UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

PAULO ROGÉRIO DA SILVA

Um Estudo da Experimentação em Física por Acesso Remoto

Lorena

2020

PAULO ROGÉRIO DA SILVA

Um Estudo da Experimentação em Física por Acesso Remoto

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-graduação em Projetos Educacionais de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

Versão Corrigida

Lorena

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Paulo Rogério da

Um estudo da experimentação em física por acesso remoto / Paulo Rogério da Silva; orientador Marco Aurélio de Avarenga Monteiro - Versão Corrigida. - Lorena, 2020.

81 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2020

1. Ensino de ciências. 2. Novas tecnologias digitais de informação e comunicação. 3. Laboratório controlado remotamente. 4. Ensino de física. I. Título. II. Monteiro, Marco Aurélio de Avarenga, orient.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida que sempre estiveram me conduzindo e fortalecendo na superação dos obstáculos. Cada palavra digitada nestas páginas são frutos de muitas bênçãos, dedicação e trabalho de quem ama a Educação.

Dedico também, à minha esposa Ainoã Tamar Batista Silva, minha linda e amada filha Giovanna, minha mãe Maria Aparecida e a meus irmãos Eduardo e João, que estão participando desse processo com muita paciência e apoio.

Por fim, deixo aqui, uma palavra que sempre esteve comigo neste percurso:

“Tu, Senhor, guardarás em perfeita paz aquele cujo propósito está firme, porque em ti confia”

Isaías 26:3

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof.^o Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro pela orientação e atuação neste trabalho.

A todos os professores do programa que, por meio das disciplinas ministradas, contribuíram para meu crescimento acadêmico.

As Instituições de Ensino que trabalho, Colégio Drummond e Escola Estadual Prof.^a Alice Vilela Galvão que, por meio dos seus gestores, sempre apoiaram, e proporcionaram condições para a realização do Mestrado.

“A percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências. O homem que não tem os olhos abertos para o misterioso passará pela vida sem ver nada.”

Albert Einstein

RESUMO

Silva, Paulo Rogério da. **Um estudo da experimentação em física por acesso remoto**. 2020. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

Segundo as orientações contidas nas competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, deve ser contextualizado, possibilitando que o aluno aprenda analisar situações problemas, aplique o conhecimento adquirido no mundo, torne-se letrado cientificamente e saiba se comunicar por meio das diferentes TDIC. Neste sentido, atividades experimentais agrega ao pensamento do aluno elementos da realidade e de experiência pessoal, e preenche lacunas cognitivas dos conhecimentos. Contudo, as escolas brasileiras, de forma geral, sejam elas particulares ou públicas, não possuem estrutura adequada para a realização de atividades experimentais que abordam conteúdos de Física Básica. Neste trabalho, apresentamos um experimento que oferece condições de estudo do Efeito Fotoelétrico que pode ser acessado por qualquer aluno ou professor de qualquer lugar do mundo, em qualquer horário, desde que disponha de um dispositivo que o conecte à internet. A intenção é realizar um estudo de avaliação do seu impacto educacional em turmas de ensino médio de uma escola pública, comparando as suas possíveis contribuições em relação àquelas promovidas por um experimento parecido, só que realizado presencialmente. A presente pesquisa, será aplicada em duas turmas da 3ª série do Ensino Médio, por meio de atividade experimental presencial para a 3ª série A, e controlada remotamente para 3ª série B. A aplicação aconteceu em quatro etapas, sendo a 1ª etapa: aula sobre o efeito fotoelétrico; a 2ª etapa: aplicação do pré-teste; a 3ª etapa: aplicação do experimento convencional e o remoto; a 4ª etapa: aplicação do pós-teste. Importante destacar que a turma do terceiro ano A, após a realização do pós-teste, realizou o experimento controlado remotamente, e a turma do terceiro ano B, realizou o experimento presencial. Também, aplicamos um questionário de opinião para o Professor aplicador e para os alunos. Os resultados demonstraram que atividade experimental remota, possibilitou aos alunos um ganho de aprendizagem superior ao da atividade experimental presencial convencional. Interpretamos esse resultado como um fator decorrente da motivação dos alunos em fazer uma atividade inovadora.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Novas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. Laboratório controlado remotamente. Ensino de Física.

ABSTRACT

Silva, Paulo Rogério da. **A study of experimentation in physics by remote access**. 2020. 81 p. Dissertation (Master of Science) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

According to the guidelines contained in the competencies of the National Common Curricular Base (BNCC), the teaching of Natural Sciences and its Technologies must be contextualized, allowing the student to learn to analyze problem situations, apply the knowledge acquired in the world, become scientifically literate and know how to communicate through the different TDIC. In this sense, experimental activities add elements of reality and personal experience to the student's thinking and fill cognitive gaps in knowledge. However, Brazilian schools, in general, whether private or public, do not have an adequate structure for carrying out experimental activities that address basic physics content. In this work, we present an experiment that offers conditions to study the Photoelectric Effect that can be accessed by any student or teacher from anywhere in the world, at any time, as long as you have a device that connects you to the internet. The intention is to carry out a study to evaluate its educational impact in high school classes at a public school, comparing their possible contributions in relation to those promoted by a similar experiment, only performed in person. The present research, will be applied in two classes of the 3rd grade of High School, by means of classroom experience for the 3rd grade A, and remotely controlled for the 3rd grade B. The application happened in four stages, being the 1st stage: class on the photoelectric effect; the 2nd stage: application of the pre-test; the 3rd stage: application of the conventional and the remote experiment; the 4th stage: application of the post-test. It is important to highlight that the third year class A, after performing the post-test, performed the remotely controlled experiment, and the third year class B, performed the face-to-face experiment. Also, we applied an opinion questionnaire for the teacher and the students. The results showed that remote experimental activity, enabled students to gain a higher learning than the conventional classroom experience. We interpret this result as a factor resulting from the students' motivation to do an innovative activity.

Keywords: Science teaching. New Digital Information and Communication Technologies. Remote controlled laboratory. Physics teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Competências Gerais da Nova BNNC.....	30
Figura 2 – Esquema de um laboratório remoto.....	36
Figura 3 – Esquema de funcionamento de um laboratório remoto.....	37
Figura 4 – Modelo do circuito para o experimento.....	46
Figura 5 – Esquema de coleta de dados.....	47
Figura 6 – Foto do dispositivo montado para o experimento presencial.....	49
Figura 7 – Laboratório de informática da escola.....	49
Figura 8 – Experimento controlado Remotamente.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos valores de D- Cohen	53
Tabela 2 – Dados da média do pré e do pós-teste e a medida de D-Cohen da turma do 3o A	55
Tabela 3 – Dados da média do pré e do pós-teste e a medida de D-Cohen da turma do 3o B	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Desempenho dos alunos do 3º A no pré e pós-teste	54
Gráfico 2 – Desempenho dos alunos do 3º B no pré e pós-teste	55
Gráfico 3 – Opinião dos alunos sobre a facilidade em acessar o experimento controlado remotamente	59
Gráfico 4 – Opinião dos alunos sobre a qualidade dos recursos de apoio disponibilizados para auxiliar os estudantes a realizar o experimento	60
Gráfico 5 – Opinião dos alunos sobre o potencial do experimento remoto para o entendimento do conteúdo estudado.....	61
Gráfico 6 – Opinião dos alunos sobre o experimento presencial trazer melhor contribuição para a aprendizagem do que o experimento remoto	62
Gráfico 7 – Opinião dos alunos sobre o experimento presencial e remoto contribuírem na mesma proporção para a aprendizagem	63

LISTA DE SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EAD	Educação a distância
LED	Light emitting diode
LMS	Learning management system
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
NTIC	Novas tecnologias da informação e comunicação
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PISA	Programme for International Student Assesment
TIC	Tecnologia da informação e comunicação
TDIC	Tecnologia Digital da informação e comunicação
UNESP	Universidade Estadual Paulista

Sumário

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 Objetivo Geral	26
1.2 Objetivos específicos	26
2 AS NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TDIC	27
2.1 As Novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDIC - Como ferramenta pedagógica na educação	29
2.2 O uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação TDIC no ensino de Física	32
3 LABORATÓRIO REMOTO COMO SOLUÇÃO PARA EXPERIMENTAÇÃO.	35
3.1 Experimentação remota	35
3.2 Laboratório remoto e o ensino a distância	38
3.3 Implementação do laboratório remoto em situação real de sala de aula - vantagens e desafios	39
4 MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.1 O estudo de caso como método de pesquisa	42
4.2 Público alvo	44
4.3 Procedimentos metodológicos	44
4.3.1 O experimento	45
4.3.2 Instrumentos para coleta de dados	47
4.3.3 Atividades desenvolvidas em sala de aula: contextos da intervenção da coleta de dados	48
4.3.4 Metodologia de análise de dados	51
5 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE B	79

1 INTRODUÇÃO

Não podemos mais pensar a sociedade contemporânea sem a presença da tecnologia no cotidiano das pessoas, já que estamos inseridos em uma cultura digital que tem transformado de maneira profunda nossos hábitos e comportamentos. Para Rich (2013) nossa sociedade atual comunica-se e informa-se utilizando o mundo digital; por isso, preparar o indivíduo para atuar no mundo digital é fundamental no sentido de formá-lo para o exercício da cidadania.

Para Magalhães e Geller (2009), as novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação – TDIC – nos proporcionam ferramentas de acesso ao conhecimento de maneira rápida e eficaz, sob esta perspectiva, torna-se imperativo maior investimento na Educação Básica, tanto em equipamentos quanto em formação docente. Como destaca Monteiro (2017), as escolas públicas, em sua maioria, ainda contam com aulas tradicionais e estruturas obsoletas. Sendo assim, o desenvolvimento de novas metodologias, com emprego de tecnologias digitais, é imprescindível para o desenvolvimento de uma educação de qualidade.

Moran (2004) afirma que associar recursos tecnológicos à educação pode ser uma maneira de proporcionar uma melhoria na qualidade do ensino. No ensino das Ciências Naturais, que engloba Física, Química e Biologia, a experimentação enriquece de maneira significativa aprendizagem, e, muitas vezes, não temos ferramentas para realizá-las. (ARAÚJO; ABIB, 2003). Neste contexto, as Novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação TDIC tornam-se importantes recursos para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem.

A Educação Básica brasileira vive momentos difíceis no que diz respeito a qualidade do ensino. Esta situação está evidenciada quando analisamos os resultados das avaliações externas aplicadas nas escolas. Uma dessas avaliações é realizada pelo Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) promovido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e tem por objetivo verificar o nível de conhecimentos, habilidades e competências de alunos na faixa etária dos 15 anos, por meio de provas de Leitura, Matemática e Ciências. O PISA tem sido utilizado como referência para avaliar a qualidade da educação oferecida aos cidadãos de 79 países dos cinco diferentes continentes.

Em 2018, o Brasil ficou entre os piores colocados. Em Leitura ficou na posição 57, em Matemática na posição 70 e em Ciências na posição 66 (BRASIL, 2018).

Segundo o relatório do Pisa (2018, p. 37), “Letramento científico é a capacidade de se envolver com as questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como cidadão reflexivo”. Portanto, para um cidadão tornar-se letrado cientificamente, é preciso que o ensino de Ciências não seja limitado a um conjunto de enunciados e regras, mas que se amplie para horizontes que contemplem a aplicação social desses conhecimentos, bem como seus impactos no cotidiano das pessoas e no meio ambiente. A ausência do letramento científico, fica evidente nos baixos níveis de proficiências da Educação Básica, aferidos nos resultados das avaliações externas.

Partindo das reflexões realizadas, é necessário termos um olhar para o que está sendo praticado em nossas escolas, enquanto formação do aluno. Em particular no ensino médio, em física, que é um componente curricular da área das Ciências naturais, o ensino é pautado por meio de conceitos, leis e fórmulas, sem contextualização com a realidade de mundo vivida pelo aluno – o que faz deste um processo vazio e sem significados. A escola ainda privilegia a teoria, utilizando as fórmulas em situações artificiais e resolução de exercícios repetitivos. Neste sentido, o aprendizado ocorre pela memorização e o conhecimento que deveria ser desenvolvido pelas competências e habilidades, torna-se mecânico e engessado. Outro ponto a se destacar é a carga horária disponibilizada para o ensino deste componente: com poucas aulas (02 semanais) e sem aprofundamento, o diálogo a ser construído com o aluno para o aprimoramento de competências, nesta disciplina, torna-se prejudicado.

Para Gaspar e Monteiro (2005), a atividade experimental agrega ao pensamento do aluno elementos de realidade e de experiência pessoal, possibilitando o preenchimento de lacunas cognitivas dos conhecimentos científicos, enriquecendo e fortalecendo os conhecimentos espontâneos associados às atividades. Assim, quando utilizamos atividades experimentais nas aulas de ciências naturais, o aluno torna-se mais motivado e conectado com sua realidade, e o conhecimento é construído com maior significado, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais prazerosos. O que dificulta o

desenvolvimento destas práticas, é a falta de infraestrutura nas escolas e, a preparação dos professores para o uso de novas metodologias e tecnologias.

Em minha experiência na Educação Básica atuando como professor, coordenador pedagógico e diretor de escola, observei a escassez de laboratório da área de Ciências nas Escolas Públicas. De acordo com o Censo Escolar/INEP 2017, apenas 11,5% das escolas de ensino fundamental e 45,4% das escolas de ensino médio do Brasil dispõem de laboratórios de Ciências. Por outro lado, a quantidade de laboratório de informática é significativamente maior: no ensino fundamental 46,8% e no ensino médio 79,9%. (BRASIL, 2017). Esta situação expõe a dificuldade da utilização do laboratório de Ciências como uma ferramenta de ensino.

Ao dar continuidade aos meus estudos em nível de pós-graduação no Programa de Projetos Educacionais de Ciências na Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, conheci as pesquisas realizadas na UNESP/Guaratinguetá sobre laboratórios controlados remotamente e me interessei em estudar como a utilização destes recursos pode contribuir com o desenvolvimento das oportunidades de se oferecer um ensino de Ciências de maior qualidade. Por esse motivo, nesta pesquisa, resolvemos estudar o laboratório remoto da Universidade Estadual Paulista (UNESP) como uma alternativa de ferramenta de tecnologia educacional para a realização de experimentos no ensino de Física em escolas que não possuem laboratórios convencionais.

O *WebLab*, laboratório remoto desenvolvido na UNESP/Guaratinguetá, proporciona a realização de experimentos reais, em qualquer lugar e horário, por meio de uma interface de controle remoto. Qualquer escola do Brasil e do mundo que tenha computadores com acesso à *internet* pode oferecer aulas em que os alunos sejam capazes de realizar experimentos reais que estão fisicamente localizados na UNESP/ campus de Guaratinguetá. É possível, assim, por meio de interfaces eletromecânica, selecionar, manusear os aparatos experimentais e coletar dados reais de um experimento que pode ser observado, em tempo real, por câmeras locais, na tela de um computador.

Monteiro *et al.* (2013), afirmam que o *WebLab* desenvolvido não tem a pretensão de substituir outros recursos importantes para que professores e alunos

interajam com vistas à construção do conhecimento. Para o autor, o intuito é que o laboratório remoto se constitua em outra importante ferramenta que possa ser utilizado ao lado de outros recursos, como as simulações computacionais e os laboratórios convencionais de experimentação presencial.

1.1 Objetivo Geral

Essa pesquisa, tem como objetivo principal, estudar o impacto de um experimento remoto no ensino de física em situação real de sala de aula de uma escola pública de Ensino Médio.

1.2 Objetivos específicos

Comparar a aplicação e avaliar as contribuições no ensino de Física de uma atividade experimental aplicada de maneira convencional e presencial, utilizando experimentos controlados remotamente;

Aferir as opiniões dos alunos e professor sobre a utilização de experimentos controlados remotamente em situação real de sala de aula.

Para tanto, a presente dissertação está estruturada em seis capítulos. O primeiro trata da introdução que faz a contextualização do tema, apresentando justificativas, problema de pesquisa e objetivos. O segundo capítulo apresenta uma abordagem acerca das novas tecnologias digitais da informação e comunicação - TDIC e sua utilização como ferramenta pedagógica na educação básica e de maneira particular, no ensino de física. O terceiro apresenta o laboratório remoto como uma alternativa para as escolas que não possuem laboratórios didáticos de Física. O quarto capítulo apresenta a metodologia de pesquisa que será utilizada no trabalho: o público alvo, o cronograma de aplicação do projeto e os instrumentos que serão utilizados para a coleta de dados. O quinto capítulo trata da apresentação dos resultados provenientes da pesquisa. O sexto capítulo apresenta as considerações finais da dissertação que faz uma análise se os objetivos propostos foram alcançados, respondendo assim, o problema da pesquisa.

2 AS NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TDIC

Para compreendermos a influência das Novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no mundo atual é necessário realizarmos uma contextualização histórica da evolução tecnológica na sociedade. Todo esse desenvolvimento que estamos vivenciando é fruto das grandes Revoluções Tecnológicas. Castells (2007, p.68), afirma que “o cerne da transformação que estamos vivendo na revolução atual refere-se às tecnologias da informação, processamento e comunicação”. O advento das tecnologias da informação e comunicação gerou transformações profundas nos vários setores sociais.

Para Castells (2007 p. 68),

A tecnologia da informação é para esta revolução o que as novas fontes de energia foram para as revoluções industriais sucessivas do motor a vapor à eletricidade, aos combustíveis fósseis e até mesmo a energia nuclear, visto que a geração e distribuição de energia foi o elemento principal na base da sociedade industrial.

Pouco antes do início século XVIII, aconteceu a Primeira Revolução Industrial que apresentou algumas mudanças significativas no processo de produção, tendo como elemento principal, a substituição das ferramentas manuais por máquinas. Nesse contexto, ferramentas como as máquinas a vapor, a fiadeira e o processo de Corte em metalurgia, trouxeram para a sociedade da época, um novo conceito de indústria o que proporcionou maior agilidade e praticidade na produção de bens. (CASTELLS, 2007).

Em aproximadamente cem anos após a Primeira Revolução Industrial, por volta do século XIX, aconteceu a Segunda Revolução Industrial, que teve como característica principal a promoção de inovação por meio da ciência. Nesse período, houve grande desenvolvimento da eletricidade, do motor de combustão interna, de produtos químicos com base científica e a fundição eficiente do aço. Um ponto a se destacar, foi o início do desenvolvimento das tecnologias de comunicação por meio da difusão do telégrafo e a invenção do telefone (CASTELLS, 2007).

Posteriormente, em meados do século XX, acontece a Terceira Revolução Industrial, que segundo Pimenta (2014), “intensificou a globalização socioeconômica e fez da *internet* a sua espinha dorsal”. Essa revolução trouxe consigo o desenvolvimento da robótica, genética, informática, telecomunicações e eletrônica. Para Santos (2003, p.16), a conjugação da evolução tecnológica com a chegada da informática possibilitou grandes mudanças na sociedade capitalista.

Segundo Casttels (2007), “a revolução tecnológica da informação propriamente dita nasceu na década de 1970”. Assim, nesse contexto da Terceira Revolução Industrial, surge as novas Tecnologias da Comunicação e Informação TICS.

Atualmente, observa-se que as inovações tecnológicas passaram a fazer parte de todas as esferas da vida humana. Contamos com uma gama de recursos e equipamentos tecnológicos que nos proporcionam facilidades, e nos permitem acesso rápido à informação e ao conhecimento. Além disso, com a evolução da *internet* e o surgimento das redes sociais, as relações humanas passaram a ter um conceito mais amplo, tornando o mundo totalmente interativo. Nogueira (2009) afirma que “estamos vivenciando uma sociedade conectada, onde grande parte do tempo, as pessoas estão em contato com a tecnologia”.

Acerca dos fatos históricos abordados, precisamos compreender a realidade do mundo atual, que é constituído por uma “geração digital”, com novos hábitos e novas práticas de socialização e comunicação. Em vista disso, torna-se necessário refletir sobre o uso das tecnologias no cotidiano das pessoas e sua influência nas várias esferas sociais.

Aqui, é importante fazer um parêntese entre o uso do termo Tecnologias da Informação e Comunicação TIC e a terminologia Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação TDIC. Quando nos referimos as TIC, podemos englobar vários dispositivos eletrônicos e tecnológicos, inclusive, no que diz respeito as tecnologias antigas como a televisão, o jornal e o mimeógrafo. Já as TDIC são utilizadas para fazer referência as Tecnologias Digitais. Fontana (2015) exemplifica o diferencial das nomenclaturas fazendo uma analogia com as diferentes lousas de sala de aula disponíveis nas escolas. Podemos considerar um quadro negro ou lousa analógica como uma tecnologia se comparamos à pedra,

nesse caso, chamamos de TIC. Já as lousas digitais são chamadas de TDIC por trazer elementos como conexão à internet, projeção de imagens e vídeos e, em alguns casos, acesso a banco de dados e *softwares* educacionais. Sendo assim, utilizaremos o termo Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação – TDIC – pois, engloba a tecnologia digital que é mais avançada e possibilita processar qualquer informação.

Por todos os aspectos observados, é necessário realizar uma reflexão sobre a influência das novas TDIC na sociedade atual. Para Kenski (2012), a introdução destas novas tecnologias digitais, causou mudanças radicais na vida humana, sobretudo no que se refere a comunicação instantânea e a busca por informações.

2.1 As Novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDIC - Como ferramenta pedagógica na educação

Para compreendermos a inserção das novas TDIC como ferramenta educacional, analisaremos as competências necessárias para a formação do aluno de hoje, que é totalmente conectado com o mundo digital. Para isso, usaremos como uma das fundamentações, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL 2017, p.7) que:

É um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE).

Segundo a nova Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017), para que o estudante possa desenvolver habilidades ao longo de sua trajetória educacional, é importante apropriar-se de algumas competências que são consideradas essenciais para sua formação integral. Nesse sentido, as competências gerais apresentadas por esse documento são:

Figura 1 – Competências Gerais da Nova BNCC

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira INEP (2019).

A competência 5, Cultura Digital da BNCC (BRASIL 2017, p. 9) orienta que, para a formação do aluno, é necessário que ele aprenda a:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Portanto, uma educação desconectada com o mundo digital torna-se questionável, por não trabalhar as habilidades essenciais para o desenvolvimento de práticas sociais do educando. Em contrapartida, uma educação voltada para a compreensão, utilização e criação da tecnologia, possibilita ao aluno produzir conhecimentos, resolver problemas, desenvolver autonomia para tomada de decisões, tornando-o proativo e protagonista no processo de ensino aprendizagem.

A BNCC, também destaca compromisso educacional com a educação integral do estudante. Para que isso ocorra, é determinante termos um olhar inovador e inclusivo referente as questões centrais no processo educativo: “o que aprender, para que aprender, como ensinar, como promover redes de aprendizagem colaborativa e como avaliar o aprendizado.” (BRASIL, 2017, p.14)

Nesse momento, é importante repensarmos as práticas pedagógicas exercidas nas escolas, que ainda carecem de metodologias diferenciadas e utilização de novas TDIC. Para que isso ocorra, é primordial o investimento na formação do professor e nas estruturas escolares.

Atualmente, o professor precisa exercer um novo papel no processo de ensino aprendizagem, deixando o protagonismo para o estudante e atuando como um orientador, um estimulador do aluno em sala de aula, de forma que ele seja mais atuante e responsável por sua própria aprendizagem. Nesse aspecto, as TDIC podem trazer contribuições ao docente. Arruda (2012) destaca que o uso das tecnologias na educação, possibilita ao docente variação de repertórios no ensino, traz novas estratégias e faz repensar novas abordagens pedagógicas.

Contudo, ainda nos deparamos com uma realidade em que a maioria das universidades em seus cursos de graduação, não contemplam no currículo conhecimentos em tecnologias. Nesse caso, torna-se essencial o investimento na formação continuada do professor.

Tendo em vista os aspectos observados, para introduzir as novas TDIC na educação, é necessário primeiramente compreender a realidade dos professores e alunos, levando em consideração, as várias possibilidades e ferramentas tecnológicas presentes na sociedade. Para Prioste (2013), somente incluir tecnologia na escola não garante um processo de ensino e aprendizagem eficaz. O grande desafio no processo educativo é desenvolver uma formação crítica da juventude em relação as mídias digitais, dando ao aluno condições de refletir e pensar a respeito de qualquer assunto.

Como educadores, estamos diretamente ligados a uma geração chamada “nativos digitais”, que segundo Prensky (2001), trata-se de um grupo, os “nativos”, que nasceram e cresceram com o desenvolvimento e expansão das tecnologias,

de maneira especial com a *internet*, proporcionando um desenvolvimento de uma espécie de “vida *online*”, em que o “*ciberespaço*” faz parte do seu dia a dia.

Nesse contexto, a escola necessita dar um passo à frente no que diz respeito ao uso das novas TDICS. Pensar uma educação tradicional baseada em giz, lousa e saliva, não condiz com a realidade de mundo vivida pelo aluno de hoje. Assim, usar novas metodologias de ensino associadas às tecnologias, trazem benefícios e oferecem maior significado ao processo de ensino e aprendizagem.

A seguir, iremos analisar o uso das novas TDIC no ensino de Física.

2.2 O uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação TDIC no ensino de Física

A BNCC, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, em seus currículos de Física, Química e Biologia, destaca que é necessário garantir ao estudante o desenvolvimento de competências específicas para que alcancem as habilidades necessárias no ensino médio (BRASIL. 2017).

A BNCC, Brasil (2017, p. 539), propõe em uma das competências de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Esta competência evidencia a importância de um ensino e aprendizagem contextualizado, em que o aluno aprenda analisar situações problemas, aplique o conhecimento adquirido no mundo, torne-se letrado cientificamente e saiba se comunicar por meio das diferentes TDIC.

Assim, o grande desafio de ensinar Física na educação básica, é compreender o aluno contemporâneo que está inserido em um mundo digital. É necessário desvincular-se de metodologias tradicionais e decorativas, que ainda

são pautadas em códigos e fórmulas matemáticas. Essa modalidade de ensino, torna o entendimento dos conceitos complexos e difícil na visão do aluno.

Para Aliprandini (2009),

O ensino de física não deve se reduzir apenas às repetições conceituais e análises matemáticas. O que se pretende é que os estudantes saibam utilizar os conhecimentos científicos adquiridos que os auxiliem na tomada de decisões (ALIPRANDINI, 2009, p. 1372).

A Física tem como característica ser uma ciência experimental, sendo fundamental o uso de laboratórios didáticos nas práticas pedagógicas. No entanto, devido à falta dessa ferramenta educacional nas escolas do Ensino Médio da rede pública, essa abordagem torna-se prejudicada. Substituir aulas tradicionais por aulas interativas com o uso das novas TDIC permite ao aluno maior motivação, assimilação e reformulação de conceitos. Gonçalves e Veit (2006, p. 34), destacam ainda que, “a combinação de interação e entretenimento pode facilitar o ensino e a aprendizagem”.

Atualmente, existem diversos recursos tecnológicos que auxiliam o professor na construção do conhecimento de Física. O computador, por exemplo, por meio de programas e *softwares*, se apresenta como uma destas ferramentas. Silva, D.M., Tavares, Silva, A.M. (2018,p.3) destacam que “o uso do computador em uma simulação ou na modelagem do ambiente real é uma possibilidade de transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas alternativas de ensinar física.” Esse recurso, possibilita uma abordagem contextualizada do conhecimento, permitindo ao aluno maior entendimento dos fenômenos estudados.

Diante do exposto, é necessário que o professor desenvolva habilidades e domínio em relação ao uso das novas tecnologias em sala de aula. O objetivo, não é substituir a presença do professor de maneira ativa, mas torná-lo mediador entre o fenômeno natural e o fenômeno apresentado de maneira virtual - o que proporciona maior proximidade à realidade do aluno “nativo digital”.

É importante ressaltar que o uso das tecnologias não pode ser o principal instrumento de aprendizagem. O aluno já traz consigo pré-requisitos sobre os assuntos abordados; assim, os recursos utilizados servem para auxiliar a

compreensão dos fenômenos estudados, tornando a aprendizagem mais significativa por ser fruto das experiências vividas.

Para Moreira (2008),

A aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA, 2008, p. 23).

Por todos os elementos apresentados, não é possível pensar o ensino de Física em uma abordagem tradicional. A escola atual precisa se apropriar de novos conceitos e ideias que torne o ato de aprender, significativo para o estudante. O professor necessita incorporar nas práticas pedagógicas novas metodologias que o aproxime da realidade do aluno contemporâneo, que está em contato direto com a informação. Assim, no próximo capítulo, apresentaremos o laboratório remoto como uma alternativa para as escolas que não possuem laboratórios didáticos de Física.

3 LABORATÓRIO REMOTO COMO SOLUÇÃO PARA EXPERIMENTAÇÃO.

Como vimos, nos capítulos anteriores, as pesquisas em ensino de Ciências apontam que a implementação de atividades experimentais proporciona muitos benefícios didáticos e facilitam a aprendizagem científica. Para Monteiro (2017), a experimentação contribui para

- o desenvolvimento da compreensão e de resolução de problemas;
- a formulação de hipóteses;
- a realização de medidas;
- na análise de dados;
- o desenvolvimento de habilidades de observação e registros e de habilidades manipulativas;
- a contextualização;
- a motivação;
- e para um maior entendimento sobre a natureza da Ciência e do fazer científico.

Essas contribuições apontadas, evidencia a importância de se adotar mais atividades experimentais no ensino das Ciências. No entanto, como destacam Borges e Gomes (2005); Neves *et.al*; (2006); Lopes (2007); Ramos e Rosa (2008) e Pena e Ribeiro Filho (2009), são muitas as dificuldades enfrentadas pelas escolas públicas para a realização de atividades experimentais, dentre elas a falta de infraestrutura.

A partir desta perspectiva e considerando que, atualmente é crescente o número de escolas que possuem laboratórios de informática com acesso à internet (INEP, 2015), entendemos que o Laboratório Remoto pode se constituir numa alternativa interessante para a realização de atividades experimentais nas escolas que não possuem esses recursos presenciais.

3.1 Experimentação remota

Monteiro (2017) afirma que o laboratório remoto oferece os mesmos equipamentos de um laboratório convencional, com a diferença de que recebem adaptações para serem comandados remotamente. O autor explica que um laboratório remoto é um espaço real, não virtual, onde bancadas e experimentos encontram-se ligados a um computador conectado à Internet por meio de um aparato de automatização. Dessa forma é possível que, de qualquer lugar e de

qualquer computador ligado à *web*, um usuário poderá acessar os experimentos e realizar as atividades previstas.

Monteiro (2017) ainda detalha que imagens reais do experimento podem ser captadas em tempo real, oferecendo ao usuário a visualização do aparato experimental, bem como dos dados a serem coletados. Para isto, são montadas câmeras locais que transmitem imagens em tempo real ao usuário.

Lopes (2007) chama a atenção para o fato de que, no laboratório remoto os dados dos experimentos são obtidos quase que imediatamente às ações e comando do usuário que são executadas à distância; tendo em vista o fato de as câmeras estarem gerando as imagens em tempo real por meio da tecnologia *streaming*. Isso permite uma maior vivência da realidade por parte do usuário, mesmo estando em local diverso de onde está montado o aparato experimental. Portanto, o ambiente de aprendizagem se constitui de uma riqueza de estímulos importantes para que o aprendiz possa desenvolver as habilidades e competências previstas.

É interessante notar, portanto, que o experimento controlado remotamente constitui-se em um experimento real, como aquele realizado presencialmente num laboratório presencial, com a diferença de que o aparato experimental se encontra em um lugar diverso daquele em que se encontra o usuário. Desta forma, faz-se necessário desenvolver uma interface para o controle remoto do aparato experimental.

Na figura a seguir, apresentamos um esquema de um laboratório remoto.

Figura 2 – Esquema de um laboratório remoto

Fonte: (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011, P. 189)

No esquema da figura 2 pode-se perceber que o usuário, por meio de um computador conectado à internet, acessa uma página disponível em um servidor *web*, e, a partir de uma interface programável, consegue selecionar, controlar e visualizar diferentes experimentos.

Monteiro *et al.*(2013) nos mostram outro esquema (figura 3) de funcionamento do laboratório remoto. Nele, além do usuário acessando um experimento por meio de um servidor (servidor de experimento) e de uma interface programável (as placas de controle pic) há, também, um servidor LMS (*Learning Management System*), ou Sistema de Gestão de Aprendizagem - no Brasil também conhecido por alguns como AVA, Ambiente Virtual de Aprendizagem.

Figura 3 – Esquema de funcionamento de um laboratório remoto

Fonte: (MONTEIRO *et al.*, 2013, p. 137)

Os autores caracterizam o AVA como sendo um recurso de apoio virtual que auxilia o usuário na compreensão do experimento e do tema abordado. Dentre os diferentes recursos que o AVA pode oferecer são destacados: formas de interação (correio eletrônico, listas de discussão, salas de bate-papo, sistemas de coautoria

e serviços de teleconferência), sem falar em vídeos, textos, exercícios resolvidos, exercícios propostos, entre outros.

3.2 Laboratório remoto e o ensino a distância

Monteiro *et al.*(2013) chamam a atenção para o crescimento dos cursos à distância no Brasil. Os autores destacam que no período compreendido entre os anos 2003 e 2006 houve um incremento de cursos da ordem de 517%. Destacam que o motivo para essa explosão de cursos oferecidos a distância deve-se aos incentivos que organismos internacionais têm dado a esse tipo de iniciativa. A UNESCO, órgão da Organização das Nações Unidas voltado para a Educação, apoia iniciativas que busquem meios de democratizar o ensino superior por meio dos recursos de Educação a Distância – EAD.

No caso do Brasil, a necessidade se mostra muito grande tendo em vista as proporções continentais do país. Assim sendo, um novo ordenamento no Brasil é feito em termos de políticas públicas a partir do decreto nº 5622 (BRASIL, 2005), que determina equivalência de diplomas e certificados entre cursos presenciais e a distância. A partir daí, destaca-se a criação da Universidade Aberta do Brasil que ampliou consideravelmente a oferta de cursos a distância em especial à voltada para a formação de professores (MONTEIRO, *et.al*; 2013).

Borracha (2012) evidencia que o crescimento da EAD no Brasil foi possível, também, devido ao crescente desenvolvimento dos computadores pessoais, à expansão do mundo digital e ao avanço da Internet.

De fato, Saraiva (1996) evidencia que o Ensino a Distância no Brasil se iniciou oficialmente em 1922 com a criação da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, que tinha um programa que usava a radiodifusão para ampliar a educação. Depois disso, destacam-se os cursos por correspondência, que utilizavam os serviços dos correios, os telecursos que usavam a televisão como recurso fundamental. Atualmente, a internet permite a realização dos cursos *on-line*, a partir dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA).

Assim, as mudanças na Educação ocorrem a um ritmo acelerado, exigindo que professores e alunos estejam preparados para absorver tais transformações no ritmo em que elas ocorrem (BORRACHA, 2012). Essas situações ficam

evidentes na modalidade EAD, e para que elas ocorram, é necessário o desenvolvimento de estratégias que permitem ao aluno vivenciar o conhecimento de maneira contextualizada - pelo fato de o processo educacional ocorrer de maneira *online*, o laboratório remoto torna-se essencial na implementação de aulas práticas.

Sobretudo nas disciplinas de Física e Química e até mesmo Biologia, que apresentam como objetivo o desenvolvimento de habilidades práticas, o laboratório controlado remotamente pode ser um precioso recurso de auxílio, não apenas por baratear custos, mas por ampliar possibilidades de atividades experimentais a serem realizadas. (MONTEIRO, *et.al.*, 2013). Por isso, estudar o impacto dos laboratórios remotos no ensino é fundamental para o aperfeiçoamento de práticas para a Educação a Distância.

3.3 Implementação do laboratório remoto em situação real de sala de aula - vantagens e desafios

O uso dos laboratórios remotos na Educação a Distância é uma aplicação imediata para os laboratórios remotos, afinal, é possível fazer uma associação direta deste instrumento com a natureza da EAD. Contudo, há trabalhos que apontam contribuições dos laboratórios controlados remotamente também para os cursos presenciais.

Silva (2006) evidencia algumas vantagens dos laboratórios remotos para a realidade de cursos presenciais na Educação Básica:

- ⇒ Ampliação do uso dos equipamentos do laboratório. Ou seja, não é só utilizado por alunos no período das aulas onde a escola está aberta. Em qualquer horário do dia, e em qualquer dia do ano, é possível utilizar os recursos do laboratório;
- ⇒ Operacionalização dos laboratórios. Tendo em vista que não é preciso que alguém fique responsável o tempo todo durante o funcionamento do laboratório, entendendo que ele é automatizado. Assim sendo, requer a montagem e a manutenção;
- ⇒ Maior adaptabilidade aos alunos e professores. Como os laboratórios remotos funcionam em qualquer horário e dia, alunos e professores podem

utilizá-lo de acordo com suas disponibilidades, adaptando sua utilização aos seus horários;

- ⇒ Democratização do uso. Os laboratórios remotos podem ser utilizados por toda a comunidade a partir da definição de um agendamento prévio;
- ⇒ Inserção dos alunos num contexto real de aprendizagem prática. Os experimentos remotos, apesar de serem acessados por computador não são virtuais. Ao contrário, são reais e, por isso, permitem aos estudantes uma experiência prática real;
- ⇒ Diminuição de custos. Tendo em vista o fato de possibilitar o uso de recursos por maior número de pessoas de diferentes instituições inclusive, os laboratórios remotos apresentam um custo menor, se comparado aos laboratórios convencionais.

Cardoso e Takahashi (2011) apontam que o laboratório remoto pode permitir que alunos com necessidades especiais realizem os experimentos sem grande dificuldade; tendo em vista que os comandos não exigem grandes habilidades e destrezas físicas, em sua operação.

Além disso, é preciso considerar a questão das mudanças metodológicas em sala de aula que os laboratórios remotos podem oportunizar.

Para Borges (2002, p.294)

(...) os professores de ciências, tanto no ensino fundamental como no ensino médio, em geral acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo.

Assim, os laboratórios remotos podem se constituir em poderoso aliado da escola para a realização de atividades práticas, que nem sempre são acessíveis por falta de infraestrutura. Contudo, é preciso considerar o fato de que os professores precisam estar preparados instrumentalmente e metodologicamente, pois, são eles quem darão significado para esse recurso no processo de ensino e de aprendizagem.

Para Lopes (2007), grande parte dos professores ignoram os recursos tecnológicos que estão à disposição do ensino e dos benefícios que podem trazer para sua prática em sala de aula. Por isso, é preciso preparar os professores para a utilização dos laboratórios remotos para que possam não apenas saber manusear

os recursos, mas, também, compreender as possibilidades de exploração didático-pedagógica que podem permitir.

Como foi observado neste capítulo, a utilização de experimentos remotos em situação real de sala de aula, apesar dos desafios apontados, pode ser uma solução didática muito eficiente para instituições de ensino, permitindo uma maior aproximação da realidade dos laboratórios convencionais. No próximo capítulo, serão apresentadas as especificidades metodológicas da pesquisa.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Como destaca Tozoni-Reis (2009, p.16), a “Metodologia de pesquisa é um caminho a ser trilhado pelo pesquisador no processo de produção de conhecimentos sobre a realidade que se busca conhecer.” Assim, como estávamos interessados em saber qual o impacto que o uso da experimentação remota teria sobre a aprendizagem de alunos do Ensino Médio em situação de ensino de conceitos de Física, optamos pela metodologia do estudo de caso.

4.1 O estudo de caso como método de pesquisa

O estudo de caso é uma metodologia decorrente das pesquisas de natureza qualitativa. Contudo, isso não significa que não utilizamos dados quantitativos em nossa investigação. A diferença é que, ao invés de nos valermos deles para generalizarmos conclusões, buscamos neles identificar evidências para que possamos validar nossas hipóteses e considerações.

Nossa intenção não é quantificar uma certa grandeza da aprendizagem em relação ao uso da experimentação remota, mas o de identificar quais são as grandezas que se mostram envolvidas no processo de aprendizagem quando esse recurso de ensino é utilizado. Neste sentido, as etapas de investigação passam pela análise e a interpretação da informação dos métodos qualitativos, tendo como finalidade o estudo de um ou poucos casos.

Segundo Meirinhos e Osorio (2010, p.51)

Os modelos qualitativos sugerem que o investigador esteja no trabalho de campo, faça observação, emita juízos de valor e que analise. Na investigação qualitativa, é essencial que a capacidade interpretativa do investigador nunca perca o contacto com o desenvolvimento do acontecimento.

Nesta perspectiva, ao escolhermos o estudo de caso como metodologia de pesquisa, temos por meta conhecer em detalhes as grandezas da aprendizagem de ensino e de aprendizagem envolvidos no uso da experimentação remota, tendo em vista, que esse tipo de recurso é algo novo, sem muitos estudos envolvidos.

Nesse caso, optamos por limitar os sujeitos da pesquisa em nosso estudo para identificar os aspectos próprios e peculiares do uso dos laboratórios remotos no contexto do Ensino Médio e do ensino de conceitos de Física.

Para Ponte (2006), a intenção de um estudo de caso é a compreensão profunda daquilo que se é estudado, buscando respostas de como ou por que o objeto de estudo é como se mostra. Por esse método busca-se não apenas quantificar, mas qualificar o fenômeno estudado. Daí a importância do papel do investigador no processo de construção das interpretações. Em resumo, o estudo de caso constitui-se numa investigação na qual o foco do estudo é algo específico, raro ou importante, cujo intuito é o de compreender o que há de mais essencial e característico, possibilitando a compreensão ampla do fenômeno.

Em nosso estudo focaremos especial atenção ao fenômeno educativo que se estabelece no contexto de sala de aula, quando uma atividade de ensino é utilizada, ou seja, a experimentação controlada remotamente.

Consideramos essa situação rara não só pelo fato de ser uma atividade que começa a ser desenvolvida, estudada e, por isso mesmo, pouco utilizada nas escolas de forma geral e com pouco conhecimento produzido sobre seu impacto em atividades didáticas, mas também, por nunca ter sido utilizada na escola que elegemos para a realização de nossa investigação.

Duarte (2008) aponta a necessidade de alguns critérios para a utilização do estudo de caso. Para o autor, é preciso, inicialmente, definir uma pergunta inicial que desencadeie a pesquisa, ou seja, uma pergunta descritiva: o que aconteceu? - ou uma explicativa: como ou por que alguma coisa aconteceu? Em seguida, é destacado a importância de se esclarecer a particularidade da situação estudada para, desta forma, se chegar a uma compreensão de sua natureza.

A pergunta para a nossa pesquisa é: os alunos aprendem quando uma atividade de ensino experimental controlada remotamente é utilizada num contexto de ensino e de aprendizagem de Física? Quais aspectos da aprendizagem são desenvolvidos? Como isso se processa?

A particularidade da situação estudada é definida a partir da aplicação de atividades experimentais presencial e controlada remotamente, em duas turmas salas de terceiro ano de uma escola pública de Ensino Médio. A coleta de dados se deu a partir da aplicação de um pré-teste sobre o fenômeno físico que foi abordado na atividade experimental, logo após, uma aula teórica que o professor

da turma ministrou sobre o tema: Efeito fotoelétrico. Em aula seguinte, os alunos de uma turma de terceiro ano realizaram uma atividade experimental utilizando um aparato experimental presencial, enquanto outra turma realizou um experimento semelhante, só que controlado remotamente. Após a realização dos experimentos, as turmas realizaram um pós-teste e responderam a um questionário. O professor também foi entrevistado.

Vale ressaltar que, após a realização do pós-teste e antes da aplicação do questionário de avaliação, a turma de alunos que realizou a atividade presencial realizou o experimento controlado remotamente e a que realizou o experimento remoto, realizou o experimento presencial. Após vivenciarem as atividades, os estudantes e o professor foram convidados a responder a um questionário.

Assim, os dados de nossa pesquisa se constituem dos resultados do pré e pós-testes aplicados nos alunos após a realização das atividades experimentais, bem como, as respostas que alunos e professor deram às questões do questionário aplicado.

4.2 Público alvo

A aplicação dessa pesquisa foi realizada em uma escola pública do Estado de São Paulo, em duas turmas da 3ª série do Ensino Médio, sendo a turma A composta de 32 alunos e a turma B composta de 31 alunos, totalizando 63 alunos participantes no projeto.

A escola está localizada na zona urbana da cidade de Guaratinguetá no Vale do Paraíba, interior do estado de São Paulo, e oferece vagas para o ensino médio e cursos técnicos profissionalizantes. Não dispõe de laboratório didático de Física e possui laboratório de informática com acesso à internet banda larga.

4.3 Procedimentos metodológicos

Embora o estudo proponha a comparação entre duas situações de aplicação de um experimento, sendo uma de maneira convencional e outra remotamente controlada, não se tem como intuito substituir modelos de atividades experimentais. O propósito desta pesquisa é a compreensão das vantagens e desvantagens que um experimento remoto pode trazer para a aprendizagem do aluno de uma escola

que não possui recursos e infraestrutura para a realização de atividades experimentais.

Para a execução do projeto, foram selecionadas duas turmas da 3ª série do Ensino Médio: em uma sala foi aplicado o experimento de maneira convencional e presencial e na outra, foi realizado o experimento utilizando o laboratório remoto da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Guaratinguetá. Importante destacar que a turma do terceiro ano A, após a realização do pós-teste realizou o experimento controlado remotamente e a turma do terceiro ano B, realizou o experimento presencial.

4.3.1 O experimento

O experimento escolhido aborda a temática relacionada ao conceito do efeito fotoelétrico que tem por objetivo:

- 1) Compreender o fenômeno relacionado ao efeito fotoelétrico;
- 2) Perceber a limitação da teoria clássica para explicar tal fenômeno;
- 3) Compreender a teoria de Einstein para explicar o efeito fotoelétrico;
- 4) Conhecer a natureza da luz.

O experimento remoto montado constitui-se num circuito elétrico que aplica diferentes tensões V , em quatro LED diferentes. A partir do voltímetro e do amperímetro, podemos medir a tensão e a corrente elétrica em cada LED.

Figura 4 – Modelo do circuito para o experimento.

Fonte: (autoria própria)

A escolha deste tema deve-se pelo desafio de apresentar para alunos e professores de Ensino Médio, a Física Moderna - que hoje está cada vez mais presente no nosso cotidiano, no que se refere ao desenvolvimento tecnológico.

Silva *et al.*, (2005) enfatizam a necessidade da contribuição do ensino de Física para a formação de um cidadão com uma cultura científica. Em particular a Física Moderna, que ainda é desconhecida por grande parte dos professores, e está presente nas diversas tecnologias que utilizamos no dia a dia. O autor ainda enfatiza que, quando a educação é contextualizada com o cotidiano do aluno, o aprendizado acontece de maneira significativa. Estudar Física Moderna proporciona ao estudante maior compreensão e entendimento deste mundo, extremamente tecnológico e conectado, do qual fazemos parte.

4.3.2 Instrumentos para coleta de dados

Antes da coleta de dados foram ministradas duas aulas teóricas, pelo professor de Física das turmas. O tema da aula e dos experimentos foi o Efeito fotoelétrico. Após estas aulas foi aplicado um pré-teste tendo como finalidade aferir os conhecimentos prévios e assimilação do conteúdo trabalhado nas aulas teóricas. Os alunos então realizaram a atividade experimental. A turma, do terceiro A, realizou o experimento presencial; enquanto, a do terceiro B, o experimento controlado remotamente. Na última aula, após a aplicação do experimento, foi aplicado um pós-teste, a fim de verificar se os alunos conseguiram adquirir conhecimento do conteúdo em maior nível do que aquele obtido no pré-teste. Foram aplicados, também um questionário de opinião para avaliar as opiniões de aluno e do professor sobre a experimentação remota. Importante destacar que a turma do terceiro ano A, após a realização do pós-teste, realizou o experimento controlado remotamente e a turma do terceiro ano B realizou o experimento presencial. Assim, ambas as turmas puderam responder ao questionário de opinião.

Figura 5 – Esquema da coleta de dados

Fonte: (autoria própria)

4.3.3 Atividades desenvolvidas em sala de aula: contextos da intervenção da coleta de dados

As atividades em sala de aula foram desenvolvidas nas duas turmas em um mesmo período com uma sequência didática dividida em 4 etapas.

Atividade 1: Aula sobre o efeito fotoelétrico

Objetivo: Realizar um estudo do contexto histórico e da teoria do efeito fotoelétrico.

Materiais: Data show, computador, lousa e giz.

Tempo de aplicação: 2 horas aulas.

Desenvolvimento: Na primeira aula, foi apresentado aos alunos o contexto histórico do efeito fotoelétrico, envolvendo as discussões relativas à natureza da luz. Na segunda aula, foi estudado a teoria do efeito fotoelétrico respondendo as questões: O que é o efeito fotoelétrico? Do que ele se trata?

Atividade 2: Aplicação do pré-teste

Objetivo: Aferir a assimilação dos conteúdos estudados nas aulas anteriores.

Materiais: teste elaborado pelo professor-pesquisador com auxílio de um professor especialista em Física.

Tempo de aplicação: 1 hora aula.

Desenvolvimento: Aplicação do pré-teste

Atividade 3: Aplicação do experimento convencional e remoto

Objetivo: Realizar uma atividade experimental com o intuito de avaliar a aplicação do laboratório remoto em situação real de sala de aula e traçar um comparativo com o experimento convencional e presencial.

Materiais:

Construção de um circuito elétrico de baixo custo para a realização do experimento convencional presencial;

Figura 6 – Foto do dispositivo montado para o experimento presencial.

Fonte: (autoria própria)

Como está exemplificado na Figura 6, na montagem do circuito dos LED, liga-se os componentes eletrônicos aos terminais da ponte, utilizando um ferro de solda. É de extrema importância que a polarização do LED esteja invertida na ligação, colocando o terminal negativo (mais curto) em contato com o polo positivo da fonte.

Para a realização do experimento remoto, utilizamos laboratório de informática da Unidade Escolar com conexão à internet e, o laboratório remoto da UNESP – Campus Guaratinguetá.

Figura 7 – Laboratório de informática da escola

Fonte: (autoria própria)

Tempo de aplicação: 4 horas aulas.

Desenvolvimento: Na 3ª série B, será aplicado o experimento remotamente controlado e, na 3ª série A, será aplicado o experimento convencional e presencial. A atividade ocorrerá no mesmo dia e período.

Figura 8 – Experimento controlado Remotamente

Fonte: (autoria própria)

O experimento oferece a oportunidade para o estudo do efeito fotoelétrico.

Experimentalmente, o estudante determina a constante de Planck a partir da variação de tensão em LED (*Light Emitting Diode*) de diferentes cores; neste caso, azul, verde, laranja e vermelho.

O controle do experimento foi realizado, utilizando a da plataforma Arduino Uno em conjunto ao *Ethernet Shield*, permitindo assim o acesso por meio da Web. A tensão no LED foi controlada por um potenciômetro *slider*, componente no qual a posição do potenciômetro é controlada por um motor DC, e o chaveamento dos LED foi realizado por relés eletromecânicos.

A determinação da constante de Planck ocorre a partir das chamadas tensões de corte dos LED, as quais são determinadas por gráficos de tensão versus corrente, estas grandezas são medidas por intermédio de multímetros conectados ao experimento.

Atividade 4 – Aplicação do pós-teste

Objetivo: Avaliar os conteúdos assimilados e as opiniões dos alunos em relação a utilização de experimentos remotamente controlados em situação real de sala de aula.

Materiais: teste elaborado pelo professor-pesquisador com auxílio de um professor especialista em Física.

Tempo de aplicação: 1 hora aula.

Desenvolvimento: Aplicação do pós-teste

4.3.4 Metodologia de análise de dados

O *corpus* do nosso trabalho de investigação será constituído pelas notas dos alunos no pré e pós-testes, bem como as respostas que alunos e professor deram às questões do questionário de opinião.

Com relação aos dados quantitativos da pesquisa, referentes às notas dos alunos no pré e no pós-testes, adotamos um teste estatístico para avaliar o tamanho do efeito da aprendizagem. Nossa decisão por utilizar esse recurso baseou-se no fato de estarmos buscando identificar e comparar a diferença de impacto que uma atividade experimental, controlada remotamente, tem sobre a aprendizagem dos alunos em relação ao que uma atividade tradicional presencial pode causar.

Lindenau e Guimaraes (2012) afirmam que apenas observar a diferença de nota entre os alunos que experimentaram um método de ensino e outro não é suficiente para se tirar conclusões com significado estatístico. Para esses autores, portanto, não é suficiente identificar a diferença de desempenho dos alunos, mas determinar se o tamanho da diferença de desempenho é significativo ou não.

Monteiro (2017) explica que, para se calcular o tamanho da diferença de desempenho, pode-se optar pelo método D-Cohen. Para utilizar o parâmetro D-Cohen é preciso ter dois grupos de estudo: um grupo experimental e outro de controle.

Na pesquisa, adotamos aleatoriamente a turma do 3º ano B como grupo experimental, e a turma de 3º ano A como grupo de controle. Assim, foram os alunos do 3º B que realizaram o pós-teste após terem vivenciado a atividade experimental controlada remotamente. Os alunos do 3º A realizaram o pós-teste após terem realizado a atividade experimental convencional.

A intenção não foi comparar o laboratório convencional presencial com o laboratório controlado remotamente para definir se a opção por um, prescinde o uso do outro. O objetivo foi o de avaliar a contribuição do laboratório controlado remotamente, a partir da referência das contribuições que já conhecemos bem do laboratório convencional.

Monteiro (2017) explica que para calcular o tamanho da diferença de ganho por meio do D-Cohen deve-se utilizar a seguinte equação:

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

Onde:

$\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ — são as médias do grupo experimental e do grupo de controle, respectivamente;

n_1 , n_2 — são os tamanhos amostrais dos grupos analisados;

s_1^2 , s_2^2 — são as variâncias amostrais dos grupos analisados

Para avaliar o significado do valor de **d**, Monteiro (2017) apresenta a tabela 1 , a seguir

Tabela 1 – Classificação dos valores de D- Cohen

Classificação	Valores
Efeito Pequeno	$0,00 < d < 0,20$
Efeito Médio	$0,20 < d < 0,80$
Efeito Grande	$d > 0,80$

Fonte: Monteiro (2017)

Foi a partir desse critério é que avaliamos se, para os alunos das turmas de terceiro ano do Ensino Médio da escola pública estudada, a do laboratório controlado remotamente poderia contribuir ou não, na mesma proporção que um laboratório presencial convencional.

Com relação às respostas apresentadas pelos alunos às perguntas do questionário de opinião aplicado, buscou-se compreender a percepção dos alunos em relação a diferença dos recursos utilizados e o impacto sobre suas aprendizagens. Dessa forma, não só organizamos os dados em termos quantitativos, buscando quantificar a experiência dos alunos em função de suas percepções positivas e negativas da atividade remota em relação à presencial, como também selecionamos as falas que revelaram mais significativamente a percepção que tiveram sobre as vivências nas duas atividades.

Com relação à opinião do professor, buscamos selecionar nas suas falas qual o significado didático-pedagógico ele atribuiu às atividades realizadas, identificando, se, e como, ele utilizaria a experimentação remota em sua prática pedagógica cotidiana.

O capítulo seguinte vai apresentar os dados obtidos a partir dos instrumentos de avaliações aplicados, bem como os resultados obtidos a partir da análise desses dados.

5 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Iniciamos nossa análise apresentando os dados relacionados ao desempenho dos alunos no pré-teste e no pós-teste.

No gráfico 1 apresentamos o desempenho dos alunos do 3º ano A no pré e no pós-teste, lembrando que essa foi a turma que realizou o experimento presencial convencional.

Gráfico 1 – Desempenho dos alunos do 3º A no pré e pós-teste

Fonte: (autoria própria)

Os dados revelam que os alunos, após a atividade experimental, obtiveram um desempenho melhor do que quando tiveram apenas as aulas teóricas. Isso é esperado, uma vez que a literatura evidencia a importância da experimentação para a aprendizagem dos alunos.

A seguir, na tabela 2, apresentamos os valores das médias que a turma obteve no pré e no pós- testes, bem como o valor de D-Cohen que indica o tamanho do ganho de aprendizagem que os alunos tiveram com a realização da atividade experimental.

Tabela 2 – Dados da média do pré e do pós-teste e a medida de D-Cohen da turma do 3º A

Média do Pré	5,432432432
Média do Pós	6,756756757
D-Cohen	0,520994734

Fonte: (autoria própria)

Segundo a classificação do D-Cohen (MONTEIRO, 2017), para um valor de d igual a 0,5, podemos considerar um ganho de efeito médio. Dessa forma é possível confirmar que, de fato, a atividade experimental teve impacto significativo na aprendizagem dos alunos.

A seguir, apresentamos, a partir do gráfico 2, os dados relativos ao desempenho dos alunos do 3º ano B no pré e no pós-testes. Vale ressaltar, que do mesmo modo que os alunos do 3º ano A, os alunos do 3º B obtiveram um melhor desempenho no teste após a realização da atividade experimental.

Gráfico 2 – Desempenho dos alunos do 3º B no pré e pós-teste

Fonte: (autoria própria)

Esse resultado indica que a atividade experimental, mesmo controlada remotamente, traz ganhos para a aprendizagem dos alunos.

Na tabela 3, apresentamos os dados relativos às médias obtidas pela turma de alunos no pré e no pós-testes, assim como o valor do D-Cohen, indicando o ganho de aprendizagem que os alunos tiveram com a atividade experimental controlada remotamente.

Tabela 3 – Dados da média do pré e do pós-teste e a medida de D-Cohen da turma do 3º B

Média do Pré	4,636363636
Média do Pós	7,242424242
D-Cohen	0,830281329

Fonte: (autoria própria)

É possível notar que o valor de d ficou igual aproximadamente 0,8, evidenciando o limite do ganho com efeito médio para efeito grande.

Considerando que os alunos do 3º B partiram com média igual a 4,6 e, portanto, inferior à média dos alunos do 3º A, no pré-teste, podemos refutar a hipótese de que esses alunos eram melhores academicamente do que os da outra turma.

A média obtida pela turma do 3º B foi significativamente superior à alcançada pelos alunos do 3º A.

Assim sendo, os dados de desempenho evidenciam que a atividade experimental remota possibilitou aos alunos um ganho de aprendizagem superior ao da atividade experimental presencial convencional, o que nos permite concluir que a atividade experimental controlada remotamente contribuiu mais para a aprendizagem dos alunos do que a atividade a atividade experimental presencial convencional.

Interpretamos esse resultado como um fator decorrente da motivação dos alunos em fazer uma atividade inovadora. A motivação dos alunos durante a atividade foi notória. Todos eles estavam surpresos com o fato de poderem controlar um aparato experimental existente num local distante do ambiente em que estavam.

Monteiro (2017) evidencia em sua pesquisa o mesmo fato. Os ganhos de aprendizagem foram maiores para os alunos que realizaram a atividade experimental remota do que para aqueles que realizaram a atividade experimental presencial convencional.

O autor também atribui à motivação dos alunos, a razão para este desempenho melhor. Talvez, se os alunos já estivessem acostumados a realizar o experimento controlado remotamente, a motivação não seria tão grande e, o envolvimento dos estudantes com as etapas da atividade fosse menor.

A pequena vantagem observada em direção às atividades controladas remotamente, talvez, possa ser explicada pelo fator motivação desencadeado nos estudantes. O fator inovação, nesse caso, chamou a atenção dos alunos. Além de eles não estarem acostumados a adotar um papel mais ativo no processo de ensino e de aprendizagem, os estudantes ficaram bastante interessados e intrigados com o fato de realizarem uma atividade experimental comandando um aparato a distância. Em situações cotidianas, a partir das quais a atividade controlada remotamente passe a ser uma prática pedagógica comum no contexto de sala de aula, acreditamos que a diferença motivacional causada pelos dois tipos de atividade experimental deva deixar de existir. (MONTEIRO, 2017, p.86 e 86).

Em nosso ponto de vista, esse resultado é muito significativo em termos da prática da experimentação remota nas escolas públicas. Mesmo considerando a hipótese de que o ganho de aprendizagem dos alunos que realizaram a experimentação remota fosse menor do que o ganho de aprendizagem dos alunos que realizaram a atividade experimental convencional, é preciso admitir os ganhos que essa atividade trouxe para o processo de ensino e de aprendizagem.

Uma atividade experimental presencial convencional, mesmo não exigindo um laboratório bem equipado, exige a montagem e a manutenção do aparato experimental, bem como a preparação da sala de aula para que a atividade fosse realizada.

Isso demanda um tempo considerável do professor, bem como recursos de que muitas vezes não dispõem. É preciso admitir ainda a questão da carga-horária da disciplina de Física de duas aulas semanais. A atividade poderia ter sido realizada em casa pelos alunos, durante a semana, fora do horário da aula de Física e a discussão dos resultados obtidos realizada na aula presencial tornando a interação com o professor mais significativa.

Monteiro (2017) chama a atenção para o fato de que a experimentação remota permite o desenvolvimento de habilidades e competências procedimentais e atitudinais diferentes, pois, por exemplo, nesse caso da nossa atividade, os alunos presencialmente precisaria saber como ligar o voltímetro no circuito, enquanto que na atividade remota esse dispositivo de medida já estava montado para aluno.

Do mesmo modo que a atividade presencial, ao dispensar o uso do computador, não permite o desenvolvimento de habilidades e competências que esse meio exige.

Essa diferença não teve impacto no desempenho dos alunos nos testes, porque as questões de avaliação não exigiram habilidades e competências atitudinais e procedimentais. O foco das questões, tanto do pré-teste quanto do pós-teste foi de habilidades e competências conceituais.

Dessa forma, corroboramos a opinião de Monteiro (2017) de que um tipo de laboratório não exclui o outro. Ambos apresentam vantagens para a aprendizagem. Nesse caso, a opção por um laboratório não exclui a existência do outro, pois, dependendo de que habilidades e competências procedimentais e atitudinais que se queira desenvolver uma ou outra atividade é melhor indicada.

A seguir passaremos a analisar a resposta que os alunos apresentaram ao questionário de opinião.

Com relação à facilidade ou dificuldade enfrentada pelos alunos para realizar o experimento remoto, os estudantes, de formar geral, afirmaram que foi fácil utilizar o experimento.

Gráfico 3 – Opinião dos alunos sobre a facilidade em acessar o experimento controlado remotamente

Fonte: (autoria própria)

Os dados, apresentados no gráfico 3, indicam que dos alunos entrevistados, 96,8% afirmaram que não apresentaram dificuldades para realizar o acesso ao experimento.

O fato de o uso de computadores fazer parte do dia a dia dos estudantes - seja em casa, ou mesmo na escola -, já os predispõem ao uso da internet e aos recursos das Novas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – NTDIC; por isso já esperávamos que os estudantes não tivessem grandes dificuldades no acesso.

Alguns comentários apresentados pelos alunos corroboram nossa interpretação.

Aluno 1: “Eu achei fácil porque estou acostumado a entrar na internet e acessar vários sites iguais”.

Aluno 2: “Não tive dificuldade nenhuma. É como acessar os outros sites”.

Aluno3: “Foi fácil. É só por o endereço lá e pronto”.

Com relação aos recursos que foram disponibilizados com instrução para o uso do experimento controlado remotamente, mais uma vez a grande maioria dos alunos opinou favoravelmente.

Gráfico 4 – Opinião dos alunos sobre a qualidade dos recursos de apoio disponibilizados para auxiliar os estudantes a realizar o experimento

Fonte: (autoria própria)

Conforme apresentado no gráfico, 76,2% dos alunos responderam favoravelmente e apenas 23,7% disseram que os recursos não os auxiliaram a entender a maneira como o experimento deveria ser realizado.

Entendemos que esse resultado indica que os recursos foram úteis aos alunos. É claro que alguns tiveram dificuldades, considerando, inclusive, o fato de os estudantes não estarem acostumados a realizar experimentos em aula, muito menos utilizando um computador.

Nas falas de alguns alunos isso fica evidente:

Aluno 4: “Ajudou bastante porque lá tinha o passo-a-passo escrito, os vídeos, As explicações. Isso tudo. Aí era só seguir”.

Aluno 5: “Mais ou menos porque tinha as coisas escritas mais a gente teve Umas dúvidas ainda”.

Aluno 6: “A gente fez seguindo tudo que estava indicando lá, mas tinha coisa que a gente precisou perguntar para o professor”.

No que diz respeito ao potencial do experimento remoto em ajudar os alunos a entender o conteúdo estudado, ou seja, o efeito fotoelétrico, 99% dos alunos responderam positivamente. Apenas um disse que acredita que mesmo sem o experimento ele aprenderia.

Gráfico 5 – Opinião dos alunos sobre o potencial do experimento remoto para o entendimento do conteúdo estudado.

Fonte: (autoria própria)

A seguir apresentamos algumas falas apresentadas pelos alunos sobre a efetividade do experimento remoto para a aprendizagem do conteúdo de ensino.

Aluno 3: Sim. Claro, a gente pode ver na prática as coisas que o professor explicou.

Aluno 5: Sim. Foi tudo alí para a gente ver. Deu para comprovar as coisas, bem legal.

Aluno 7: Eu achei legal, muito bom, mas eu acho que aprenderia a matéria mesmo sem o experimento. Eu preciso só da aula mesmo, mas não tem como negar que o experimento foi bom.

As falas indicam que os alunos acharam que o experimento foi importante para o aprendizado conceitual do Efeito Fotoelétrico. O único aluno que julgou não precisar do experimento para aprender o conceito, afirmou que o experimento foi bom.

Quando foi perguntado para os alunos se o experimento presencial contribuiria mais para a aprendizagem do que o experimento controlado remotamente, a grande maioria dos alunos respondeu negativamente. Contudo, em suas justificativas muitos afirmaram que ambos ensinariam na mesma proporção, tendo em vista que se tratava do mesmo experimento. Assim, apresentamos os

dados em dois gráficos: o gráfico 6, ilustrando as respostas dos alunos sobre a hipótese de o laboratório presencial trazer melhor contribuição para a aprendizagem do que o laboratório Remoto; o gráfico 7, representando as respostas dos alunos, que está claro nos comentários, onde muitos enfatizaram que ambos ajudam na aprendizagem, na mesma proporção.

Gráfico 6 – Opinião dos alunos sobre o experimento presencial trazer melhor contribuição para a aprendizagem do que o experimento remoto

Fonte: (autoria própria)

Nesse aspecto, notamos que 90,5% dos alunos discordam da hipótese de que o experimento presencial contribuiria mais para a aprendizagem do que o experimento remoto.

Por outro lado, o gráfico 7 a seguir indica que há um equilíbrio nas opiniões sobre um tipo de experimento ser melhor do que o outro. Para 39,6% dos alunos, o experimento presencial e o experimento remoto contribuem para a aprendizagem na mesma proporção.

Gráfico 7 – Opinião dos alunos sobre o experimento presencial e remoto contribuírem na mesma proporção para a aprendizagem

Fonte: (autoria própria)

Ainda assim, vale destacar que uma porcentagem bem expressiva, 60,4% dos alunos, afirmaram que o laboratório remoto é mais efetivo que o experimento presencial.

Apresentamos algumas considerações dos alunos.

Aluno 3: “Ensinam igual porque é o mesmo experimento. É a mesma coisa, não tem diferença”.

Aluno 8: “Eu acho que experimento remoto é muito melhor, muito mais legal, bem divertido. Animou a gente para prestar a atenção”.

Aluno 9: “O experimento remoto é melhor, eu achei, muito mais interessante”.

Aluno 10: “O experimento remoto é melhor que o presencial porque é mais animado. Muito melhor”.

Aluno 11: “Eu achei a mesma coisa para entender, mas o experimento remoto é mais legal”.

Quando perguntados a opinião sobre o experimento remoto, os alunos foram unânimes a afirmarem que gostaram bastante da vivência oportunizada a eles.

Aluno 1: eu achei bem divertido, legal, bem motivante.

Aluno 2: o experimento remoto foi bem divertido de fazer, bem melhor que o presencial.

Aluno 12: o experimento remoto foi igual ao presencial, mas a gente usar o computador foi bem legal. A gente mexia aqui e mexia lá.

Aluno 13: o experimento remoto é bem legal poderia ser sempre assim.

De forma geral, os alunos sempre usam os termos “legal”, “divertido”, “motivante”, “interessante” para se referirem ao experimento remoto. É por isso que acreditamos que o maior fator de diferença entre o laboratório remoto em relação ao experimento presencial é o motivacional.

Agora, passaremos a apresentar os dados relativos às respostas dadas pelo professor de Física, responsável por ambas as turmas.

Com relação à facilidade de acesso ou não dos alunos sobre o experimento remoto, o professor opinou positivamente. Afirmou que os alunos não tiveram problemas com o acesso. Para ele os alunos estão acostumados com essa prática de acessar conteúdo pela internet e por isso não acreditava haver qualquer dificuldade nesse sentido. Entretanto, destacou que temia algum problema de conexão lenta por conta de algum problema relacionado à infraestrutura da escola.

“Os alunos não tiveram problema algum. Eu nem tinha dúvidas sobre isso, até porque eles estão super acostumados a fazer isso. Teve um aluno que acessou pelo celular dele, você viu? Então. A minha preocupação com o acesso não tinha a ver com os alunos em termos de capacidade deles, mas por causa da internet da escola”.

Com relação aos recursos disponibilizados para auxiliar o aluno na realização do experimento, o professor destacou que, de forma geral, foram bons e adequados, mas que os alunos não conseguem, sozinhos, fazer as interpretações necessárias para executar as tarefas, por melhor que sejam as orientações. Para o docente, os alunos, apesar de usarem a internet no cotidiano, não dão conta de certas tarefas interpretativas, em especial as ligadas à Física, porque não possuem certas habilidades e competências. Por fim, acredita-se que o uso de atividades,

como as do laboratório remoto, que exigem dos alunos o desenvolvimento dessas competências, podem ajudar os estudantes na evolução dessa maior autonomia.

“Eu acredito que os recursos estavam muitos bons e adequados, não somente o roteiro, como os textos explicativos de teoria, as simulações, a parte de história também estava muito bacana. Mas os alunos eles não interpretam o que leem, principalmente se for ligado aos conceitos científicos mais complexos como Física e Química. Ainda tem muita dificuldade para fazerem isso. Então eles perguntam sempre, por mais que esteja tudo claro. Perguntam até por insegurança mesmo sabe? Tipo assim: professor é isso que é para fazer né? Falta capacidade de interpretação, mas acho que é por isso que atividades assim são úteis, para desenvolver isso neles”.

Sobre as contribuições do experimento como recurso auxiliar na aprendizagem conceitual dos alunos, o professor afirmou que acredita muito no papel da experimentação para o ensino de conceitos científicos. Ele entende que a experimentação é fundamental por acreditar que a Física é uma Ciência de natureza experimental e que, desta forma, ações mais teóricas e menos práticas não ajudam muito para o entendimento dos estudantes. Nesse caso, validou muito o recurso desenvolvido.

“Foi muito bom. Eu não tenho dúvidas que ajuda muito os alunos na aprendizagem deles. Os alunos aprendem muito mais quando tem experimento porque eles veem as coisas acontecendo. Não é só teoria, falatório e matemática. Isso não sou eu que digo. A Física é uma Ciência experimental, os conceitos nascem da atividade experimental. Então eu não tinha dúvida que seria bom. Você não viu a diferença de animo deles?”

Fica evidente uma concepção empirista e indutivista do professor nesse comentário que fez sobre a importância da experimentação na construção do conhecimento científico. Quando perguntado sobre a efetividade da experimentação presencial em relação à experimentação remota, o professor afirmou que acredita muito na experimentação presencial por conta do manuseio mais próximo que o aluno tem com a montagem experimental. De novo, fica evidente a concepção empirista do docente que faz referência enfática sobre o papel dos sentidos na construção do conhecimento científico.

“Olha eu gostei muito do experimento remoto, mas eu acho que o experimento presencial ajuda mais porque o aluno está ali com o experimento na mão. Ele pode ver, mexer, não é? Está ali ao alcance das mãos dele, então ele vê ao vivo e a cores o resultado das ações dele. É diferente. Mas na falta do experimento presencial o experimento remoto pode ajudar muito”.

É interessante notar que o professor não percebe que com o laboratório remoto também é possível ver e manusear o experimento. Claro que a observação e o manuseio são feitos de forma diferentes. É por isso que entendemos que, por permitir outra forma de interação com a obtenção de dados, a experimentação remota oferece oportunidades para o desenvolvimento de outras habilidades e competências que não são desenvolvidas pelo experimento presencial e vice-versa. Assim, estamos defendendo, da mesma forma que Monteiro (2017) que ao invés de substituir o experimento presencial, o experimento remoto sirva como atividade que complementa e oferece outras oportunidades de desenvolvimento para os alunos.

Quando o professor foi questionado sobre a possibilidade de incluir em sua prática pedagógica a utilização do experimento remoto o docente se mostrou de pleno acordo.

“Claro que utilizaria e creio que qualquer professor utilizaria também. Só não utilizaria o professor que tem dificuldades com as tecnologias e, nesse caso, é preciso de treinamento. Mas tudo precisa de treinamento, inclusive o experimento presencial. Eu não vou negar que prefiro o presencial, mas na situação em que a gente se encontra, onde a escola não tem recursos nenhum a não ser giz e saliva, o experimento remoto é a solução. O experimento remoto é muito útil para as escolas, para a aprendizagem dos alunos e um ótimo recurso para o professor”.

O professor avalia positivamente o recurso do experimento remoto e chama atenção para o fato de as escolas não disporem de grandes recursos para o trabalho mais ativo dos alunos. Destaca, também, a necessidade do processo formativo do professor para o uso adequado desse recurso.

De forma geral, tanto o desempenho dos alunos em termos conceituais como na opinião dos estudantes e do professor, evidenciam aspectos positivos para o uso da experimentação remota como recurso importante para o aprendizado em sala de aula de conceitos científicos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa pesquisa teve por objetivo avaliar o impacto da experimentação remota no contexto de duas turmas de Ensino Médio de uma escola de ensino público que não dispõe de laboratório convencional.

Os dados da pesquisa nos permitem concluir que a experimentação, independentemente se remota ou presencial, contribui para a melhoria da aprendizagem dos alunos. Além disso, evidenciou que a atividade remota pode trazer contribuições muito interessantes para a escola desprovida de infraestrutura para a realização de experimentos convencionais.

Infelizmente, dados do censo escolar realizado pelo INEP mostraram que as escolas brasileiras, de forma geral, mesmo as privadas, não dispõem de infraestrutura adequada para a realização de experimentos, oportunizando ações mais ativas dos alunos no processo de ensino e de aprendizagem. Entretanto, há um número significativo de escolas que dispõe de salas de informática que possuem computadores com acesso à internet.

Neste sentido, o experimento remoto pode trazer contribuições muito importantes para a criação de atividades que oportunizem situações menos passivas dos estudantes que, muitas vezes, limitam-se a sentar, ouvir, prestar atenção e anotar as falas e as escritas do professor.

Os resultados de nossa pesquisa nos permitem concluir que os estudantes se motivaram com a atividade proposta e isso contribui para que a aprendizagem ocorresse de maneira mais lúdica.

A pesquisa também nos permitiu perceber que o laboratório remoto apresentou características importantes para o ensino científico na escola, tais como: praticidade, agilidade e desencadeadora de motivação nos alunos que, por meio de manifestações espontâneas durante a aplicação do projeto, passaram a demonstrar maior desejo de conhecer e entender mais a fundo as questões científicas. Além disso, não podemos deixar de destacar, que o laboratório remoto, possibilitou inclusão na Educação Básica, de temas de Física Moderna.

Diferentemente da experimentação virtual, que se constitui em uma idealização e, portanto, numa situação não real, a experimentação remota é uma atividade que permite ao aluno vivenciar o fenômeno físico na realidade, possibilitando a obtenção de dados reais, da mesma forma que um experimento presencial.

É claro que a simulação tem o seu papel como recurso importante, afinal, a Física é uma teorização da realidade e, desta forma, a existência de um recurso que permite aos estudantes a visualização de modelos, é relevante. Por isso, cada recurso tem o seu papel no ensino e deve ser explorado pelo professor em sala.

Como já discutido na literatura, a experimentação pode trazer a oportunidade para alunos contextualizarem os estudos, aprenderem a fazer medidas em diferentes instrumentos, coletar e tratar dados, além de aprender a apresentá-los em tabelas e gráficos. Permitem também que os alunos entendam as etapas do processo de construção do conhecimento científico, como: identificação de um problema, levantamento e teste de hipóteses, interpretação de dados e construção de modelos explicativos. É preciso ainda destacar que essas atividades permitem que os alunos discutam, pensem, debatam, aprendam a respeitar e analisar diferentes ideias e pensamentos.

Quando a escola não oferece esse tipo de vivência, nega ao aluno o desenvolvimento de habilidades de importância fundamental para o exercício da cidadania. Por isso, todo recurso que predispõe os estudantes a esse tipo de vivências, se mostra importante para o processo de ensino e de aprendizagem.

Atualmente, muito se tem falado sobre metodologias de aprendizagem ativas, que possibilitam aos alunos assumirem uma posição de maior destaque no processo de ensino em sala de aula. Neste tipo de pedagogia, entende-se que o professor precisa incentivar o aluno a ocupar um papel de maior protagonismo perante o processo de construção do saber. Entretanto, as escolas nem sempre dispõem de meios que permitam o professor adotar esse tipo de prática.

Desta forma, acreditamos que em função dos resultados obtidos, as respostas das perguntas que norteiam nossa pesquisa ficam respondidas quando, observamos o ganho de aprendizagem obtida pelos alunos após a realização das

atividades experimentais controladas remotamente. Tais evidências nos permitem concluir que o laboratório remoto contribui de maneira efetiva para o ensino da Física. Outro aspecto a se observar é que, a inserção do aluno em um contexto real de aprendizagem prática, permite o desenvolvimento do protagonismo na construção do conhecimento, tornando esse processo mais prazeroso e motivante.

REFERÊNCIAS

ALIPRANDINI, D. M.; SCHUHMACHER, E.; SANTOS, M. C. DOS. Processo de ensino e aprendizagem de Física apoiada em Software de Modelagem. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, 1, 2009, Ponta Grossa. ISBN: 978-85-7014-0487, p. 1370-1380.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, Junho, 2003.

ARRUDA, Heloísa Paes de Barros. **Planejamento de aula e o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação**: percepção de docentes do Ensino Médio. 2012. 256 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012

ASSIS, A.; TRAVAIN, S. A. **Efeito fotoelétrico** - uma abordagem experimental para o Ensino de Física Moderna. In: ENCONTRO NACIONAL DE PELINDENASQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017. Florianópolis. Anais ... Florianópolis: ABRAPEC, 2017, P. 1 – 8.

BORGES, A. T.; GOMES, A. D. T. Percepção de estudantes sobre desenhos de testes experimentais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 71-94, 2005.

BORGES, A. Tarciso. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez, 2002.

BORRACHA, António Manuel Lira Gomes. **Laboratório Remoto de Automação Industrial (Lab-RAI)**. 2012. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Electrotécnica e Computadores, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/9298>. Acesso em: 03 fev. 2020.

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf. Acesso em: 02 jun. 2019.

BRASIL. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa)**. INEP, MEC, Brasília, 2018. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/pisa>. Acesso em: 04 jul. 2019.

BRASIL.Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Investigando a Inserção Das Tic E Suas Ferramentas No Ensino De Física: Estudo De Caso De Um Curso EAD**. Inep, p. 1–8, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. DA EDUCAÇÃO BÁSICA 2016 Notas Estatísticas. Inep, p. 28, 2017.

CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, p. 185–208, 2011.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999. v.1.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede. A era da informação: economia, sociedade e cultura**. v. 1, 10. ed. Tradução: Roneide Venancio Majer. Atualização: Jussara Simões. São Paulo: Paz e Terra, 2007, v.1.

DUARTE, J. B. Estudos de caso em educação. Investigação em profundidade com recursos reduzidos e outro modo de generalização. **Revista Lusofona de Educação**, n. 11, p. 113–132, 2008.

FONTANA, Fabiana Fagundes; CORDENONSI, André Zanki. TDIC como mediadora do processo de ensino-aprendizagem da arquivologia. **ÁGORA**, v. 25, n. 51, p. 101-131, jul./dez. 2015.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GONÇALVES, L. J; VEIT, E. A; Textos, animações e vídeos para o ensino aprendizagem de física térmica no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, p 33-42, 2006.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Censo Escolar, 2014. Brasília: MEC, 2015.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

LINDENAU, J.D.; GUIMARAES, L.S.P. 2012. Calculando o tamanho do efeito no SPSS. **Revista HCPA (Online)**. v.32, n.3, p. 363 – 381, 2012.

LOPES, S. P. M. L. **Laboratório de Acesso Remoto em Física**. 2007. 147 f. Dissertação (Mestre em Ensino da Física e Química) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Departamento de Física, Coimbra, Portugal, 2007.

MAGALHÃES, S. F. S.; GELLER, M. Reflexões sobre a disciplina de tecnologias da informação e da comunicação em uma instituição de ensino superior no município de Floriano- PI. **Novas Tecnologias na Educação**. v. 7, n. 3, dez, 2009. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/13593/8848>. Acesso em: 02 dez. 2018.

MEIRINHOS, M.; OSORIO, A. Educação O estudo de caso como estratégia de investigação em educação The case study as research strategy in education. **Revista de Educação**, v. 2, n. 2, p. 49–65, 2010.

MONTEIRO, M. A. A. *et al.*, Protótipo de uma atividade experimental para o estudo da cinemática realizada remotamente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 191–208, 2013.

MONTEIRO, M. A. A. **Um estudo sobre as contribuições para o processo de ensino e de aprendizagem de conceitos de física a partir de experimentos controlados remotamente**. 2017. 115 f. Tese (Livre-docência) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017.

MORAN, J. M. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 12, p.13-21, 2004.

MOREIRA, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa: **Revista Chilena de Educación Científica**, ISSN 0717-9618, V. 7, N. 2, 2008. p. 23-30. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>. Acesso em 09 set 2018.

NEVES, S. M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula – Um Estudo Exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.

NOGUEIRA, L. C. A Web 2.0. **Design, Arte e Tecnologia**. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2008.

NOGUEIRA M.O.G. **Aprendizagem do Aluno Adulto**: implicações para a prática Docente no Ensino Superior. Curitiba: IBPEX, 2009.

OCDE 2019a, PISA 2018 Assessment and Analytical Framework, PISA, OECD Publishing, Paris, Disponível em: <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>. Acesso em 04 jul. 2019.

PENA, F.L.A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 9, n. 1, 2009.

PIMENTA, Márcia Teresa da Rocha. **A política de inserção do Brasil na Sociedade da Informação: uma avaliação política do Programa Sociedade da Informação (SOCINFO).** 2014. 222 f. Tese (Doutorado em Políticas Públicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luiz, 2014.

PONTE, J. P. da. Estudos de caso em educação matemática. **BOLEMA: Boletim de Educação Matemática**, v. 19, n. 25, p.1 – 6, 2006.

PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants. **On the Horizon**, v. 9, n. 5, P. 1 – 6, oct. 2001.

PRIOSTE, Cláudia Dias. **O adolescente e a Internet: laços e embaraços no mundo virtual.** 2013. 361 f. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo 2013.

RICH, M. As mídias e seus efeitos na saúde e no desenvolvimento de crianças e adolescentes: reestruturando a questão da era digital. In: ABREU, C.N. de; EISENTAEIN, E.; ESTEFENON, S.G.B. (Orgs.). **Vivendo esse mundo digital: impactos na saúde, na educação e nos comportamentos sociais.** Porto Alegre: Artmed, 2013.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O Ensino de Ciências: Fatores Intrínsecos e Extrínsecos que Limitam a Realização de Atividades Experimentais pelo Professor dos nos Iniciais do Ensino Fundamental. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

SARAIVA, T. EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO BRASIL: lições da história. **Em Aberto**, ano 16, n.70, abr./jun. 1996.

SANTOS, L. G. dos. **Revolução Tecnológica, Internet e Socialismo: a informação após a virada Cibernética.** São Paulo: Ed. Fundação Perseu Abramo, 2003.

SILVA, DRAYTON MÁRIO DA; TAVARES, CARLA VALÉRIA FERREIRA; SILVA, ADAMARES MARQUES DA. O uso da tecnologia como meio auxiliar para o ensino da física. **CIET:EnPED**, [S.l.], maio 2018. ISSN 2316-8722. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/562>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

SILVA, J. B. da. **A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem**. 2006. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Gestão do Conhecimento) – Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2006.

SILVA, J. R. N. da *et al.*, **Grupo de Professores de Física Moderna: A importância do ambiente de discussão na formação continuada de professores**. p. 10, 2005.

TOZONI-REIS, M. F. DE C. **Metodologia da Pesquisa Científica**. 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. 136 p.

PRE-TESTE

1 – Assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S):

- (a) Devido à alta frequência da luz violeta, o “fóton violeta” é mais energético do que o “fóton vermelho”.
- (b) A difração e a interferência são fenômenos que somente podem ser explicados satisfatoriamente por meio do comportamento ondulatório da luz.
- (c) O efeito fotoelétrico somente pode ser explicado satisfatoriamente quando consideramos a luz formada por partículas, os fótons.
- (d) A luz, em certas interações com a matéria, comporta-se como uma onda eletromagnética; em outras interações ela se comporta como partícula, como os fótons no efeito fotoelétrico.
- (e) O efeito fotoelétrico é consequência do comportamento ondulatório da luz.

2 – Observe as figuras a seguir:

Tendo em vista o exposto, responda:

- a) Qual é a menor frequência da luz, em Hertz, que consegue arrancar elétrons da superfície do metal?
- b) Para o potencial de 1,5 V, qual é a energia cinética (em Joules) do elétron ejetado da superfície do metal?

3 – O efeito fotoelétrico contrariou as previsões teóricas da física clássica porque mostrou que a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende:

- a) exclusivamente da amplitude da radiação incidente.
- b) da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.
- c) da amplitude e não do comprimento de onda da radiação incidente.
- d) do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.
- e) da frequência e não da amplitude da radiação incidente.

4 – Considere as seguintes afirmações sobre o efeito fotoelétrico.

- I. O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons por uma superfície metálica atingida por radiação eletromagnética.
- II. O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com a adoção de um modelo corpuscular para a luz.
- III. Uma superfície metálica fotossensível somente emite fotoelétrons quando a frequência da luz incidente nessa superfície excede um certo valor mínimo, que depende do metal.

Quais estão corretas?

- a) apenas I. b) apenas II. c) apenas I e II. d) apenas I e III. e) I, II e III.

5 – Utilizando um controlador, André aumenta a intensidade da luz emitida por uma lâmpada de cor vermelha, sem que esta cor se altere. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que a intensidade da luz aumenta porque

- a) a frequência da luz emitida pela lâmpada aumenta.
 b) o comprimento de onda da luz emitida pela lâmpada aumenta.
 c) a energia de cada fóton emitido pela lâmpada aumenta.
 d) o número de fótons emitidos pela lâmpada, a cada segundo, aumenta.

6 – No efeito fotoelétrico, elétrons são ejetados de uma superfície metálica, através da incidência de luz sobre ela. A equação de Einstein para o efeito fotoelétrico, baseada na hipótese do fóton, é $hf = \phi + K_m$ em que hf é a energia do fóton absorvido pelo elétron na superfície do metal. A função trabalho ϕ é a energia necessária para se remover esse elétron do metal, e K_m a energia cinética máxima do elétron fora da superfície. Para frear o elétron ejetado da superfície, é necessário um potencial elétrico V_0 , de modo que $K_m = eV_0$, sendo e a carga do elétron. Em termos de V_0 , a equação de Einstein fica na forma $V_0 = (h/e)f - (\phi/e)$.

Abaixo, temos um gráfico $V_0 \times f$, para diversos experimentos realizados (os pontos pretos são obtidos de experimentos), e também um trecho de reta, contínuo, que representa a função $V_0 (f)$ da teoria de Einstein.

Com base nas informações do texto e no gráfico, é CORRETO afirmar que

- a) os elétrons, no efeito fotoelétrico, são ejetados da superfície metálica, a partir de uma certa intensidade da luz incidente.
 b) a energia cinética máxima do elétron ejetado é igual a hf , mesma energia do fóton incidente.

- c) os elétrons, no efeito fotoelétrico, são ejetados da superfície metálica, a partir de uma determinada frequência da luz incidente.
- d) a energia cinética máxima do elétron ejetado é igual a ϕ , mesma energia necessária para remover o elétron do metal.

APÊNDICE B

PÓS-TESTE

1 – Assinale a(s) proposição(ões) correta(s)

- (a) Devido à frequência da luz verde, o “fóton verde” é mais energético do que o “fóton vermelho”.
- (b) A teoria corpuscular da luz, de Isaac Newton, explica adequadamente os fenômenos de reflexão e refração, mas tem dificuldades para explicar os fenômenos de difração e polarização. Isto prova definitivamente que a luz tem natureza corpuscular.
- (c) O efeito fotoelétrico é explicado a partir da premissa que a luz é uma onda.
- (d) com relação as discussões sobre a natureza da luz venceu os adeptos da teoria ondulatória.
- (e) Os fótons são ondas eletromagnéticas que promovem o efeito fotoelétrico.

2 – Observe as figuras a seguir:

Tendo em vista o exposto, responda:

- a) Qual é a menor frequência da luz, em Hertz, que consegue arrancar elétrons da superfície do metal?
- b) Para o potencial de 3 V, qual é a energia cinética (em Joules) do elétron ejetado da superfície do metal?

3 – Sobre o efeito fotoelétrico, marque a alternativa correta:

- a) O efeito fotoelétrico depende da intensidade da radiação incidente sobre a placa metálica.
- b) Não há frequência mínima necessária para a ocorrência desse fenômeno.
- c) A frequência de corte é fruto da razão entre a função trabalho e a constante de Planck.

d) A energia cinética dos fotoelétrons é diretamente proporcional ao comprimento de onda da radiação incidente.

4 – Considere as seguintes afirmações sobre o efeito fotoelétrico.

- I. O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons por uma superfície metálica atingida por radiação eletromagnética.
- II. O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com a adoção de um modelo ondulatório para a luz.
- III. Uma superfície metálica fotossensível somente emite fotoelétrons quando a amplitude da onda da luz incidente nessa superfície excede um valor mínimo, que depende do metal.

Quais estão corretas?

- a) apenas I. b) apenas II. c) apenas I e II. d) apenas I e III. e) nenhuma

5 – Utilizando um controlador, André aumenta a intensidade da luz emitida por uma lâmpada de cor vermelha, sem que esta cor se altere. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que a intensidade da luz aumenta porque

- a) a frequência da luz emitida pela lâmpada aumenta.
- b) o comprimento de onda da luz emitida pela lâmpada aumenta.
- c) a energia de cada fóton emitido pela lâmpada aumenta.
- d) o número de fótons emitidos pela lâmpada, a cada segundo, aumenta.

6 – A tabela abaixo mostra as frequências para três tipos distintos de ondas eletromagnéticas que irão atingir uma placa metálica cuja função trabalho corresponde a 4,5eV. A partir dos valores das frequências podemos afirmar que:

ONDA	FREQUÊNCIA (Hz)
A	$2,5 \cdot 10^{17}$
B	$3,0 \cdot 10^{18}$
C	$5,0 \cdot 10^{16}$
D	$4,5 \cdot 10^{15}$

Dados: Considere a constante de Planck como $h = 4,0 \cdot 10^{-15} \text{ eV}$. e a velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

- a) A onda C possui frequência menor que a frequência de corte.
- b) A energia cinética do fotoelétron atingido pela onda D é de 13,5eV.
- c) O efeito fotoelétrico não ocorrerá com nenhuma das ondas.
- d) A razão entre a frequência de corte e a frequência da onda A é 0,085.

e) O comprimento de onda referente à onda B é $2,0 \cdot 10^{-10}$ m.

Questionário de opinião dos alunos sobre a Experimentação Remota

- 1 – Você achou fácil acessar o experimento Remoto? Não diga apenas sim ou não, mas também comente sua afirmação.
- 2 – As instruções e os recursos disponíveis na página do experimento ajudou você a entender a maneira de como realizar o experimento? Não diga apenas sim ou não, mas também comente sua afirmação.
- 3 – Você acha que o experimento remoto te ajudou a compreender melhor a matéria que estava aprendendo, o Efeito Fotoelétrico? Não diga apenas sim ou não, mas também comente sua afirmação.
- 4 – Você acha que o experimento presencial seria melhor para sua aprendizagem do que um experimento remoto? Não diga apenas sim ou não, mas também comente sua afirmação.
- 5 – Fale sobre sua impressão sobre fazer o experimento remotamente.

Questionário de opinião do professor sobre a Experimentação Remota

- 1 – Em sua opinião, os alunos acessaram fácil o experimento Remoto?
- 2 – Como você avalia as instruções e os recursos disponíveis na página do experimento? Você acredita que ajudou os alunos a entenderem a como realizar o experimento?
- 3 – Você acha que o experimento remoto ajudou os alunos a compreenderem melhor o conteúdo?
- 4 – Você acha que o experimento presencial seria melhor para a aprendizagem dos alunos?
- 5 – Você utilizaria o experimento controlado remotamente em suas aulas?