finalidades de validação do questionário, no total de suas questões, foi sobreposto o coeficiente de consistência interna alfa de Cronbach.

A tabela 6 apresenta os critérios de recomendação por diversos autores, estimada pelo alfa de Cronbach, conforme Peterson (1994).

Para facilitar a análise dos resultados, seguem os valores percentuais, de forma geral, para as respostas obtidas no questionário (25 itens), com amostra de 260 respondentes, a partir da escala tipo Likert de 5 pontos.

Tabela 6 - Critérios de recomendação de Fiabilidade estimada pelo α de Cronbach (adaptado de Peterson, 1994).

Autor	Condição	α considerado aceitável
Davis, 1964, p. 24	Previsão individual	Acima de 0.75
	Previsão para grupos de 25-50 indivíduos	Acima de 0.5
Kaplan & Sacuzzo, 1982, p. 106	Investigação fundamental	0.7-0.8
	Investigação aplicada	0.95
Murphy & Davidsholder, 1988, p. 89	Fiabilidade inaceitável	<0.6
	Fiabilidade baixa	0.7
	Fiabilidade moderada a elevada	0.8-0.9
	Fiabilidade elevada	>0.9
Nunnally, 1978, p. 245-246	Investigação preliminar	0.7
	Investigação fundamental	0.8
	Investigação aplicada	0.9-0.95

Fonte: Maroco e Garcia-Marques (2006).

O coeficiente de alfa de Cronbach apurado para o questionário aplicado, no seu total (25 itens), foi de 0,83. O Desvio Padrão para a média dos vinte e cinco itens é de 0,45 e Coeficiente de Variação de 0,11%, como mostra o quadro 1.

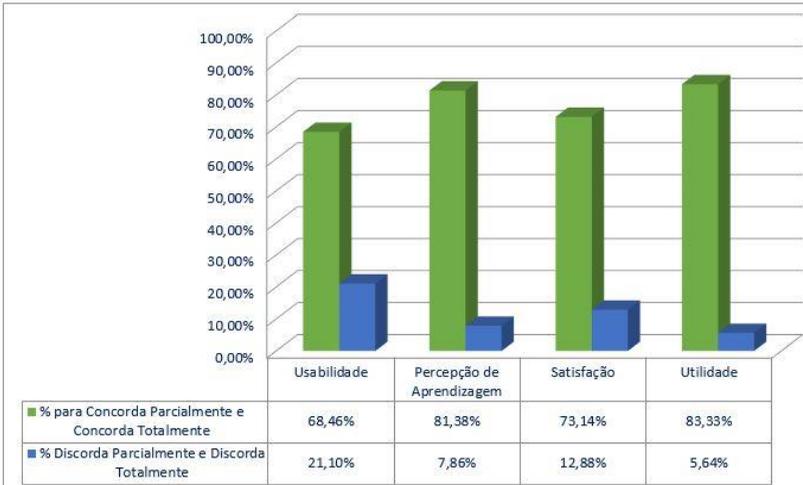
Quadro 1 - Valores gerais do questionário no seu total (25 itens, 260 de amostra).

Alfa de Cronbach	0,83
Média dos itens	4,02
Desvio padrão para a média dos itens	0,45
Coeficiente de Variação (Desvio Padrão %) itens	0,11

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 11 apresenta valores percentuais por escala para dois agrupamentos de dados: Concorda Parcialmente/Concorda Totalmente e Discorda Parcialmente/Discorda Totalmente. Verifica-se uma tendência muita positiva em relação à posição dos alunos para os recursos utilizados.

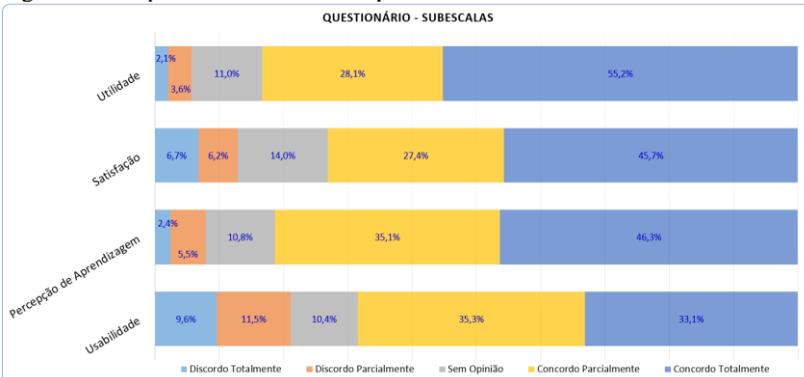
Figura 11 - Percentual para as subescalas do questionário (agrupamentos CP/CT e DP/ DT).



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 12 apresenta os valores percentuais obtidos para as subescalas.

Figura 12 - % para as subescalas do questionário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por outro lado, foi feito e definido o Escore Médio (EMd) para as respostas adquiridas no questionário, a partir da escala tipo Likert de 5 pontos. Para averiguação, se as atitudes foram positivas ou negativas, por

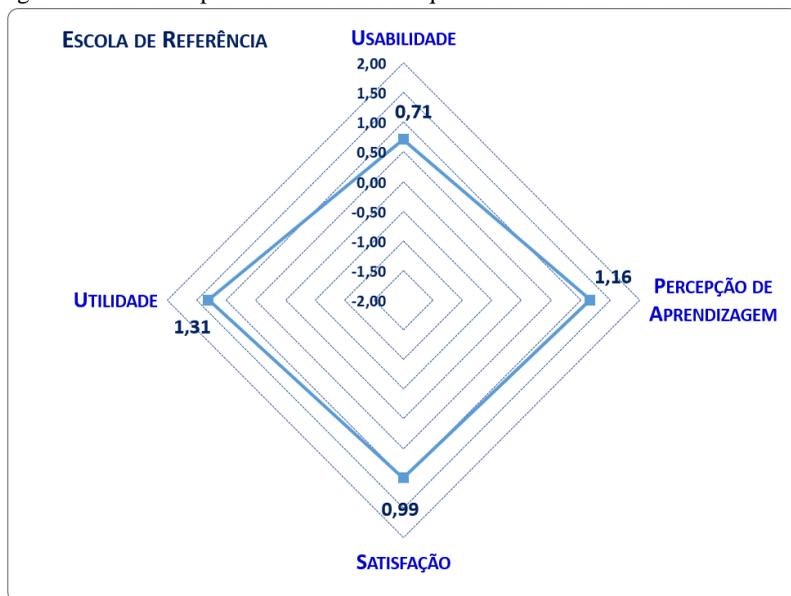
meio do EMd, foram impostas as seguintes condições: valores inferiores a 0 apresentaram atitudes adversas e maiores que 0, favoráveis, enquanto que o valor 0 foi estimado “sem opinião”.

Os escores médios, na escala de Likert, para as subescalas analisadas foram os seguintes:

- Usabilidade: 0,71;
- Percepção de Aprendizagem: 1,16;
- Satisfação: 0,99;
- Utilidade: 1,31.

A figura 13 apresenta, de forma gráfica, os valores dos escores obtidos para as subescalas.

Figura 13 - Escores para as subescalas do questionário da Escola de Referência.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.1 Usabilidade

Para a percepção de Usabilidade, foram formulados sete itens, cujo Coeficiente de Alfa de Cronbach apurado para esta subescala foi de 0,36.

O EMD obtido para os sete itens foi de 3,70, Desvio Padrão de 0,54 e Coeficiente de Variação de 0,14%, como mostra o quadro 2.

Quadro 2 - Valores obtidos para Usabilidade (7 itens, 260 de amostra).

Alfa de Cronbach	0,36
Média dos itens	3,70
Desvio padrão para a média dos itens	0,54
Coeficiente de Variação (Desvio Padrão %) itens	0,14

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 14 apresenta valores percentuais dos sete itens de Usabilidade para os agrupamentos de dados: DT, DP, SO, CP, CT. Verifica-se uma tendência muito positiva em relação à posição dos alunos para os recursos usados, sendo 68,46% do agrupamento de dados CP/CT e apenas 21,10% do agrupamento DP/DT.

Figura 14 - Valores para percepção de Usabilidade.

Item	Usabilidade	DT		DP		SO		CP		CT		Total
		Freq.	%									
		175	9,62%	209	11,48%	190	10,44%	643	35,33%	603	33,13%	1.820
1	Para mim foi simples usar o experimento remoto	3	1,15%	18	6,92%	17	6,54%	134	51,54%	88	33,85%	260
2	Não encontrei problemas para executar as ações que desejava no experimento remoto	15	5,77%	43	16,54%	24	9,23%	104	40,00%	74	28,46%	260
3	A conexão de internet dificultou o acesso ao experimento remoto	103	39,62%	42	16,15%	23	8,85%	41	15,77%	51	19,62%	260
4	O tempo de espera na fila do experimento remoto dificultou a realização das atividades	35	13,46%	38	14,62%	22	8,46%	87	33,46%	78	30,00%	260
5	As informações contidas na tela contribuíram para manusear o experimento	5	1,92%	11	4,23%	29	11,15%	79	30,38%	136	52,31%	260
6	O tempo de execução do experimento remoto foi suficiente para realizar minhas atividades	11	4,23%	31	11,92%	29	11,15%	99	38,08%	90	34,62%	260
7	Os tempos de resposta para minhas ações de interação com o experimento remoto foram razoáveis	3	1,15%	26	10,00%	46	17,69%	99	38,08%	86	33,08%	260

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os escores médios da Usabilidade para os sete itens estão representados na figura 15. Com relação às afirmações, o menor escore foi verificado no item nº 3, com 2,60 e o maior no item nº 5, com 4,27. O item nº 3 apresentou a seguinte afirmação: “a conexão de internet dificultou o acesso ao experimento remoto”, e o item nº 5, “as informações contidas na tela contribuíram para manusear o experimento”.

Figura 15 - Escores para percepção de Usabilidade.

Item	Usabilidade	Discorda Totalmente		Discorda Parcialmente		Sem Opinião		Concorda Parcialmente		Concorda Totalmente		Total	Média
		1		2		3		4		5			
		Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md		
1	Para mim foi simples usar o experimento remoto	3	0,01	36	0,14	51	0,20	536	2,06	440	1,69	1066	4,10
2	Não encontrei problemas para executar as ações que desejava no experimento remoto	15	0,06	86	0,33	72	0,28	416	1,60	370	1,42	959	3,69
3	A conexão de internet dificultou o acesso ao experimento remoto	103	0,40	84	0,32	69	0,27	164	0,63	255	0,98	675	2,60
4	O tempo de espera na fila do experimento remoto dificultou a realização das atividades	35	0,13	76	0,29	66	0,25	348	1,34	390	1,50	915	3,52
5	As informações contidas na tela contribuíram para manusear o experimento	5	0,02	22	0,08	87	0,33	316	1,22	680	2,62	1110	4,27
6	O tempo de execução do experimento remoto foi suficiente para realizar minhas atividades	11	0,04	62	0,24	87	0,33	396	1,52	450	1,73	1006	3,87
7	Os tempos de resposta para minhas ações de interação com o experimento remoto foram razoáveis	3	0,01	52	0,20	138	0,53	396	1,52	430	1,65	1019	3,92

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 16 mostra os percentuais para as respostas dos alunos, com relação aos sete itens de composição da Usabilidade, sendo que, 68,46% dos respondentes afirmaram Concordar Parcialmente ou Concordar Totalmente com as afirmações sobre Usabilidade dos recursos usados.

Figura 16 - Percentuais para a subescala Usabilidade.

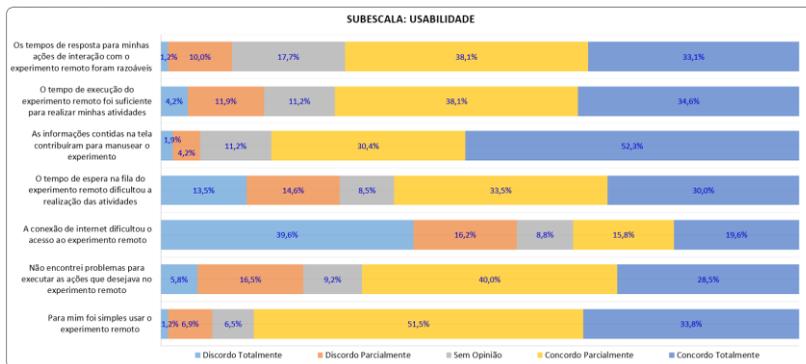


Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 17 mostra os percentuais para cada resposta dos alunos, com relação aos sete itens de composição da Usabilidade, sendo que,

85,3% dos respondentes afirmaram Concordar Parcialmente ou Concordar Totalmente sobre a facilidade de usar o experimento remoto.

Figura 17 - Percentuais para cada resposta dos sete itens da subescala Usabilidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.2 Percepção de Aprendizagem

Para Percepção de Aprendizagem, foram formulados seis itens, cujo Coeficiente de Alfa de Cronbach apurado para esta subescala foi de 0,84. O EMD obtido para os seis itens foi de 4,16, Desvio Padrão de 0,12 e Coeficiente de Variação de 2,92%, como mostra o quadro 3.

Quadro 3 - Valores obtidos para Percepção de Aprendizagem (6 itens, 260 de amostra).

Alfa de Cronbach	0,84
Média dos itens	4,16
Desvio padrão para a média dos itens	0,12
Coeficiente de Variação (Desvio Padrão %) itens	2,92

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 18 apresenta valores percentuais dos seis itens de Percepção de Aprendizagem para os agrupamentos de dados: DT, DP, SO, CP, CT. Verifica-se uma tendência muito positiva em relação à posição dos alunos sobre a Percepção de Aprendizagem dos recursos usados, sendo 81,38% do agrupamento de dados CP/CT e apenas 7,86 do agrupamento DP/DT.

Figura 18 - Valores para Percepção de Aprendizagem.

Item	Percepção de Aprendizagem	DT		DP		SO		CP		CT		Total
		Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	
		37	2,38%	85	5,48%	167	10,76%	544	35,05%	719	46,33%	1552
8	A experimentação remota melhorou minha compreensão dos conceitos teóricos que foram abordados na prática	8	3,08%	17	6,54%	32	12,31%	78	30,00%	125	48,08%	260
9	A experimentação remota ajudou a relacionar os conceitos estudados em sala de aula com o meu cotidiano	6	2,31%	18	6,92%	29	11,15%	102	39,23%	105	40,38%	260
10	O experimento remoto contribuiu para minha aprendizagem	8	3,08%	13	5,00%	13	5,00%	69	26,54%	157	60,38%	260
11	A experimentação remota foi uma experiência de aprendizagem eficaz	3	1,19%	3	1,19%	33	13,10%	81	32,14%	132	52,38%	252
12	As habilidades adquiridas foram valiosas para minha aprendizagem.	8	3,08%	17	6,54%	28	10,77%	106	40,77%	101	38,85%	260
13	A forma como o experimento foi abordado em sala de aula contribui para a resolução de problemas	4	1,54%	17	6,54%	32	12,31%	108	41,54%	99	38,08%	260

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os escores médios da Percepção de Aprendizagem para os seis itens estão representados na figura 19. Com relação às afirmações, o menor escore foi verificado no item nº 12, com 4,06, e o maior, no item nº 10, com 4,36. O item nº 9 apresentou a seguinte afirmação: “a experimentação remota ajudou a relacionar os conceitos estudados em sala de aula com o meu cotidiano” e o item nº 10 “o experimento remoto contribuiu para minha aprendizagem”.

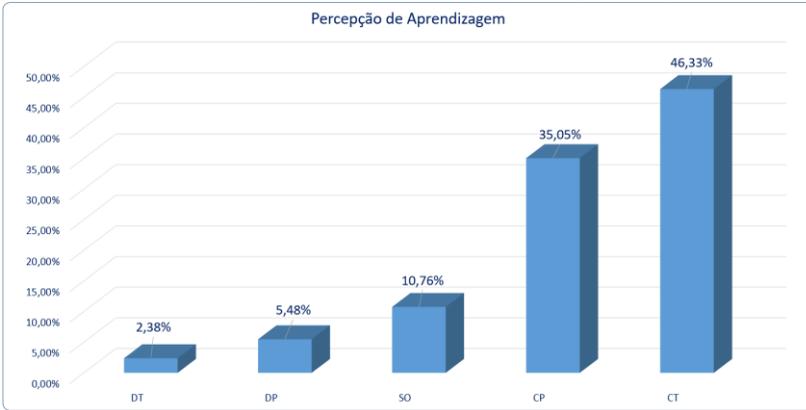
Figura 19 - Escores para Percepção de Aprendizagem.

Item	Percepção de Aprendizagem	Discorda Totalmente		Discorda Parcialmente		Sem Opinião		Concorda Parcialmente		Concorda Totalmente		Total	Média
		1		2		3		4		5			
		Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md		
		37	0,02	170	0,11	501	0,32	2176	1,40	3595	2,32	6.479	4,17
8	A experimentação remota melhorou minha compreensão dos conceitos teóricos que foram abordados na prática	8	0,03	34	0,13	96	0,37	312	1,20	625	2,40	1075	4,13
9	A experimentação remota ajudou a relacionar os conceitos estudados em sala de aula com o meu cotidiano	6	0,02	36	0,14	87	0,33	408	1,57	525	2,02	1062	4,08
10	O experimento remoto contribuiu para minha aprendizagem	8	0,03	26	0,10	39	0,15	276	1,06	785	3,02	1134	4,36
11	A experimentação remota foi uma experiência de aprendizagem eficaz	3	0,01	6	0,02	99	0,39	324	1,29	660	2,62	1092	4,33
12	As habilidades adquiridas foram valiosas para minha aprendizagem.	8	0,03	34	0,13	84	0,32	424	1,63	505	1,94	1055	4,06
13	A forma como o experimento foi abordado em sala de aula contribui para a resolução de problemas	4	0,02	34	0,13	96	0,37	432	1,66	495	1,90	1061	4,08

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 20 mostra os percentuais para as respostas dos alunos com relação aos seis itens de composição da Percepção de Aprendizagem, sendo que, 81,38% dos respondentes afirmaram Concordar Parcialmente ou Concordar Totalmente com as afirmações sobre a Percepção de Aprendizagem dos recursos usados.

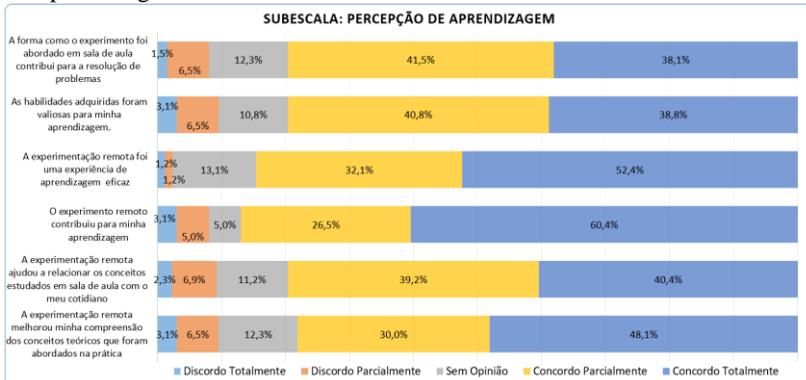
Figura 20 - Percentuais para a subescala Percepção de Aprendizagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 21 mostra os percentuais para cada resposta dos alunos com relação aos seis itens de composição da Percepção de Aprendizagem, sendo que, 86,15% dos respondentes afirmaram Concordar Parcialmente ou Concordar Totalmente sobre o experimento remoto contribuir para a aprendizagem.

Figura 21 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala Percepção de Aprendizagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.3 Satisfação

Para percepção de Satisfação foram formulados seis itens, cujo Coeficiente de Alfa de Cronbach apurado para esta subescala foi de 0,82. O EMD obtido para os seis itens foi de 3,99, Desvio Padrão de 0,53 e Coeficiente de Variação de 13,37%, como mostra o quadro 4.

Quadro 4 - Valores obtidos para percepção de Satisfação (6 itens, 260 de amostra).

Alfa de Cronbach	0,82
Média dos itens	3,99
Desvio padrão para a média dos itens	0,53
Coeficiente de Variação (Desvio Padrão %) itens	13,37

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 22 apresenta valores percentuais dos seis itens de percepção de Satisfação para os agrupamentos de dados: DT, DP, SO, CP, CT. Verifica-se uma tendência muito positiva em relação à posição dos alunos sobre a percepção de Satisfação dos recursos usados, sendo 73,14% do agrupamento de dados CP/CT e apenas 12,88% do agrupamento DP/DT.

Figura 22 - Valores para percepção de Satisfação.

	Satisfação	DT		DP		SO		CP		CT		Total
		Freq.	%									
		105	6,73%	96	6,15%	218	13,97%	428	27,44%	713	45,71%	1560
14	Em geral, estou satisfeito com o experimento remoto	5	1,92%	11	4,23%	18	6,92%	79	30,38%	147	56,54%	260
15	A experimentação remota foi relevante para meus estudos	12	4,62%	9	3,46%	20	7,69%	100	38,46%	119	45,77%	260
16	A experimentação remota aumentou minha motivação em aprender física	31	11,92%	26	10,00%	45	17,31%	84	32,31%	74	28,46%	260
17	Aconselharia meus colegas a utilizar o experimento remoto	14	5,38%	6	2,31%	33	12,69%	69	26,54%	138	53,08%	260
18	Gostaria de utilizar outros experimentos remotos na disciplina de física	7	2,69%	1	0,38%	23	8,85%	43	16,54%	186	71,54%	260
19	O experimento remoto melhorou a comunicação com meus colegas	36	13,85%	43	16,54%	79	30,38%	53	20,38%	49	18,85%	260

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os escores médios da percepção de satisfação para os seis itens estão representados na figura 23. Com relação às afirmações, o menor escore foi verificado no item nº 19, com 3,14 e o maior no item nº 18 com 4,54. O item nº 19 apresentou a seguinte afirmação: “o experimento remoto melhorou a comunicação com meus colegas” e o item nº 18 “gostaria de utilizar outros experimentos remotos na disciplina de Física”.

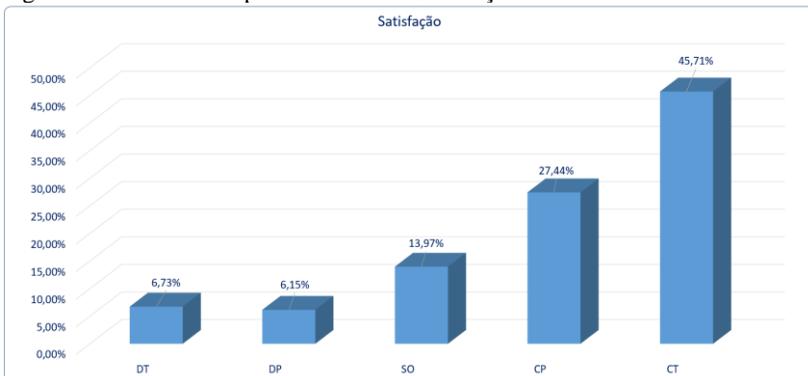
Figura 23 - Escores para percepção de Satisfação.

Item	Satisfação	Discorda Totalmente		Discorda Parcialmente		Sem Opinião		Concorda Parcialmente		Concorda Totalmente		Total	Média
		1		2		3		4		5			
		Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md		
14	Em geral, estou satisfeito com o experimento remoto	5	0,02	22	0,08	54	0,21	316	1,22	735	2,83	1132	4,35
15	A experimentação remota foi relevante para meus estudos	12	0,05	18	0,07	60	0,23	400	1,54	595	2,29	1085	4,17
16	A experimentação remota aumentou minha motivação em aprender física	31	0,12	52	0,20	135	0,52	336	1,29	370	1,42	924	3,55
17	Aconselharia meus colegas a utilizar o experimento remoto	14	0,05	12	0,05	99	0,38	276	1,06	690	2,65	1091	4,20
18	Gostaria de utilizar outros experimentos remotos na disciplina de física	7	0,03	2	0,01	69	0,27	172	0,66	930	3,58	1180	4,54
19	O experimento remoto melhorou a comunicação com meus colegas	36	0,14	86	0,33	237	0,91	212	0,82	245	0,94	816	3,14

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 24 mostra os percentuais para as respostas dos alunos com relação aos seis itens de composição da percepção de Satisfação, sendo que, 73,15% dos respondentes afirmaram Concordar Parcialmente ou Concordar Totalmente com as afirmações sobre a percepção de Satisfação dos recursos usados.

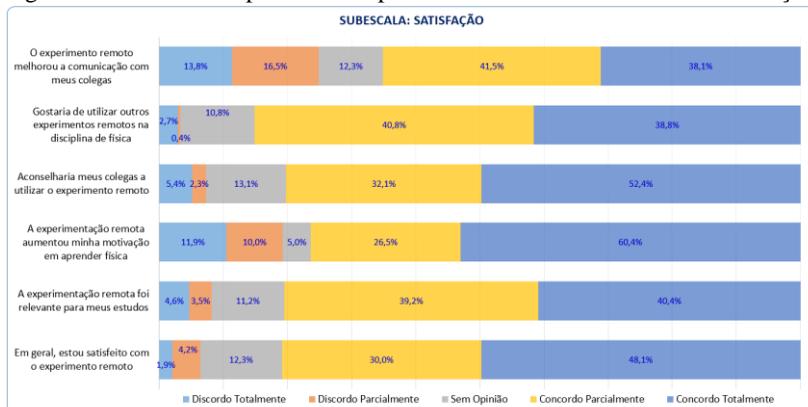
Figura 24 - Percentuais para a subescala Satisfação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 25 mostra os percentuais para cada resposta dos alunos com relação aos seis itens de composição da percepção de Satisfação, sendo que, 86,9% dos respondentes afirmaram Concordar Parcialmente ou Concordar Totalmente sobre a RE contribuir para a aprendizagem.

Figura 25 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala Satisfação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.4 Utilidade

Para percepção de Utilidade foram formulados seis itens, cujo Coeficiente de Alfa de Cronbach apurado para esta subescala foi de 0,67. O EMD obtido para os seis itens foi de 4,30, Desvio Padrão de 0,23 e Coeficiente de Variação de 5,43%, como mostra o quadro 5.

Quadro 5 - Valores obtidos para percepção de Utilidade (6 itens, 260 de amostra).

Alfa de Cronbach	0,67
Média dos itens	4,30
Desvio padrão para a média dos itens	0,23
Coeficiente de Variação (Desvio Padrão %) itens	5,43

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 26 apresenta valores percentuais dos seis itens de percepção de Utilidade para os agrupamentos de dados: DT, DP, SO, CP, CT. Verifica-se uma tendência muito positiva em relação à posição dos alunos sobre a percepção de Utilidade dos recursos usados, sendo 83,33% do agrupamento de dados CP/CT e apenas 5,64% do agrupamento DP/DT.

Figura 26 - Valores para percepção de Utilidade.

	Utilidade	DT		DP		SO		CP		CT		Total
		Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	
		32	2,05%	56	3,59%	172	11,03%	439	28,14%	861	55,19%	1560
20	Fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não remoto	10	3,85%	21	8,08%	46	17,69%	80	30,77%	103	39,62%	260
21	Creio que é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial	6	2,31%	10	3,85%	25	9,62%	84	32,31%	135	51,92%	260
22	A possibilidade de acessar o laboratório remoto em qualquer momento do dia e de qualquer lugar é muito útil para planejar melhor o tempo de estudo	1	0,38%	6	2,31%	22	8,46%	63	24,23%	168	64,62%	260
23	O laboratório remoto me possibilitou realizar aulas experimentais na disciplina de física	9	3,46%	8	3,08%	35	13,46%	73	28,08%	135	51,92%	260
24	A realização de experimentos em um laboratório remoto pode melhorar o desempenho em um laboratório real	4	1,54%	8	3,08%	33	12,69%	77	29,62%	138	53,08%	260
25	O laboratório de experimentação remota pode proporcionar novas formas de aprender	2	0,77%	3	1,15%	11	4,23%	62	23,85%	182	70,00%	260

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os escores médios da percepção de Utilidade para os seis itens estão representados na figura 27. Com relação às afirmações, o menor escore foi verificado no item nº 23, com 4,22 e o maior no item nº 25 com 4,61. O item nº 23 apresentou a seguinte afirmação: “o laboratório remoto me possibilitou realizar aulas experimentais na disciplina de Física” e o item nº 25: “o laboratório de experimentação remota pode proporcionar novas formas de aprender”.

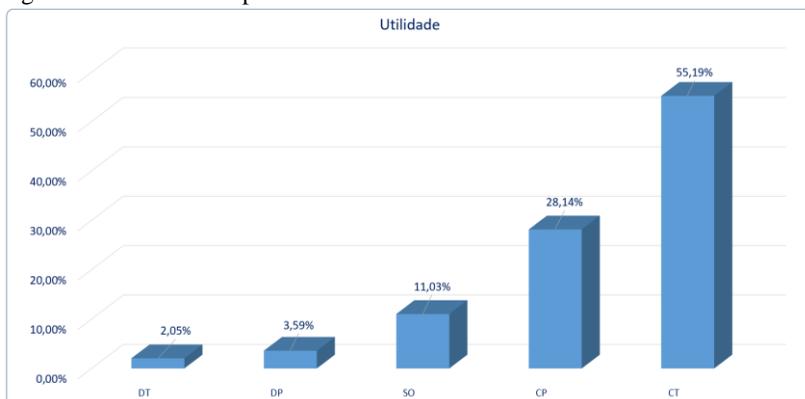
Figura 27 - Escores para subescala Utilidade.

Item	Utilidade	Discorda Totalmente		Discorda Parcialmente		Sem Opinião		Concorda Parcialmente		Concorda Totalmente		Total	Média
		1		2		3		4		5			
		Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md	Freq	Md
		32	0,02	112	0,07	516	0,33	1756	1,13	4305	2,76	6.721	4,31
20	Fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não remoto	10	0,04	42	0,16	138	0,53	320	1,23	515	1,98	1.025	3,94
21	Creio que é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial	6	0,02	20	0,08	75	0,29	336	1,29	675	2,60	1.112	4,28
22	A possibilidade de acessar o laboratório remoto em qualquer momento do dia e de qualquer lugar é muito útil para planejar melhor o tempo de estudo	1	0,00	12	0,05	66	0,25	252	0,97	840	3,23	1.171	4,50
23	O laboratório remoto me possibilitou realizar aulas experimentais na disciplina de física	9	0,03	16	0,06	105	0,40	292	1,12	675	2,60	1.097	4,22
24	A realização de experimentos em um laboratório remoto pode melhorar o desempenho em um laboratório real	4	0,02	16	0,06	99	0,38	308	1,18	690	2,65	1.117	4,30
25	O laboratório de experimentação remota pode proporcionar novas formas de aprender	2	0,01	6	0,02	33	0,13	248	0,95	910	3,50	1.199	4,61

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 28 mostra os percentuais para as respostas dos alunos, com relação aos seis itens de composição da Utilidade, sendo que, 83,33% dos respondentes afirmaram Concordar Parcialmente ou Concordar Totalmente com as afirmações sobre a percepção de Utilidade dos recursos usados.

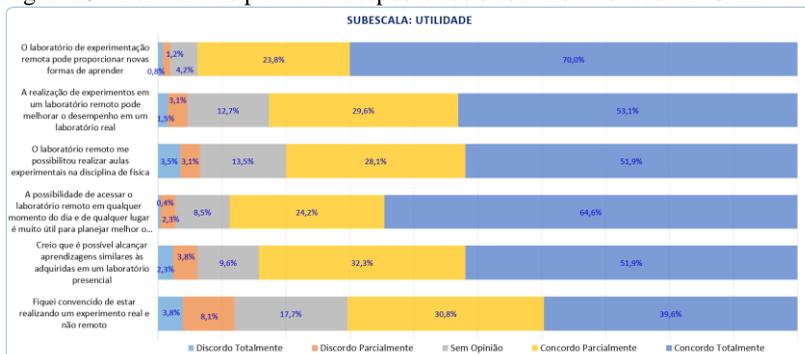
Figura 28 - Percentuais para a subescala Utilidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 29 mostra os percentuais para cada resposta dos alunos com relação aos seis itens de composição da percepção de Utilidade, sendo que, 88,8% dos respondentes afirmaram Concordar Parcialmente ou Concordar Totalmente sobre a seguinte afirmação: “a possibilidade de acessar o laboratório remoto em qualquer momento do dia e de qualquer lugar é muito útil para planejar melhor o tempo de estudo”.

Figura 29 - Percentuais para cada resposta dos seis itens da subescala Utilidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 INTERPRETAÇÃO DO QUESTIONÁRIO “RELATO DOCENTE QUANTO AO USO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL”

O questionário foi aplicado a 4 (quatro) professores de escolas de Educação Básica, da rede pública de ensino, nos municípios de Uberlândia/Minas Gerais, Araranguá/Santa Catarina e Brusque/Santa Catarina. Destaca-se que estes 4 docentes lecionam disciplinas de Física.

O questionário compreendeu duas questões nas quais os docentes foram convidados a indicar “*pontos fortes e fracos quanto ao uso da experimentação remota móvel nas disciplinas de ciências lecionadas*”.

Três professores responderam às questões acima, e suas respostas permitiram adquirir informações proeminentes sobre a MRE aplicada no projeto. E tais informações podem fornecer contribuição tanto para o aprimoramento dos experimentos, como também podem proporcionar modificações na forma como eles estão sendo usados em sala de aula. Além do contributo que os experimentos proporcionaram aos alunos e professores durante sua utilização.

Posteriormente, será apresentada a descrição das respostas, conforme os relatos dos professores.

Em relação aos pontos fortes, verifica-se que as práticas laboratoriais podem melhorar o processo de ensino, ter a possibilidade de ter experimentos reais, resolver problemas reais, aproximando-se da realidade dos alunos e incentivá-los a estudar disciplinas como a Física, Biologia, Química, entre outras, uma vez que não há realização de atividades práticas pelo fato da inexistência de laboratórios de Ciências nas escolas de Educação Básica da rede pública, conforme observado em relatos dos professores:

- “*O experimento possui existência física real e por isso nos permitiu lidar com problemas reais no seu manuseio*”;
- “*Torna possível atividades experimentais, mesmo sem a presença de laboratório de ciências na escola*”;
- “*Recurso que facilita a visualização do aluno; ajuda o professor a transmitir a matéria*”.

Dessa forma, é imprescindível que as atividades experimentais estejam sempre presentes em todos os processos de ensino e de aprendizagem, para garantir a construção do conhecimento pelos próprios alunos e professores, “desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como

uma verdade estabelecida e inquestionável” (BRASIL, 2002, p. 84), “além de ser um fator motivador para o aluno, pois desloca o ambiente de aprendizagem para fora da sala de aula” (HECK, 2017).

Quanto aos pontos fracos, constata-se que o maior problema é a espera na fila para a efetuação do experimento. Porquanto o acesso ao experimento é feito por um aluno de cada vez. Essa insatisfação foi percebida nas afirmações de alguns alunos: “o primeiro a acessar à página será o primeiro atendido”. “Quando um aluno sai do experimento, o seu tempo de seção termina, o próximo da fila tem seu acesso autorizado”. Indo além, outro ponto observado é a fraca conexão de internet, já que ela é necessária para a realização da experimentação. Fatos estes constatados nestas falas:

- *“A fila de espera gerada para o uso do experimento foi o maior dos empecilhos”.*
- *“Citaria a fila de espera, mas isso pode ser contornado com atividades paralelas. Outro problema seria a conexão com a internet, mas também não é um problema da experimentação, mas infelizmente das escolas públicas municipais e estaduais que carecem desse recurso. Portanto, não vejo pontos fracos”;*
- *“O tempo de espera de um aluno para fazer o experimento, a fila”.*

De modo geral, por meio desses relatos, foi possível perceber que, através da MRE, alguns professores tiveram a oportunidade de inovar em seus métodos de ensino, realizando atividades experimentais na ausência de laboratório de ciências na escola, e assim melhorar a compreensão dos conteúdos trabalhados e, conseqüentemente, motivar os alunos a aprenderem dentro e fora da sala de aula.

Por fim, os pontos fortes sobressaíram-se sobre os pontos fracos quanto à utilização dos laboratórios remotos.

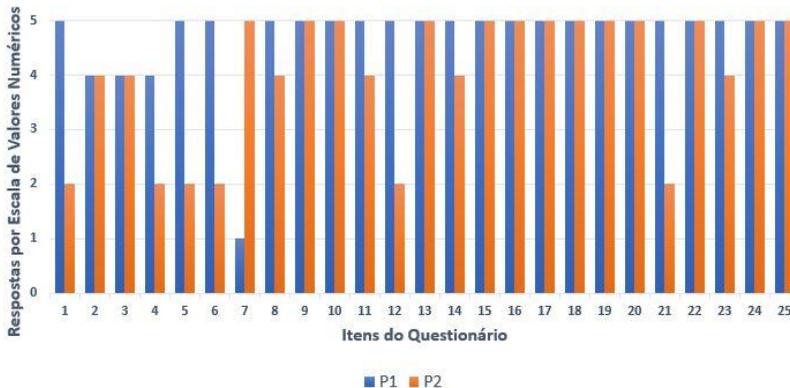
O questionário “Relato docente quanto ao uso da experimentação remota móvel” pode ser visto na íntegra no Apêndice C.

Por outro lado, os 2 docentes que lecionam as disciplinas de Física, em escola da Educação Básica, da rede pública, também responderam ao “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel” aplicado aos alunos. São professores de turmas de 1º e 2º anos dessas disciplinas. Em geral, a percepção destes docentes, quanto ao uso da MRE, foi bem aceita, pois percebe-se uma tendência muito positiva, sendo que 90% das respostas corresponderam a Concordar Parcialmente

ou Concordar Totalmente com as afirmações sobre Usabilidade, Percepção de Aprendizagem, Satisfação e Utilidade dos recursos usados.

A figura 30 mostra graficamente as respostas dos vinte e cinco itens das subescalas do “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel”, em que P1 e P2 correspondem aos dois professores de Física envolvidos nesta pesquisa.

Figura 30 - Respostas docente dos vinte e cinco itens das subescalas do “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As respostas do “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel”, respondido pelos 2 professores de Física, podem ser vistos na íntegra no Apêndice B.

6 CORRELAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM OS DE OUTRAS ESCOLAS PARTICIPANTES DO PROGRAMA INTECEDU

Neste capítulo, serão apresentados os resultados referentes à sexta fase da pesquisa, denominada, na metodologia da pesquisa, como “Efetuar correlação dos dados obtidos com os de outras escolas participantes do programa InTecEdu”. Serão apresentados e comparados os dados da aplicação do “Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel”, em relação às outras escolas públicas da Educação Básica, em que igualmente foram contempladas com a disponibilização dos laboratórios remotos no ensino de Física. São elas:

- Escola 1: **Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)**, Araranguá/SC;
- Escola 2: Escola de Educação Básica **Apolônio Ireno Cardoso**, Balneário Arroio do Silva/SC;
- Escola 3: Escola de Educação Básica **Maria Garcia Pessi**, Araranguá/SC.

No geral, o questionário foi aplicado a 445 alunos matriculados em turmas de 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, na disciplina de Física, em escolas da rede pública de ensino acima citadas.

Na Escola 1, o questionário foi aplicado em turmas de Física, do Ensino Médio, de escola da rede pública de ensino, no município de Araranguá, em Santa Catarina. Responderam ao questionário 166 alunos matriculados na disciplina.

Já na Escola 2, o questionário foi aplicado em turmas de Física do Ensino Médio, de escola pública de Educação Básica, no município de Balneário Arroio do Silva, em Santa Catarina. Responderam ao questionário 78 alunos matriculados na disciplina.

Na Escola 3, o questionário foi aplicado em turmas de Física do Ensino Médio de escola da rede pública de ensino no município de Araranguá, em Santa Catarina. Responderam ao questionário 201 alunos matriculados na disciplina.

6.1 INTERPRETAÇÃO DISCENTE QUANTO AOS DADOS DO QUESTIONÁRIO “AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA” ENTRE ESCOLAS 1, 2 e 3

Antes de entrar na breve interpretação dos dados das escolas em questão, vale lembrar que o campo central de estudo deste trabalho é a

“Escola Estadual Professor José Ignácio de Sousa”, Uberlândia-MG, que será designada simplesmente como “Referência” nessa seção.

Para facilitar a análise dos resultados, a tabela 7 apresenta um resumo dos valores percentuais gerais de cada escola, para as respostas obtidas no questionário (25 itens), a partir da escala tipo Likert de 5 pontos, apresentados anteriormente no Capítulo 5.

Tabela 7 - Resumo de valores gerais do questionário no seu total (25 itens).

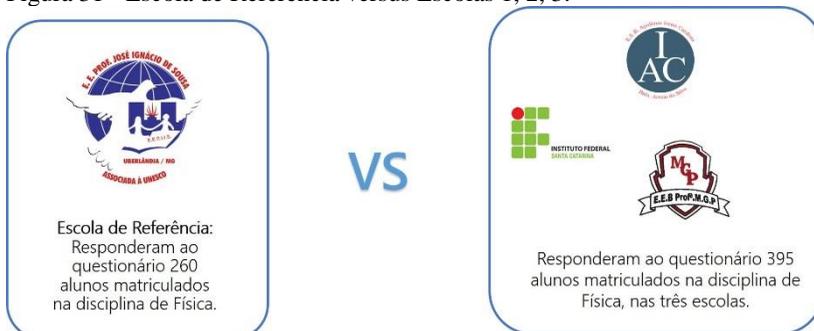
Descrição	Escola 1	Escola 2	Escola 3	Escola de Referência
Amostra/Respondentes	166	78	201	260
Alfa de Cronbach	0,85	0,92	0,87	0,83
Desvio padrão para a média dos itens	0,23	0,19	0,23	0,45
Coefficiente de Variação (Desvio Padrão %) itens	0,20	0,21	0,22	0,11

Fonte: Elaborado pelo autor.

Partindo do mesmo princípio do capítulo anterior, através do questionário, os alunos mostraram seu grau de concordância ou de rejeição por meio de uma escala que contou com cinco valores numéricos, com pontuações definidas no Capítulo 5.

O somatório das amostras das Escolas 1, 2 e 3 resultou em 395 respondentes (nº este que servirá como base aqui), que corresponde a 89% dos alunos matriculados nessas escolas, como é apresentado na figura 31.

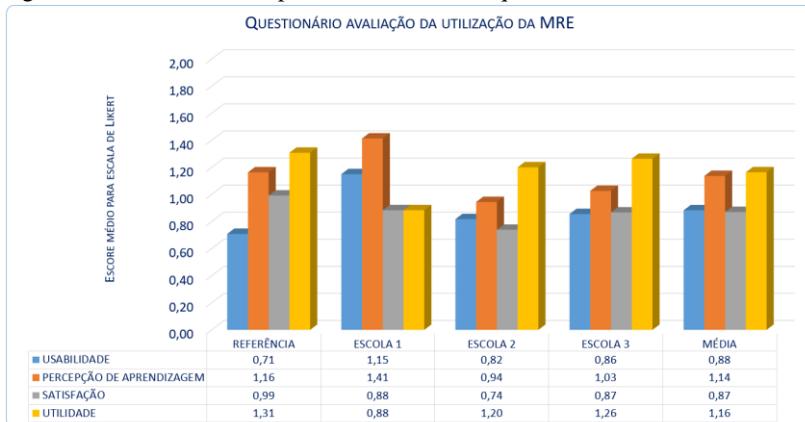
Figura 31 - Escola de Referência versus Escolas 1, 2, 3.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os escores médios, na escala de Likert, para as subescalas analisadas entre as escolas são apresentadas na figura 32.

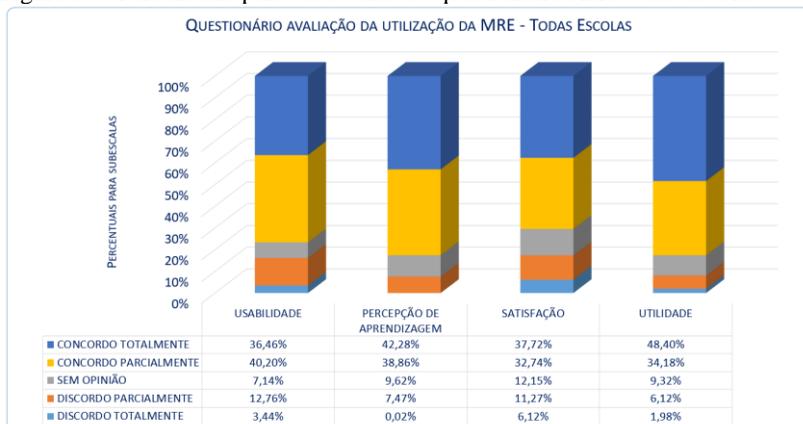
Figura 32 - Escores médios para as subescalas do questionário entre todas escolas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 33 apresenta valores percentuais para subescalas entre todas escolas. Destaca-se que somente 16,2% do total dos respondentes afirmaram discordar com relação aos itens de composição da Usabilidade dos recursos utilizados, e 17,39% discordaram sobre Utilidade. Entretanto, há uma tendência muito positiva quanto à posição dos alunos para os recursos usados.

Figura 33 - Percentuais para subescalas do questionário entre todas escolas.

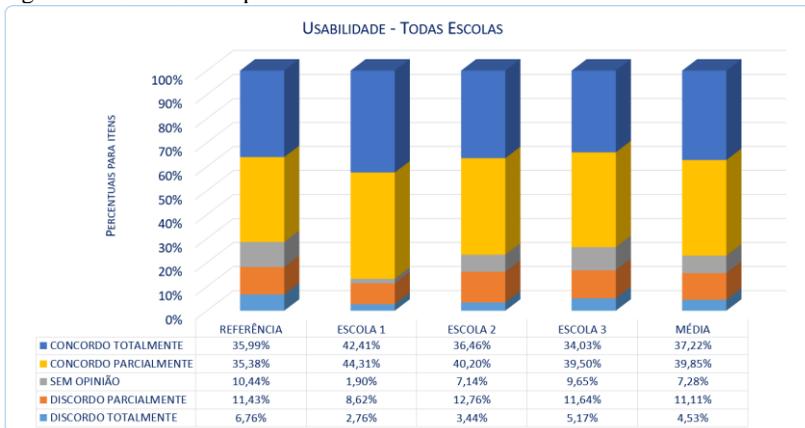


Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.1 Usabilidade – Todas Escolas

A figura 34 mostra os percentuais para as respostas dos alunos com relação aos itens de composição da Usabilidade entre todas escolas, sendo que, apenas 15,64% a média de desacordo total ou parcial com as afirmações sobre Usabilidade dos recursos usados.

Figura 34 - Percentuais para a subescala Usabilidade entre todas escolas.

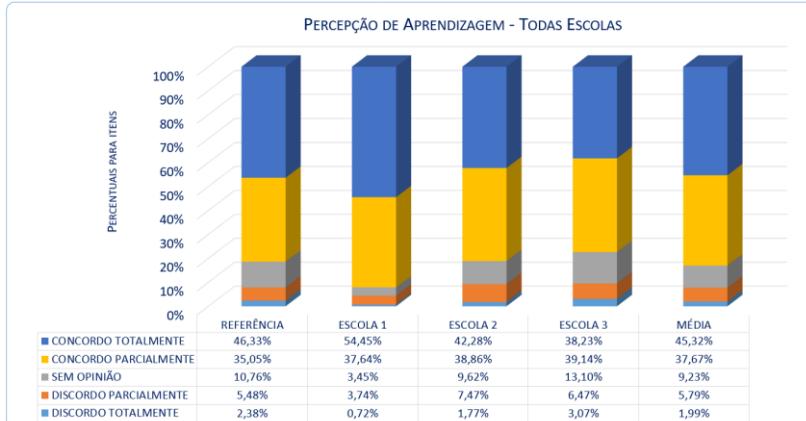


Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.2 Percepção de Aprendizagem – Todas Escolas

A figura 35 mostra os percentuais para as respostas dos alunos com relação aos itens de composição da Percepção de Aprendizagem entre todas escolas, sendo que, 82,99% da média dos respondentes afirmaram concordar com as afirmações sobre a Percepção de Aprendizagem dos recursos utilizados.

Figura 35 - % para a subescala Percepção de Aprendizagem entre todas escolas.

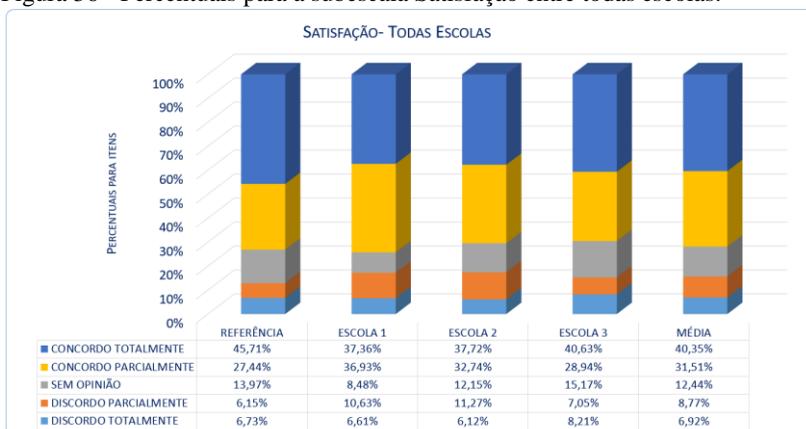


Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.3 Satisfação – Todas Escolas

A figura 36 mostra os percentuais para as respostas dos alunos com relação aos itens de composição da percepção de Satisfação entre todas escolas, sendo que, 71,86% da média dos respondentes afirmaram concordar com as afirmações sobre a percepção de Satisfação dos recursos usados.

Figura 36 - Percentuais para a subescala Satisfação entre todas escolas.

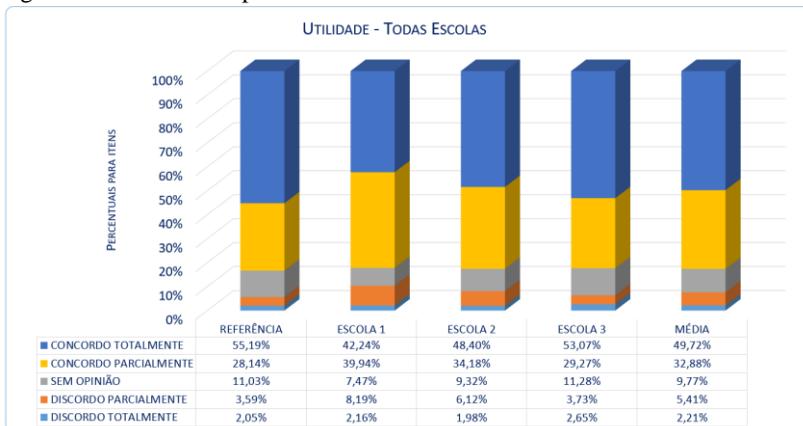


Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.4 Utilidade – Todas Escolas

A figura 37 mostra os percentuais para as respostas dos alunos com relação aos seis itens de composição da Utilidade entre todas escolas, sendo que, 82,06% da média dos respondentes afirmaram concordar com as afirmações sobre a percepção de Utilidade dos recursos utilizados.

Figura 37 - Percentuais para a subescala Utilidade entre todas escolas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em geral, tanto na Escola de Referência como nas Escolas 1, 2 e 3, a utilização da MRE foi aceita de forma positiva e gerou aprendizagem no ensino de Física.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial das novas tecnologias vem contribuindo para que os alunos compreendam, aceitem e valorizem a diversidade social e cultural. Percebe-se, claramente, que o verdadeiro potencial das novas tecnologias, na educação, reside efetivamente na sua integração, para assegurar a melhoria significativa da sua qualidade, uma vez que são ferramentas para o acesso ao conhecimento e potencializadores nos contextos de aprendizagem.

Neste contexto, objetivou-se com esta pesquisa apresentar e aplicar estratégia de utilização de Laboratórios Remotos, em disciplinas de Física na Educação Básica.

Para isso, primeiramente foi efetuado uma busca bibliográfica dos laboratórios virtuais, laboratórios remotos, entre outros aportes, contemplando o primeiro objetivo específico. Com base nesta busca foi possível perceber que o uso de laboratórios remotos vem contribuindo positivamente nos processos de ensino e aprendizagem em áreas STEM. Também importa ressaltar que não basta apenas usar os laboratórios virtuais e remotos nas escolas, de fato, é necessário integrá-los na prática pedagógica do professor, conhecer as estratégias de integração e, assim, proporcionar significativamente os processos de ensino e de aprendizagem, motivando os alunos para novas experiências práticas na sala de aula, aproximando-os do mundo real e moderno.

Em relação ao segundo e terceiro objetivo específico, pode-se fazer um levantamento e avaliação dos laboratórios remotos disponíveis e desenvolvidos pelo RExLab da UFSC com vistas a utilização nesta pesquisa. A partir destas informações foi possível definir com os professores da escola parceira os laboratórios remotos utilizados na validação desta pesquisa.

Na continuação, o quarto objetivo específico permitiu a elaboração de questionários utilizados junto participantes da pesquisa, a fim de, buscar perceber se os recursos disponibilizados e ações desenvolvidas contribuíram de forma positiva para o ensino e a aprendizagem.

A partir do desenvolvimento do quinto objetivo específico desta pesquisa, pode-se realizar a aplicação dos laboratórios remotos nas turmas de Ensino Médio definidas. Os laboratórios remotos forneceram aos alunos, o acesso remoto a experimentos físicos e o manuseio dos mesmos, sem restrições de tempo e lugar, o que resultou em aprendizagens idênticas ao obtido em laboratórios presenciais e, consequentemente, trouxe mais eficácia no processo de aprendizagem. Cabe ainda lembrar

que essa tecnologia proporcionou novas formas de aprender fora da sala de aula. Além disso, as aulas foram mais interativas, dinâmicas e atrativas, e isto fez com que os alunos se apegassem mais à disciplina – as aulas habituais foram trocadas.

Nesta perspectiva, o sexto objetivo específico foi aplicar, tabular e discutir os resultados obtidos nos instrumentos de coleta de dados aplicados. A partir dos dados das informações obtidas podemos responder a principal pergunta da pesquisa realizada, *que está relacionada “com a forma como os sujeitos desta pesquisa perceberam e descreveram a utilização dos LR nos processos de ensino e de aprendizagem de Física no Ensino Médio”*.

Os dados, aqui apresentados, apontaram que, através da utilização dos laboratórios remotos, os alunos demonstraram mais interesse na disciplina de Física, considerando também os benefícios que esse recurso ofereceu para os processos de ensino e de aprendizagem. Pois, raramente ocorriam práticas experimentais em Física. Para os professores, os laboratórios remotos inovaram em seus métodos de ensino, tornando-se uma ferramenta valiosa e auxiliar no processo de ensino.

Os resultados apontaram que a troca de ideias e interação dos alunos com a MRE foi válida e bem aceita, pois, de forma significativa, o LR é uma ferramenta tecnológica para inovar nos processos de ensino e de aprendizagem na disciplina de Física, na Educação Básica e áreas afins.

Por outro lado, para uma constante inovação usando esse recurso nas aulas de Física, em escolas públicas brasileiras, barreiras como a carência de laboratórios (de informática e de ciências) e o fraco sinal de internet precisam ser superadas.

Por fim, para trabalhos futuros, recomenda-se disseminar e compartilhar esta experiência, com o propósito de oportunizar maior número de escolas de Educação Básica, oferecendo aos alunos da rede pública e quicá, em escolas da rede privada também, para efetuar atividades práticas na disciplina de Física, através do uso de laboratórios remotos e, colaborar para o “ingresso e formação de qualidade desses alunos em cursos de graduação, nas áreas de STEM”, já que “estas são a base de formação das carreiras científicas e tecnológicas”. Há também outras possibilidades de análise de dados, utilizando outras ferramentas quantitativas.

O alfa de Cronbach já comprovou a confiabilidade do instrumento, pode-se realizar um estudo, utilizando a TRI – Teoria da Resposta ao Item bem como a análise de regressão linear múltipla e outras inúmeras

possibilidades, que a qualidade de seus dados e número de observações demonstram ter potencial de atender. Pois, o modelo gradual, utilizado para categorias de resposta em escala Likert é muito rico em termos de análise e apresentação de resultados.

No âmbito deste trabalho, pretende-se levar o Programa InTecEdu para Angola (país de origem do autor), a fim de estabelecer parcerias entre o RExLab da UFSC e escolas ou universidades angolanas, para aderência a este Programa, no sentido de contribuir com a aprendizagem móvel e a realização de atividades práticas mediante o uso de laboratórios remotos no ensino de áreas STEM.

REFERÊNCIAS

ADAMS BECKER, S. et al. **NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2017.

ALOWAYR, A.; MCCRINDLE, R. User interfaces for mobile learning in higher education in Saudi Arabia. **2016 International Conference On Information Society (i-society)**, [s.l.], p. 178-179, out. 2016. IEEE. Disponível em:
<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7854211&tag=1>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

BARRETO, R. G. Tecnologia e educação: trabalho e formação docente. **Educação & Sociedade**, v. 25, n. 89, p. 1181-1201, 2004. SCIELO. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/%0D/es/v25n89/22617.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistics notes: Cronbach's alpha. **British Medical Journal**, v. 314, n. 7080, p. 572, 1997.

BRASIL. **Resultados preliminares do Censo Escolar da Educação Básica 2017**. Publicado no Diário Oficial da União em 8 de setembro de 2017. Disponível em:
<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/09/2017&jornal=1&pagina=27&totalArquivos=752>>. Acesso: 03 fev. 2018.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CGI.br/NIC.br, Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), **Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios 2016**.

COLL, C. Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. **Boletín de la Institución Libre de Enseñanza**, v. 72, p. 17-40, 2008.

COLL, C. Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación. Una mirada constructivista. **SINÉCTICA**, n. 25, 2004.

CHEVALIER, A. et al. A Three-Year Feedback Study of a Remote Laboratory Used in Control Engineering Studies. **IEEE Transactions on Education**, [s.l.], v. 60, n. 2, p. 127-133, maio 2017. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7577834>>. Acesso em: 19 maio 2017.

COSTA, R. J.; ALVES, G. R. Remote and mobile experimentation: Pushing the boundaries of an ubiquitous learning place. **International Federation of Automatic Control**, 2006.

DAROS, M. R. et al. Remote experimentation in basic education using an architecture with Raspberry Pi. **2015 3rd Experiment International Conference (exp.at'15)**, [s.l.], p. 75-78, jun. 2015. IEEE. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7463218>>. Acesso em: 18 maio 2017.

DE LIMA, J. P. C. et al. Application of remote experiments in basic education through mobile devices. **In Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. IEEE, p. 1093-1096, 2014. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6576528>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

DZIABENKO, O. et al. Secondary School Needs in Remote Experimentation and Instrumentation. **IEEE**, p. 1-4, 2012. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6293105>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

ELAWADY, Y. H.; TOLBA, A. S. A general framework for remote laboratory access: A standarization point of view. **The 10th IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology**, [s.l.], p. 485-490, dez. 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=5153333>>. Acesso em: 22 maio 2017.

FARIAS, G. et al. Developing Networked Control Labs: A Matlab and Easy Java Simulations Approach. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, [s.l.], v. 57, n. 10, p. 3266-3275, out. 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7577834>>. Acesso em: 22 maio 2017.

FERNANDES, S. C. A. **As tecnologias de informação e comunicação no ensino e aprendizagem de história: possibilidades no ensino fundamental e médio**. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pedagogia, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2012. Disponível em: <<http://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/8236-as-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-no-ensino>>. Acesso em: 19 set. 2017.

FIDALGO, A. V. S.; ROCHANDEL, W.; SILVA, J. B. Remote experimentation using mobile devices. **2013 1st International Conference of The Portuguese Society for Engineering Education (cispee)**, [s.l.], p. 1-8, out. 2013. IEEE. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6701967>>. Acesso em: 18 maio 2017.

FREEMAN, A. et al. **NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K–12 Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2017.

FREEMAN, S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARCIA-ZUBIA, J. et al. Addressing Software Impact in the Design of Remote Laboratories. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, [s.l.], v. 56, n. 12, p. 4757-4767, dez. 2009. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=5711755>>. Acesso em: 22 maio 2017.

GARCIA-ZUBIA, J.; LOPEZ-DE-IPINA, D.; ORDUNA, P. Mobile Devices and Remote Labs in Engineering Education. **2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies**, [s.l.], p. 620-622, jul. 2008. Disponível em:

<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=4561785&tag=1>>. Acesso em: 16 maio 2017.

GEORGE, D.; MALLERY, P. **SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference**. 2003.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.lti.pro.br/userfiles/downloads/13_Livro_Metodos_de_Pesquisa.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, L.; BOGOSYAN, S. Current Trends in Remote Laboratories. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, [s.l.], v. 56, n. 12, p. 4744-4756, dez. 2009. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=5280206>>. Acesso em: 18 maio 2017.

HAIR JUNIOR, F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HECK, C. **Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica: um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel**. 2017. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017.

HICKS, S. D. Technology in today's classroom: are you a tech-savvy teacher? The Clearing House. **Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas**, v. 84, n. 5, p. 188-191, 2011.

HORA, H. R.; MONTEIRO, G.T.R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 85-103, jun. 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/viewFile/9321/825>>. Acesso em: 31 nov. 2017.

IBGE. Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 2000-2060; atualizado em 31/10/2013. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default_tab.shtm>. Acesso: 03 fev. 2018.

JINKS, R. Developing experimental skills in engineering undergraduates. **Engineering Science & Education Journal**, [s.l.], v. 3, n. 6, p. 287-290, 1 dez. 1994. Institution of Engineering and Technology (IET). Disponível em:

<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=338521>>. Acesso em: 16 maio 2017.

KÄRKKÄINEN, K.; VINCENT-LANCRIN, S. (2013). Sparking Innovation in STEM Education with Technology and Collaboration: A Case Study of the HP Catalyst Initiative. **OECD Education Working Papers**, n. 91, 2013. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1787/5k480sj9k442-en>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

KAZMIERKOWSKI, M. P. Using Remote Labs in Education (Zubia, J.G. and Alves, G.R.; 2011) [Book News]. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 67-68, mar. 2013.

KINCHIN, I. M. Avoiding technology-enhanced non-learning. **British Journal of Educational Technology**, v. 43, n. 2, 2012.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**. v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LIMA, M. R.; SILVA, N. I.; ARAÚJO, R. K. **S.O impacto uso das tecnologias no aprendizado dos alunos do ensino fundamental** in. 2008. Trabalho Apresentado em Congresso. Disponível em: <https://www.ufpe.br/ce/images/Graduacao_pedagogia/pdf/2007.2/o_impacto_do_uso_das_tecnologias_no_aprendizado_dos_alunos_do_ensino_fundamental_i.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.

LÓPEZ, S.; CARPEÑO, A.; ARRIAGA, J. Laboratorio Remoto eLab3D: un Mundo Virtual Inmersivo para elAprendizaje de la Electrónica. **IEEE: 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)**, Porto, p. 100-105,

fev. 2014. Disponível em:

<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6784234&tag=1>>. Acesso em: 16 maio 2017.

MANCHIKANTI, P; KUMAR, B. R.; SINGH, V. Role of Virtual Biology Laboratories in Online and Remote Learning. **2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (t4e)**, [s.l.], p. 136-139, dez. 2016. Disponível em:

<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7814810>>. Acesso em: 22 maio 2017.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de Psicologia**, Portugal, v. 1, n. 4, p. 65-90, 2006. Disponível em:

<<http://publicacoes.ispa.pt/index.php/lp/article/viewFile/763/706>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2006.

MARTINS, T. A. et al. Avaliação das condicionantes de retenção dos alunos de engenharia da UTFPR: bases para propostas interventivas. In: **Congressos CLABES**. 2014. Disponível em: <WWW://clabes2014-alfaguia.org.pa>. Acesso: 15 jan. 2017.

MATTHIENSEN, A. **Uso do Coeficiente Alfa de Cronbach em Avaliações por Questionários**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2011. 31 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 48). Biblioteca(s):

Embrapa Roraima. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/936813/1/DOC482011ID112.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2017.

MELOROSE, J., PERROY, R.; CAREAS, S. **McKeachie's teaching tips: strategies, research, and theory for college and university teachers**, Statew. Agric. L. Use Baseline, v. 1, n. 13, p. 388, 2015.

MORAN, J. M. Las nuevas tecnologías y el re-encantamiento del mundo. (Trad. Violetta Vega). **Aletheia: Revista de desarrollo humano, educativo y social contemporâneo**, Colombia, v. 3, n. 01, p. 120-127, jun. 2011. Disponível em:

<<http://aletheia.cinde.org.co/index.php/ALETHEIA/article/view/37/34>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

MORAN, J. M. **Mudar a forma de ensinar e de aprender com tecnologias: Transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial-virtual**. 2008. Disponível

em:<<http://www.portal.educacao.salvador.ba.gov.br/site/documentos/espaco-virtual/espaco-edu-com-tec/artigos/mudar%20a%20forma%20de%20ensinar%20e%20aprender.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

MOTIWALLA, L. F. Mobile learning: A framework and evaluation. **Comput. Educ.**, v. 49, n. 3, p. 581–596, 2007.

NAFALSKI, A.; MACHOTKA, J.; NEDIC, Z. Collaborative Remote Laboratory NetLab for Experiments in Electrical Engineering. **Using Remote Labs in Education. Two Little Ducks in Remote Experimentation**, p. 177-199, 2011.

NICOLETE, P. C. et al. Mobile remote experimentation applied to Basic Education. **2015 3rd Experiment International Conference (exp.at'15)**, [s.l.], p. 266-271, jun. 2015. IEEE. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7463277>>. Acesso em: 18 maio 2017.

NICOLETE, P. C. **Integração de tecnologia na educação: Grupo de trabalho em experimentação remota móvel (GT-MRE) um estudo de caso**. 2016. 221 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/171704/343054.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

OEI. **A Integração das TIC na escola: indicadores qualitativos e metodologia de pesquisa**. Brasília: Organização dos Estados Iberoamericanos, 2011.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Paris, **Education at a Glance**: 2008.

France. <<http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/41284038.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

PETERSON, R. A. A meta-analysis of Cronbach's coefficient alpha. **Journal of Consumer Research**, v. 21, n. 2, p. 381-391, 1994.

PLAUSKA, G. C. **Experimento e aprendizagem: Uma aula introdutória à mecânica dos fluidos**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PRADO, M. E. B. B. **Articulações entre áreas de conhecimento e tecnologia. Articulando saberes e transformando a prática**. In: ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; MORAN, José Manuel (Org.). Integração das tecnologias na educação. Brasília: Ministério da Educação/SEED/TV Escola/Salto para o Futuro, 2005. cap. 1, artigo 1.8, p. 54-58. Disponível em: <http://www.virtual.ufc.br/cursouca/modulo_4_projetos/conteudo/unidade_1/Eixo1-Texto12.pdf>. Acesso em: 19 set. 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book Metodologia do Trabalho Cientifico.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

RELA, E. et al. **Tecnologias da informação e comunicação: aprendizagem por projetos interdisciplinares na prática pedagógica**. In: XI Seminário Internacional em Educação, 10., 2006, Cachoeira do Sul. Painele. Cachoeira do Sul: Sieduca, p. 1-8, 2006.

RESEARCH, H. **Technology Integration Frameworks for the K-12 Curriculum**. 2013.

RESNICK, M. **Rethinking learning in the digital age**, in G. Kirkman (Ed.), The Global Information Technology Report: Readiness for the Networked World. Oxford, UK: Oxford University Press, 2002.

ROCHADEL, W. et al. Utilization of remote experimentation in mobile devices for education. In **Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. IEEE, p. 1-6, 2012.

RODRÍGUEZ, A. S.; MOLINA, Diego M.; ALFARO, J. G. Laboratório experimental: Lessons learned after two years encouraging undergraduate research in computer engineering. **2016 Xlii Latin American Computing Conference (clei): IEEE**, [s.l.], p. 12-18, out. 2016. Disponível em:
<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7833387>>.
Acesso em: 16 maio 2017.

RODRIGUEZ-ANDINA, J. J.; GOMES, L.; BOGOSYAN, S. Current Trends in Industrial Electronics Education. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, [s.l.], v. 57, n. 10, p. 3245-3252, out. 2010. Disponível em:
<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=5504840>>.
Acesso em: 22 maio 2017.

RUBIO, E. et al. Remote laboratories for control education: Experience at the universidad del Bío-Bío. **2016 IEEE International Conference On Automatica (ica-acca)**, [s.l.], p.1-6, out. 2016. Disponível em:
<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7778444>>.
Acesso em: 22 maio 2017.

SAMUELSEN, D. A. H.; GRAVEN, O. H. Adopting an exercise program for electronics engineering education utilising remote laboratories for the age of MOOC. **2016 IEEE Frontiers In Education Conference (fie)**, [s.l.], p. 1-7, out. 2016. Disponível em:
<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7757578&tag=1>>.
Acesso em: 22 maio 2017.

SAMUELSEN, D. A. H.; BJORK, J.; GRAVEN, O. H. Work in progress: Simple software solution for accessing remote lab on mobile devices. **2014 IEEE International Conference on Teaching, Assessment And Learning For Engineering (tale)**, [s.l.], dez. 2014. Disponível em:
<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7833387>>.
Acesso em: 18 maio 2017.

SANTOS, A. M. T. B.; SILVA, I. T. **Forma engenharia: projeto scada incentivo para estudantes de ensino médio a cursarem engenharia.** In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35., 2015, Fortaleza, Ce. Anais. Rio de Janeiro: Abepro, 2015. p. 1-18. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_215_271_28013.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2017.

SANYAL, B. C. **New functions of higher education and ICT to achieve education for all**, in proceedings the Expert Roundtable on University and Technology-for-Literacy/Basic Education Partnership in Developing Countries, International Institute for Educational Planning, September 2001.

SILVA 2017. INTECEDU – **Programa de Integração de Tecnologia na Educação: Relatório Intermediário de acompanhamento de atividades.** Edital PROEXT 2016 - Programa de Apoio à Extensão Universitária MEC/SESu. 2017.

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

SILVA JÚNIOR, S. D.; COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. **PMKT - Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, São Paulo, v. 15, p. 1-16, out. 2014. Disponível em: <<http://sistema.semead.com.br/17semead/resultado/trabalhosPDF/1012.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2017.

SIMÃO, J. P. S. et al. Utilização de Experimentação Remota Móvel no Ensino Médio. **RENOTE**, v. 11, n. 1, 2013.

SOUZA, I. M. A.; SOUZA, L. V. A. O uso da tecnologia como facilitadora da aprendizagem do aluno na escola. **Revista Fórum Identidades**, Itabaiana, Se, v. 8, n. 4, p. 127-142, dez. 2010.

TEODOROSKI, R. C. C.; COSTA, J. S. **A educação superior na era digital: a tecnologia a favor da construção do conhecimento.** In: XIII Coloquio de gestión universitaria en américas, 8, 2012, México. Anais. Florianópolis: UFSC, 2012. p. 1 - 9. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/114679>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

TIC KIDS ONLINE BRASIL [livro eletrônico] : **pesquisa sobre o uso da internet por crianças e adolescentes no Brasil 2016** = ICT Kids Online Brazil : survey on Internet use by children in Brazil 2016 / Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. -- São Paulo : Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2017. Disponível em: <http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_KIDS_ONLINE_2016_LivroEletronico.pdf>. Acesso: 22 jan. 2018.

TOMPSETT, C. On the educational validity of research in the educational technology. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 16, n. 3, p. 179-190, 2013.

UNESCO. **Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel**. Paris 07 SP, France: 2014.

UNICEF. **10 desafios do ensino médio no Brasil: para garantir o direito de aprender de adolescentes de 15 a 17 anos** / [coordenação Mário Volpi, Maria de Salette Silva e Júlia Ribeiro]. – 1. ed. – Brasília, DF: UNICEF, 2014. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/pt/10desafios_ensino_medio.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2018.

VIRVOU, M.; ALEPIS, E. Mobile educational features in authoring tools for personalised tutoring, **Comput. Educ.**, v. 44, n. 1, p. 53–68, 2005.

WANG, N. et al. Design of a New Mobile-Optimized Remote Laboratory Application Architecture for M-Learning. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, [s.l.], v. 64, n. 3, p. 2382-2391, mar. 2017. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7605517>>. Acesso em: 23 maio 2017

WANG, F.; ZHOU, C. **A theoretical study on development of Information and Communication Technology (ICT)-supported education systems**. In Fuzzy Systems and Knowledge Discovery

(FSKD), 2013 10th International Conference on. IEEE, p. 1080-1084, 2013.

WANG, Y. S., WU, M. C.; WANG, H. Y. Investigating the determinants and age and gender differences in the acceptance of mobile learning, **Br. J. Educ. Technol.**, v. 40, n. 1, p. 92-118, 2009.

WELCH, S.; COMER, J. C. **Quantitative methods for public administration: techniques and applications**. Fort Worth, Harcourt Brace College Publishers. 1988.

ZAHARIEV, P. et al. **ICT Convergence Challenges in Education and their Impact on both Instructors and Students**. Proc. 24th Int. Conf. Eur. Assoc. Educ. Electr. Inf. Eng. EAEEIE 2013, p. 193–197, 2013.

ZUTIN, Danilo Garbi et al. Lab2go — A repository to locate educational online laboratories. **IEEE EDUCON 2010 Conference**, [s.l.], p. 1741-1746, abr. 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=5492412>>. Acesso em: 26 maio 2017.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE “AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA MÓVEL”

Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel.

O questionário, a seguir, é formado por diversos elementos em forma de afirmações, sobre os quais deve ser expresso seu grau de concordância e decida se concorda totalmente (CT), concordar parcialmente (CP), discorda totalmente (DT), discorda parcialmente (DP), sem opinião (SO).

O questionário divide-se em quatro etapas: a usabilidade, a percepção da aprendizagem, a satisfação e a utilidade. Sendo assim, gostaríamos de conhecer sua avaliação sobre o uso da experimentação remota na disciplina de Física.

Usabilidade

Questão	CT	CP	SO	DP	DT
1. Para mim, foi simples usar o experimento remoto.					
2. Não encontrei problemas para executar as ações que desejava no experimento remoto.					
3. A conexão de internet dificultou o acesso ao experimento remoto.					
4. O tempo de espera na fila do experimento remoto dificultou a realização das atividades.					
5. As informações contidas na tela contribuíram para manusear o experimento.					
6. O tempo de execução do experimento remoto foi suficiente para realizar minhas atividades.					
7. Os tempos de resposta para minhas ações de interação com o experimento remoto foram razoáveis;					

Percepção de Aprendizagem

Questão	CT	CP	SO	DP	DT
8. A experimentação remota melhorou minha compreensão dos conceitos teóricos que foram abordados na prática.					
9. A experimentação remota ajudou a relacionar os conceitos estudados em sala de aula com o meu cotidiano.					
10. O experimento remoto contribuiu para minha aprendizagem.					
11. A experimentação remota foi uma experiência de aprendizagem eficaz.					
12. As habilidades adquiridas foram valiosas para minha aprendizagem.					
13. A forma como o experimento foi abordado em sala de aula contribui para a resolução de problemas.					

Satisfação

Questão	CT	CP	SO	DP	DT
14. Em geral, estou satisfeito com o experimento remoto.					
15. A experimentação remota foi relevante para meus estudos.					
16. A experimentação remota aumentou minha motivação em aprender física.					
17. Aconselharia meus colegas a utilizar o experimento remoto.					
18. Gostaria de utilizar outros experimentos remotos na disciplina de Física.					
19. O experimento remoto melhorou a comunicação com meus colegas.					

Utilidade

Questão	CT	CP	SO	DP	DT
20. Fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não remoto.					
21. Creio que é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial.					
22. A possibilidade de acessar o laboratório remoto, em qualquer momento do dia e de qualquer lugar, é muito útil para planejar melhor o tempo de estudo.					
23. O laboratório remoto me possibilitou realizar aulas experimentais na disciplina de Física.					
24. A realização de experimentos, em um laboratório remoto, pode melhorar o desempenho em um laboratório real.					
25. O laboratório de experimentação remota pode proporcionar novas formas de aprender.					

**APÊNDICE B – RESPOSTAS DOCENTE DO QUESTIONÁRIO
DE “AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO
REMOTA MÓVEL”**

Questionário de avaliação da utilização da experimentação remota móvel, respondido pelos professores nas disciplinas de Física.

	Itens	P1	P2
1	Para mim, foi simples usar o experimento remoto.	5	2
2	Não encontrei problemas para executar as ações que desejava no experimento remoto.	4	4
3	A conexão de internet dificultou o acesso ao experimento remoto.	4	4
4	O tempo de espera na fila do experimento remoto dificultou a realização das atividades.	4	2
5	As informações contidas na tela contribuíram para manusear o experimento.	5	2
6	O tempo de execução do experimento remoto foi suficiente para realizar minhas atividades.	5	2
7	Os tempos de resposta para minhas ações de interação com o experimento remoto foram razoáveis.	1	5
8	A experimentação remota melhorou minha compreensão dos conceitos teóricos que foram abordados na prática.	5	4
9	A experimentação remota ajudou a relacionar os conceitos estudados em sala de aula com o meu cotidiano.	5	5
10	O experimento remoto contribuiu para minha aprendizagem.	5	5
11	A experimentação remota foi uma experiência de aprendizagem eficaz.	5	4
12	As habilidades adquiridas foram valiosas para minha aprendizagem.	5	2

13	A forma como o experimento foi abordado em sala de aula contribui para a resolução de problemas.	5	5
14	Em geral, estou satisfeito com o experimento remoto.	5	4
15	A experimentação remota foi relevante para meus estudos.	5	5
16	A experimentação remota aumentou minha motivação em aprender física.	5	5
17	Aconselharia meus colegas a utilizar o experimento remoto.	5	5
18	Gostaria de utilizar outros experimentos remotos na disciplina de Física.	5	5
19	O experimento remoto melhorou a comunicação com meus colegas.	5	5
20	Fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não remoto.	5	5
21	Creio que é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial.	5	2
22	A possibilidade de acessar ao laboratório remoto, em qualquer momento do dia e de qualquer lugar, é muito útil para planejar melhor o tempo de estudo.	5	5
23	O laboratório remoto me possibilitou realizar aulas experimentais na disciplina de Física.	5	4
24	A realização de experimentos, em um laboratório remoto, pode melhorar o desempenho em um laboratório real.	5	5
25	O laboratório de experimentação remota pode proporcionar novas formas de aprender.	5	5

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE “RELATO DOCENTE
QUANTO AO USO DA EXPERIMENTAÇÃO REMOTA
MÓVEL”**

O questionário, a seguir, tem como finalidade avaliar, de modo geral, os pontos fortes e fracos quanto ao uso da experimentação remota móvel. Sendo assim, gostaríamos de conhecer seu relato sobre o uso da experimentação remota móvel nas disciplinas de Ciências lecionadas.

Por favor, responda as seguintes perguntas:

1. Indique pontos fortes quanto ao uso da experimentação remota móvel.

2. Indique pontos fracos em relação ao uso da experimentação remota móvel.

ANEXO A – ESTATÍSTICA DE ALUNOS MATRICULADOS

Totalização de Alunos Enturmadados		Período Letivo:
EE Professor Jose Ignácio de Sousa		2017
R Osório José da Cunha, 631, Brasil, Uberlândia - MG Telefone:(34)32323564		Pág.: 1
SRE UBERLÂNDIA		Data: 12/12/2017
Tipo de Ensino ENSINO REGULAR - ENSINO MÉDIO		
MANHÃ		799
TARDE		339
NOITE		255
Total de Alunos:		1393
Tipo de Ensino ENSINO REGULAR - ENSINO FUNDAMENTAL		
TARDE		306
Total de Alunos:		306

Totalização de Alunos Enturmadados		Período Letivo:
EE Professor Jose Ignácio de Sousa		2017/2
R Osório José da Cunha, 631, Brasil, Uberlândia - MG Telefone:(34)32323564		Pág.: 1
SRE UBERLÂNDIA		Data: 12/12/2017
Tipo de Ensino EDUCACAO DE JOVENS E ADULTOS (EJA) -		
NOITE		96
Total de Alunos:		96

ANEXO B – FOTOS DA APLICAÇÃO DO PROJETO

