



**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**PPGE n Fis**  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**NAYARA SCARLET DA SILVA**

**EFEITO FOTOELÉTRICO: O ENSINO DE FÍSICA MODERNA A  
PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE VIRTUAL  
DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

VITÓRIA-ES  
2022

**NAYARA SCARLET DA SILVA**

**EFEITO FOTOELÉTRICO: O ENSINO DE FÍSICA MODERNA A  
PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE VIRTUAL  
DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

Dissertação de mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ensino  
de Física (PPGEnFis) do Centro de  
Ciências Exatas, da Universidade Federal  
do Espírito Santo.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Simone Aparecida  
Fernandes Anastácio

VITÓRIA-ES  
2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

D111e da Silva, Nayara Scarlet, 1989-  
Efeito Fotoelétrico : O Ensino de Física Moderna a partir do desenvolvimento de uma ambiente virtual de ensino aprendizagem / Nayara Scarlet da Silva. - 2022.  
120 f. : il.

Orientadora: Simone Aparecida Fernandes Anastácio.  
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

I. Anastácio, Simone Aparecida Fernandes. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53

---



---

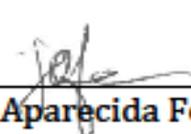
**"Efeito fotoelétrico na perspectiva virtual: o ensino de física moderna a partir do desenvolvimento de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem"**

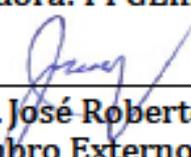
**Nayara Scarlet da Silva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 30 de setembro de 2022.

**Banca Examinadora**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª Simone Aparecida Fernandes Anastácio  
(Orientadora: PPGEnFis/UFES)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Roberto Tagliati  
(Membro Externo: UFJF)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr.ª Ernani Vassoler Rodrigues  
(Membro Interno: PPGEnFis/UFES)

“Como se me apresentaria o mundo se eu pudesse viajar em um raio de luz?”

Albert Einstein

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente à Deus e a Nossa Senhora por me manter forte para concluir essa etapa da minha vida. A minha família, em especial à minha avó, que sempre me incentivou a estudar e esteve do meu lado me encorajando quando eu pensava em desistir. Ao meu pai em memória, e a minha mãe por acreditarem em mim e se orgulharem sempre das minhas conquistas. A minha tia Adriana Vieira e minha afilhada Maryana Vieira por estarem sempre comigo, ajudando no que eu precisasse. A minha irmã Gabriela Vieira, e ao meu irmão Maurício Souza, por ser meu exemplo de força e incentivo às minhas conquistas acadêmicas.

As minhas amigas Juliana Torres, Livia Costa, e Carol Langoni, por me incentivarem a embarcar neste desafio tão grande e me mostrar que eu podia conquistar o que ao meu ver seria impossível. As minhas amigas de longa data Andressa Máyra, Thaíssa Caroline, Érica Távora, Luana Driusso, Silvia Castro e Camila Simões que tanto amo, por me abraçarem e aguentarem com paciência meus lamentos.

Agradeço ao meu marido Fabrício Volpasso, por ser minha âncora na produção desse trabalho, esteve comigo em todos os momentos difíceis, e que sempre acreditou, me motivou e que prestou suporte, acompanhando toda a trajetória de elaboração desta dissertação.

Aos meus amigos de turma, em especial, André Oakes, Karoline Gonzaga, Thiago Guerçon e Tiago Gotard, que passaram todas as dificuldades e os medos que um mestrando pode enfrentar, ampliado por um contexto de pandemia e ensino remoto.

Aos meus professores do programa, e a coordenação por tanto aprendizado e sempre estarem dispostos a ajudarem em meio as atribulações. Em especial Geide Rosa, Gustavo Vialli, Flávio Alvarenga, Giuseppe Camileti e Laércio Ferracioli pela resiliência neste período.

Agradeço a minha orientadora Simone Anastácio, que esteve comigo na construção desta dissertação, se colocando disponível para sanar dúvidas e

auxiliar com ideias. Principalmente, por não me deixar desistir demonstrando seu lado humano e empático comigo.

Por fim, gostaria de agradecer a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao programa de Pós-graduação em ensino de Física (PPGEnFis), polo 12, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), instituições que me trouxeram apoio e confiança, desde o início dando todo o suporte para que eu chegasse aqui.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ferramentas utilizadas nos artigos pesquisados.....	20
<b>Figura 2.</b> Conteúdos abordados nos artigos pesquisados.....	21
<b>Figura 3:</b> Tubo de raios catódicos.....	44
<b>Figura 4:</b> Variação da energia cinética dos elétrons ejetados em função da frequência.....	46
<b>Figura 5:</b> Porta automática.....	47
<b>Figura 6:</b> Poste de iluminação pública acende automaticamente.....	48

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Ocorrência da descoberta do efeito fotoelétrico.....47

**Tabela 2:** Questão 1.....62

## LISTA DE IMAGENS

<b>Imagem 1:</b> QR Code do simulador KCVS.ca.....	63
<b>Imagem 2:</b> QR Code do Simulador Phet Colorado.....	64
<b>Imagem 3:</b> QR-Code de acesso ao simulador TinkerCad.....	65

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	20
2.1 OBJETIVO GERAL.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	21
3.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	21
3.2 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E O ENSINO DE FÍSICA.....	21
3.3 EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM MEDIADA – REUVEN FEUERTEIN.....	25
3.3.1 A teoria de Lev Semionovitch.....	26
3.3.2 A experiência da aprendizagem mediada de Reuven Feurestein.....	30
3.3.3 Dos princípios aos critérios: quem foi Reuven Feurstein.....	32
3.3.4 Oficinas Pedagógicas: atividades práticas em seu contexto .....	38
3.3.5 Os princípios escolhidos para serem aplicados à Oficina.....	42
<b>4 CONTEXTO HISTÓRICO DO EFEITO FOTOELÉTRICO E SUA APLICABILIDADE</b> .....	45
4.1 O EFEITO FOTOELÉTRICO.....	51
<b>5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	55
5.1 TDICs E O AMBIENTE VIRTUAL.....	56
5.2 GOOGLE MEET.....	57
5.3 ETAPAS DA OFICINA PEDAGÓGICA.....	59
<b>6 RESULTADOS DE DISCUSSÕES</b> .....	67
6.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	67
6.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	68
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	77
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79

**APÊNDICE.....82**

## RESUMO

A motivação para a realização do presente trabalho se centra em apresentar o conceito do efeito fotoelétrico para os estudantes do ensino médio, através de experiências vivenciadas numa oficina virtual, face ao momento pandêmico que vivenciamos. O objetivo geral do trabalho foi avaliar a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) como instrumentos de mediação na aprendizagem do conteúdo de Física Moderna no Ensino Médio. Este trabalho se constitui enquanto uma pesquisa de abordagem qualitativa. Com relação aos procedimentos trata-se de um estudo de caso, os sujeitos da pesquisa foram 30 alunos do da 3ª série do Ensino Médio da EEEFM “Fraternidade e Luz”, utilizando 01 aula de Física por semana, realizando as atividades no horário das aulas com os cromebooks da escola, na própria sala de aula. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados 03 questionários elaborados usando-se o google forms, Os dados levantados durante as diferentes etapas da pesquisa, com a utilização de questionários, foram analisados qualitativamente através da técnica de análise de conteúdo temática conforme Bardin, e para a elaboração da oficina foi utilizado o Google sala de aula e suas ferramentas. Baseado nos resultados obtidos nesta pesquisa, constatou-se que as oficinas pedagógicas são excelentes ferramentas pedagógicas, visto que trabalham os conteúdos de maneira divertida e prazerosa, despertando a curiosidade dos alunos, auxiliando no ensino aprendizagem. Pesquisar sobre o uso de tecnologias no meio pedagógico foi o mote principal que fomentou a busca por trabalhos que nortearão esta investigação. Isto se deu porque acreditamos que o ensino tradicional não acompanha o avanço tecnológico, pelo menos não como deveria.

**Palavras-chave:** Tecnologia. Ensino de Física. Oficina Pedagógica

## ABSTRACT

The motivation for carrying out the present work focuses on presenting the concept of the photoelectric effect to high school students, through experiences in a virtual workshop, given the pandemic moment we are experiencing. The general objective of the work was to evaluate the use of Digital Information and Communication Technologies (DICTs) as mediation instruments in the learning of Modern Physics content in High School. This work is constituted as a research with a qualitative approach. Regarding the procedures, this is a case study, the research subjects were 30 students from the 3rd grade of high school at EEEFM "Fraternity and Light", using 01 Physics class per week, performing activities during class time. with the school's chromebooks, in the classroom itself. As data collection instruments, 03 questionnaires were used, prepared using google forms. The data collected during the different stages of the research, with the use of questionnaires, were qualitatively analyzed through the thematic content analysis technique according to Bardin, and to the elaboration of the workshop was used Google classroom and its tools. Based on the results obtained in this research, it was found that the pedagogical workshops are excellent pedagogical tools, since

they work the contents in a fun and pleasant way, arousing the curiosity of the students, helping in teaching and learning. Research on the use of technologies in the pedagogical environment was the main motto that fostered the search for works that will guide this investigation. This was because we believe that traditional education does not keep up with technological advances, at least not as it should.

**Keywords:** Technology. Physics Teaching. Pedagogical Workshop

## APRESENTAÇÃO

Apresentamos ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física o produto da Dissertação de Mestrado de Nayara Scarlet da Silva, orientada pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Simoni Aparecida Fernandes Anastácio, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física, em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo.

Neste trabalho propomos a construção de uma oficina educacional, onde será criado um ambiente virtual, utilizando-se o **Google Sala de aula**. A oficina ocorreu em 3 encontros virtuais pelo **Google Meet**, e faremos o uso de simuladores para apresentar e avaliar o ensino-aprendizagem de Física Moderna, direcionado ao Efeito Fotoelétrico.

Para o direcionamento da oficina, revisamos a bibliografia com uma pesquisa dos últimos 10 anos sobre o uso de TIDCs nas escolas públicas estaduais, e pudemos observar a carência do uso de ambientes virtuais e simuladores no conteúdo de Física Moderna. Utilizamos da teoria da aprendizagem mediada para a construção da proposta de uma oficina que avaliará como o uso de TIDCs e os princípios e critérios da Teoria da Aprendizagem Mediada de Reuven Feurestein podem auxiliar nossos alunos no ensino-aprendizagem do Efeito Fotoelétrico.

Nosso público alvo foi os estudantes voluntários da 2<sup>a</sup> série do Ensino Médio, da escola E.E.E.F.M “Fraternidade e Luz”, da rede pública Estadual do estado do Espírito Santo, e ocorrerá de forma totalmente remota, devido à pandemia da COVID-19. Através da realização do nosso trabalho, pretendemos fomentar o ensino de Física Moderna em ambientes virtuais, e o uso de TIDCS, que serão cada vez mais utilizados através da mediação de professores de todas as escolas do país, possibilitando, assim, que o ensino de diversos conteúdos seja acessado por plataformas digitais. Justificado pela BNCC:

“A contemporaneidade é fortemente marcada pelo desenvolvimento tecnológico. Tanto a computação quanto as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes na vida de todos, não somente nos escritórios ou nas escolas, mas nos nossos bolsos, nas cozinhas, nos automóveis, nas roupas etc. Além disso, grande parte das informações produzidas pela humanidade está armazenada digitalmente. Isso denota o quanto o mundo produtivo e o

cotidiano estão sendo movidos por tecnologias digitais, situação que tende a se acentuar fortemente no futuro”.

Desta forma, julgamos ser importante impulsionar o estímulo proposto para o aprendizado conceitual do fenômeno e sua aplicabilidade, através do uso de TIDCS, bem como a importância deste marco histórico-científico que é o Efeito Fotoelétrico. Torna-se salutar, portanto, investigarmos tal insígnia, visto que tal conteúdo passa despercebido em nossas escolas, mesmo sendo componente curricular das séries finais. Vale ressaltar, ainda, que por muitas vezes é de forma tal ignorada em nosso cotidiano, por não entendermos a importância da ciência para nossas vidas.

Partindo de tais questões e pressupostos, cabe-nos ainda redarguir sobre qual a aplicabilidade deste estudo no cotidiano dos alunos e onde eles observam tais fenômenos. É importante fazê-los perceber este conteúdo está presente em nosso dia a dia, seja nos controles remotos das TV's ou dos videogames de suas casas, nos postes de iluminação pública, em diversos sensores de presença e, ainda, câmeras fotográficas.

A relevância desta oficina vai além de fórmulas matemáticas desenhadas no quadro de forma tradicional. Ela busca uma articulação acerca da ciência e tecnologia na sociedade.

O texto do trabalho está organizado da seguinte forma: no **Capítulo 1** apresenta-se a introdução, na qual são destacadas a motivação para o trabalho, as questões de pesquisa e considerações da pesquisadora; no **Capítulo 2** são apresentados os objetivos geral e específicos da pesquisa; no **Capítulo 3** discute-se o referencial teórico que deu suporte e balizou nossa pesquisa norteada pelo uso de TIDCS e pela Teoria da Aprendizagem Mediada de Reuven Feurestein, e a influência de Vigotisk; em seguida, no **Capítulo 4**, descreve-se os procedimentos metodológicos utilizados nessa pesquisa; no **Capítulo 5** apresentaremos a metodologia de desenvolvimento da pesquisa e do trabalho em sala de aula; por fim, no **Capítulo 6** destacamos os resultados encontrados.H

## 1 INTRODUÇÃO

A motivação para a realização do presente trabalho se centra em apresentar o conceito do efeito fotoelétrico para os estudantes do ensino médio, através de experiências vivenciadas numa oficina virtual, face ao momento pandêmico que vivenciamos. Estamos em busca de uma maneira de despertar a curiosidade dos alunos, visto que o efeito fotoelétrico permeia o dia a dia de todos nós e sequer nos acercamos disso. Então, nestes novos tempos, cabe à escola proporcionar novas formas de se construir conhecimento para que se estabeleça, de fato, a relação ensino-aprendizagem.

O fato de eu ter estudado todo o ensino fundamental e médio em escola pública me permite enxergar o ensino de física por duas óticas: o de aluna e o de professora. O ensino médio cursei numa escola de referência na minha cidade, uma escola que comportava, à época, mais de mil alunos. Foi lá que, em meio a uma multidão, percebi que eu precisava estudar, precisava tomar um rumo na vida e que o magistério me permitiria fazer a diferença.

Terminada a educação básica foi hora de buscar, na graduação, a chance de fazer diferente. O maior entrave era como arcar com os custos de uma faculdade particular, visto que a única que formava professores, à época, era particular. Vencidas as barreiras, era hora de dar mais um passo à frente. Formei-me em 2010 apresentando um TCC sobre Manoel Amosoro Costa, engenheiro e matemático brasileiro que contribuiu diretamente para a evolução da ciência em nosso país e, em 2011, comecei a lecionar em uma escola do interior, há 26 km da minha residência.

Encontrei alunos educados, que trabalhavam na lavoura durante o dia e estudavam à noite. Sem tempo para se dedicarem aos estudos, eles apresentavam muita dificuldade na disciplina de física devido um cansaço acumulado do dia e à deficiência da base matemática. Esta foi, então, a força

motriz que me impulsionou a pensar novas possibilidades, o que me levou à “Olimpíada Brasileira de Física” e ao “Projeto do Foguete”.

Como intuito de melhorar minha prática, busquei desempenhar um trabalho diferente de tudo que aqueles alunos haviam visto. Com isso, apresentaram-me um arsenal de experimentos físicos guardados em caixas há tempo na escola. Tinha experimentos de todas as matérias, de cada conteúdo programático, provavelmente nunca antes utilizados, e foi ali que me encontrei. Os alunos conseguiram transpor as barreiras e contornar os limites que eles mesmos se colocavam: de que era impossível aprender conceitos e de que nunca conseguiriam.

Foi a partir dessa experiência que comecei a sempre introduzir práticas nas minhas aulas, inscrever meus alunos nos projetos das faculdades, incentiva-los a participar dos campeonatos e feiras e até criar feiras internas nas escolas. A priori, o que impulsionava o fazer da prática uma constante eram as possibilidades de se compreender conceitos e aprender também a partir da experimentação. Vale ressaltar, aqui, que os conceitos já estão construídos pela área...por parte dos alunos precisam ser compreendidos.

A aprendizagem é possível também por meio da experimentação, mas não somente por meio dela. Ela contribui, mas não consegue ensinar nada por si só. É preciso que haja, hoje, a explicação teórica associada à resolução de exercícios e, principalmente, a mediação do professor.

Muitas vezes nos deparamos com barreiras pedagógicas e com profissionais que não concordam com o nosso jeito de ensinar, pois estão travados em um modelo tradicional e arraigado que não permite a liberdade de um aluno criar. Todas as oportunidades que eu tenho de fazer meus alunos irem além, de fazer com que eles criem uma realidade diferente, com possibilidades de mudar e sair do conformismo, mudar a sua comunidade, de pensar, eu estou lá incentivando, travando batalhas com pais, mostrando o quão é importante a criatividade de cada um deles para a evolução da nossa sociedade.

O professor tem a capacidade de transformar um aluno indisciplinado em um estudante brilhante. Desde que consiga cativá-lo e conquistar sua confiança. Há inúmeros casos de professores que, por se tornarem tão populares, são reconhecidos e adorados por várias gerações de alunos. É uma recompensa e tanto poder mudar o rumo da vida de alguém por meio da educação, não? Exemplos disso não faltam.

Em todas histórias de sucessos que ajudaram a transformar a humanidade, professores tiveram importante contribuição. Nenhum outro profissional tem, como o professor, o poder de impactar o futuro. Afinal, ele está ali todos os dias com a missão de educar dezenas de alunos e prepará-los para o futuro.

O professor tem a possibilidade de despertar sonhos e influenciar comportamentos. Tendo boas condições de trabalho, pode influenciar os alunos a serem uns mais respeitosos com os outros. A terem preocupação com aspectos sociais, ambientais e culturais. Pode despertar em muitos a capacidade de respeitar as diferenças e conviver bem com elas.

Ingressar na primeira pós-graduação em Docência do Ensino Superior para buscar novas fontes de conhecimento, abrir novas linhas de pensamento sobre o ser docente foi mais um passo na carreira. A posteriori, outra especialização *lato sensu*, em Metodologia no Ensino de Física, para aprimorar nos conteúdos e práticas relevantes ao meu fazer pedagógico.

Tornou-se perceptível a mim, ao longo dos anos na docência, que grande parte dos estudantes quando ingressam no ensino médio, tal qual a mim em minha época, apresentam muitas dificuldades em relação ao aprendizado dos conceitos relacionados à Física. Sobre isso, Ricardo Freire (2007) afirma que os alunos do ensino médio, frequentemente, apresentam dificuldades em disciplinas da área de ciências exatas, sobretudo, em conceitos relacionados à Física. Entre os componentes desse cenário, está o fato de uma significativa parcela de os alunos considerarem essa disciplina monótona e pouco estimuladora

Toda investigação parte de um princípio e todo princípio nasce de uma série de dúvidas e questionamentos que se faz ao longo do primado da curiosidade. Os conceitos são elaborados a partir de uma série de testes. Estes, por sua vez, nascem da busca de respostas que fazem com que o homem, ao longo da história, tente responder às hipóteses surgidas acerca de determinada temática.

Não poderia ser diferente com o chamado “Efeito Fotoelétrico”, fenômeno de origem quântica que consiste na emissão de elétrons por algum material iluminado por radiações eletromagnéticas de frequências específicas. O nome “Fotoelétrico” se dá em virtude de os elétrons emitidos por esse material serem chamados de fotoelétron.

Sabendo-se que este efeito foi descoberto em 1886 pelo físico alemão Heinrich Hertz<sup>1</sup>, mas que só teve sua teoria explicada e apresentada à comunidade científico-acadêmica em 1905, por Albert Einstein<sup>2</sup>, pensou-se trabalhar com este conceito em uma oficina didática que será planejada e avaliada com base nos critérios da Teoria da Experiência da Aprendizagem Mediada de Feuerstein<sup>3</sup>.

Nosso estudo, pois, centrar-se-á no fato de que tal efeito consiste na ejeção de elétrons de um material exposto a uma determinada frequência de radiação eletromagnética.

Sendo assim, partiremos de algumas questões que nortearão o trabalho. A utilização de TDICs como instrumento de mediação no ensino de física moderna traz contribuições para a aprendizagem de conceitos? Em caso afirmativo, quais são as principais contribuições? Em caso negativo, qual é, verdadeiramente, o papel desempenhado pelas TDICs no ensino desses conceitos? De que forma a

---

<sup>1</sup> Físico alemão que demonstrou a existência da radiação eletromagnética, criando aparelhos emissores e detectores de ondas de rádio. Em sua homenagem a unidade de frequência no Sistema Internacional de Unidades é denominada hertz.

<sup>2</sup> Físico teórico alemão que desenvolveu a teoria da relatividade geral, um dos pilares da física moderna ao lado da mecânica quântica.

<sup>3</sup> Reuven Feuerstein, professor e psicólogo judeu-israelense, criador da Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural, a Teoria da Experiência da Aprendizagem Mediada, e o Programa de Enriquecimento Instrumental.

Teoria da Experiência da Aprendizagem Mediada pode ser utilizada como embasamento teórico para o planejamento e avaliação de resultados em uma oficina didática?

Não há limite para o conhecimento. Por mais que você leia livros, se atualize constantemente, sempre existe algo novo pra ser aprendido. Com o advento da internet ficou mais fácil aprender, assim como ficou mais desafiador ensinar. Afinal, os alunos podem ter também um segundo acesso às informações passadas nas aulas.

Pesquisar sobre o uso de tecnologias no meio pedagógico foi o mote principal que fomentou a busca por trabalhos que nortearão esta investigação. Isto se deu porque acreditamos que o ensino tradicional não acompanha o avanço tecnológico, pelo menos não como deveria.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) como instrumentos de mediação na aprendizagem do conteúdo de Física Moderna no Ensino Médio.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Desenvolver atividades remotas baseadas no uso das TDICs para inserção de conceitos referentes ao Efeito Fotoelétrico nas séries do Ensino Médio.
- Analisar quais tipos de TDICs despertam maior interesse nos alunos com vistas a orientar o planejamento de atividades.
- Desenvolver um modelo de planejamento de atividades que permita, ao professor, utilizar os resultados alcançados pelos alunos, evitando que as atividades sejam um fim em si mesmas.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação**

O nosso referencial teórico se baseou numa busca, em conceituados periódicos para o ensino de Física, sobre as principais tecnologias da comunicação e informação utilizadas, nos últimos 10 anos na práxis docente desta disciplina. O intuito é perscrutar quais TDICs fazem parte do cenário acadêmico para o ensino de Física na última década, estreitando a pesquisa para chegarmos à atualidade.

O cenário atual não poderia ser mais propício para o desenvolvimento de tal pesquisa. Vivemos a maior Pandemia da História do Século XXI, o que nos fez repensar a forma de olhar a educação. Não cabe mais o sistema que perdurou por anos, de um ambiente fechado, em que o professor era apenas o centro da atenção, o expositor da teoria que, por inúmeras vezes, não conseguia se fazer entender.

A contemporaneidade trouxe, junto com o cenário atual, novas formas de se “fazer escola”, de se pensar a educação fora dos muros e paredes. A internet abre horizontes e fronteiras e o aluno da atualidade está aprendendo a se nutrir de conhecimento a distância. Estar em casa nos força a lançar novos olhares sobre nossos fazeres pedagógicos e aí nos cabe a investigação de como as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação – TDICs auxiliaram e podem auxiliar na construção do conhecimento neste cenário que o mundo nomenclaturou de “novo normal”. Sendo assim, as TDICs representam diferentes mídias, porém se agregam a elas as mídias digitais.

Vale ressaltar que é importante que o aluno tenha foco e discernimento no que fazer, tarefa que é facilitada a partir da estruturação e objetividade do conteúdo apresentadas pelo professor. Com um objetivo claro e definido, as chances de o estudante se dispersar durante seu tempo na Internet ficam cada vez mais baixas.

#### **3.2 Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e o ensino de Física: revisão de literatura**

Ao iniciarmos as pesquisas sobre o uso de TDIC's optamos por pesquisas em publicações específicas no ensino de Física, para que fosse possível se ter uma visão mais clara do que vem sendo estudado e trabalhado nas salas de aula pelo Brasil. As revistas escolhidas foram: *Revista Brasileira no Ensino de Física*; *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* e a revista *Investigações em Ensino de Ciências*. Vale ressaltar que se delimitou a pesquisa nos últimos 10 anos, tendo em vista que a tecnologia evolui de forma rápida e constante.

Para nortear o trabalho e sabermos quais pesquisas e perspectivas de ensino estão sendo realizadas no ensino de Física, com uso de tecnologias da informação e comunicação, partimos dos termos *TDIC's*, *computador*, *TIC's*, *ambiente virtual*, *simulações*, *aplets*, *vídeos*, *mídias*, *smarthofones*. Com isso, criamos uma perspectiva de quais conteúdos estão sendo abordados e relacionados ao uso de tecnologias.

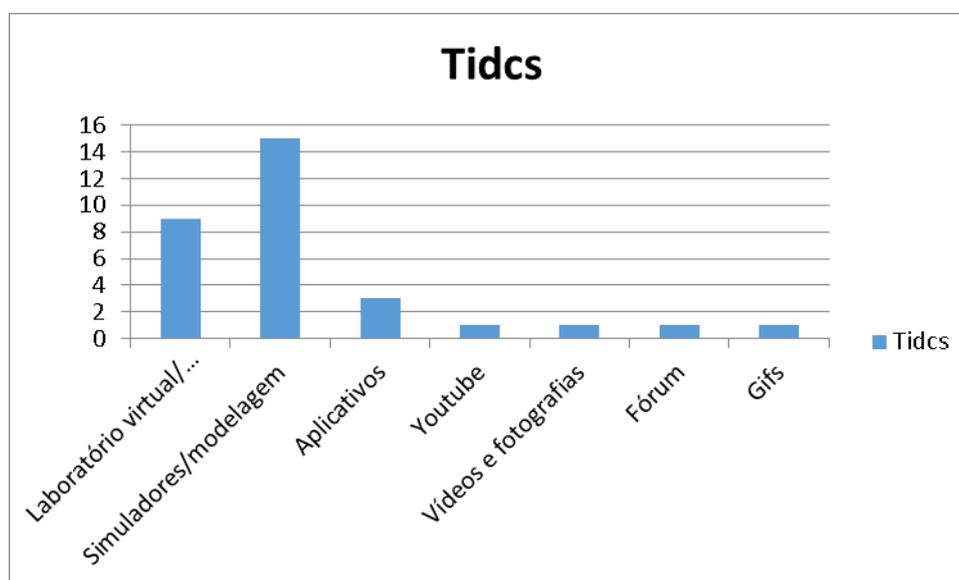
Logo no início da pesquisa, tendo por base os termos ora supracitados, pudemos observar o efeito reverso, ou seja, que tais temas foram pouco explorados em publicações específicas. Talvez isso se dê pelo alto nível de exigência das publicações específicas, mas fato é que foram encontrados poucos artigos a respeito.

Utilizando de uma “imagem mental típica da física” para ilustrar tal situação, é possível se afirmar que perceber este efeito contrário serviu como “mola propulsora” que ratificou a importância deste trabalho.

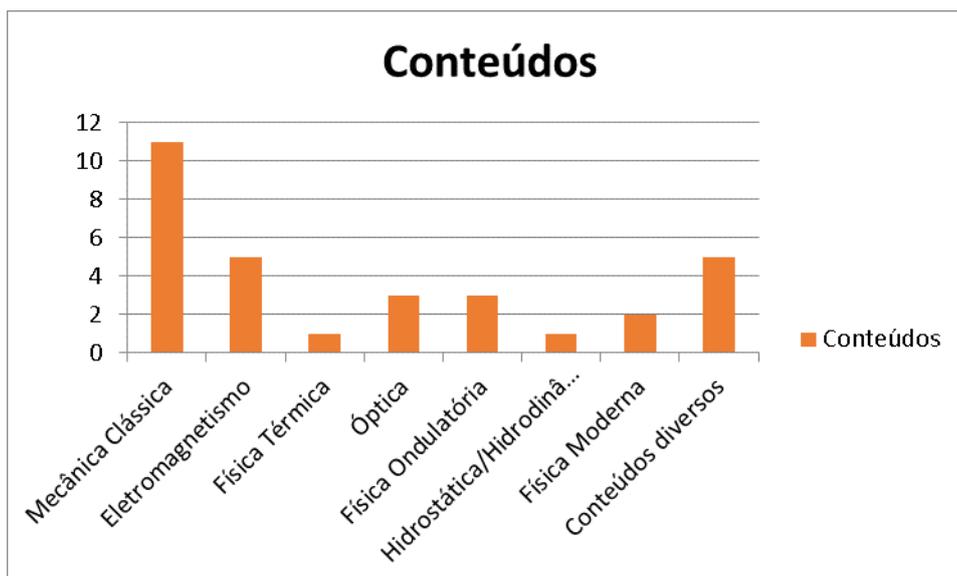
É importante afirmar que tal busca nos apontou um caminho claro a seguir, à medida que encontramos pouco conteúdo de física moderna com uso de ambientes virtuais e simulações. O uso de TDIC's, em geral, no ensino médio das escolas estaduais, como mostrado na **(Figura 1)** a seguir, nos permite vislumbrar um panorama do caminho a ser seguido, ou seja, nos reafirma a importância de se fazer tal estudo.

Com relação à abordagem de Física Moderna no Ensino Médio, o gráfico apresentado na **(Figura 2)** mostra que os conteúdos da área de Mecânica

Clássica é o mais abordado considerando-se o uso de TDICs. Dos 72 artigos encontrados, apenas 2 focam conteúdos dessa área. Em segundo lugar estão os conteúdos diversos, que são Mecânica Clássica, Eletromagnetismo, Física Térmica, Óptica, Física Ondulatória, Hidrostática e Hidrodinâmica, entre outros conteúdos que abordavam tópicos de física em geral, e conteúdos de Ciências, matemática e Química. Como apresentado na figura, dos 72 conteúdos apresentados nos artigos no período de 2010 a 2020, apenas 02 referem-se à área de Física Moderna com uso de TDICs. Destes, 01 dos artigos referem-se ao conteúdo de efeito fotoelétrico apenas com a demonstração de simulação computacional, 01 abordando o átomo de hidrogênio com técnicas computacionais. De qualquer forma, podemos visualizar um pequeno número de artigos publicados em torno da Física Moderna, o que nos incentiva a realizar a oficina sobre Efeito Fotoelétrico, a criação de um ambiente virtual organizado e demonstrar, através de simuladores diversificados, e nunca citados em artigos como TinkerCad. Entre outras ferramentas, seus conceitos e sua importância para nosso contexto atual.



**Figura 1.** Ferramentas utilizadas nos artigos pesquisados.



**Figura 2.** Conteúdos abordados nos artigos pesquisados.

Em sendo assim, delimitamos esta pesquisa em trabalhos realizados com o ensino médio para sabermos quais trabalhos vêm sendo realizados na área, pretendendo observar os estudos acerca do público que será investigado. Sabemos que, ao citar a palavra "tecnologia", encontraremos várias vertentes, desde a inclusão das TV's e videocassetes em nossas escolas até o uso do Datashow com apresentações de Power Point para exibição de vídeos e imagens. Portanto, buscamos pelo uso de computadores, smartphones, simulações, e softwares por estes demonstrarem ser as ferramentas mais atuais e enriquecedoras, obtendo bons resultados na utilização dessas.

Vale ressaltar, no entanto, o descarte do uso de textos, leituras virtuais, filmes e documentários como fonte de pesquisa. Ateremo-nos a ambientes virtuais enriquecedores, que suscitem possibilidades de se trabalhar com as mais diversas ferramentas multimidiáticas. Isto, tendo por base que tal organização dar-se-á dentro dos princípios e critérios da EAM.

Em suma, podemos afirmar que os alunos já nasceram conectados, então é impossível negar que também são fonte de aprendizado. Seja conhecimento técnico, ou até mesmo emocional, já que cada pessoa viveu uma história, e tem algo a colaborar. O professor pode conviver com centenas de pessoas e pode

extrair o melhor de cada, aprendendo as coisas boas, e até mesmo com os erros, evitando repeti-los.

### **3.3 Experiência de Aprendizagem Mediada – Reuven Feuerstein**

O referencial teórico aqui apresentado refere-se ao embasamento para a elaboração da sala virtual e das atividades bem como para as análises dos dados.

Reuven Feurestein nasceu na Romênia, em 21 de agosto de 1921, em berço judeu, demonstrando seus talentos artísticos desde jovem. Estudou em Bucarest, em 1944, quando imigrou para Israel, começando a trabalhar com crianças órfãs vítimas do holocausto. Seus estudos partem da vontade de Feurestein de modificar a realidade das pessoas na situação caótica em que viviam dando-lhes um pouco de esperança e perspectiva.

Em 1950 retoma seus estudos sob direção de Piaget, Inhelder e Usteri, em Genebra. Em 1952 recebe o diploma de Psicologia Geral e Clínica e, em 1954, a Licenciatura em Psicologia. Neste momento, Feurestein diverge com Piaget ao acreditar na importância da interação do indivíduo com o ser humano.

Em 1970, obtém seu doutorado na Universidade de Sorbonne, e inicia seu trabalho lecionando na Universidade de Bar Ian. Desde 1978, é o professor adjunto da Universidade de Vanderbilt, no Colégio de educação Peabody, nos EUA.

Reuven Feurestein é reconhecido mundialmente por apresentar o caminho em direção aprendizagem e desenvolvimento humano gerador de habilidades e competências. Seguidor de Vigotisk, tem uma visão sociointeracionista e compreende o ser humano em seus aspectos cognitivo, afetivo e social.

Foi o fundador e diretor do Centro Internacional para o Aprimoramento do Potencial de Aprendizagem (ICELP), em Jerusalém, Israel. A teoria da maleabilidade da inteligência dele fora implementada em escolas e levou a mais de 2.000 estudos de pesquisa científica, além de inúmeros estudos de caso, com

várias populações de aprendizagem, ampliando seu trabalho. Faleceu em 2014, em Israel, deixando um grande legado.

Vigotsky foi grande influenciador de Feuerstein, por defender que o desenvolvimento dos processos mentais só ocorre através da relação com os outros. Cita fatores importantes na sua teoria como cultura, linguagem, processo de interiorização e mediação. Ainda compreende que no processo de aprendizagem deve ser considerado o contexto social, cultural, ético e político.

### **3.3.1 A teoria de Lev Semionovitch Vigotsky**

Não há como falar de Reuven Feuerstein sem perpassarmos por Vigotsky<sup>4</sup>, visto que esteve bem perto do construtivismo sociocultural deste, que afirma que o aluno desenvolve sua cognição por meio de suas interações sociais, com outros alunos, professores e com o meio em que vive, trocando experiências e ideias (Vigotski, 1984). Essas interações geram novas interações, trocas de conhecimento e novas experiências.

Esta aprendizagem é mediada pela utilização de signos e instrumentos, em que destacamos assim o papel da linguagem como elemento principal (Vigotski, 1984). Em sala de aula podemos perceber a importância da mediação do professor para a construção do conhecimento do aluno e das relações sociais, assumindo que, na teoria Vigostyskiana, partimos para uma visão sociointeracionista de ensino, em que as interações sociais contribuem para o aprendizado.

Um dos conceitos mais importantes desenvolvidos por Vigotski é o de Zona de Desenvolvimento Proximal, sendo a distinção entre conhecimento que o indivíduo constrói sozinho e o que ele constrói através de sua interação com o meio, com a mediação social, sendo assim, nessa relação que o sujeito desenvolve o processo de apropriação do conhecimento (Vigotski, 1984). Sendo o ser humano um ser

---

<sup>4</sup> Lev Semionovitch Vigotski, foi um psicólogo, proponente da psicologia cultural-histórica. Pensador importante em sua área e época, foi pioneiro no conceito de que o desenvolvimento intelectual das crianças ocorre em função das interações sociais e condições de vida.

social que vem se desenvolvendo enquanto sociedade, é possível afirmarmos que este se desenvolve em sua totalidade. Segundo ele, a “Zona de Desenvolvimento Proximal” é:

“A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (VIGOTSKI, 1984, p.97).

A ZDP determina que novas aprendizagens podem ocorrer com o indivíduo mediatizado, que a partir das interações socioculturais poderá evoluir, sistematicamente, a partir das suas relações com o outro.

É preciso deixarmos claro, aqui, do que se trata a ZDP e como esta teoria é um divisor de águas para avançarmos neste trabalho. Não há como avançarmos sem pontuar que carecemos de interação nas aulas visto que a valorização das diferenças é bastante antiga.

Desde as primeiras décadas do Séc. XX Vigotski já defendia o convívio em sala de aula de crianças mais adiantadas com aquelas que ainda precisavam de apoio para dar seus primeiros passos. Ele, então, propõe/apresenta em sua teoria a existência de dois níveis de desenvolvimento infantil: o real, que engloba as funções mentais que já estão completamente desenvolvidas (resultado de habilidades e conhecimentos adquiridos pela criança), e o nível de desenvolvimento, batizado por ele de proximal.

O primeiro nível é estimado/medido/avaliado pelo que uma criança/aluno realiza sozinho(a). Essa avaliação, entretanto, não leva em conta o que ele ou ela conseguiria fazer ou alcançar com a ajuda de um colega ou do próprio professor. Pois bem, é justamente aí – na distância entre o que já se sabe e o que se pode saber com alguma assistência – que reside o segundo nível, a ZPD.

Segundo as palavras do próprio autor: *"a zona proximal de hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã"*.<sup>5</sup> Tal afirmativa denota que aquilo que, num determinado momento uma criança só consegue fazer com a ajuda de alguém, um pouco mais adiante ela certamente conseguirá fazer sozinha.

*"O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente"* (VIGOTSKY, 2007). A partir da elaboração desse conceito, por parte de Vigotsky, já se vão mais de 80 anos, a integração de crianças em diferentes níveis de desenvolvimento passou a ser encarada como um fator determinante no processo de aprendizado.

O trecho ora supracitado nos permite redarguir que Vigotski defende que há uma diferença entre o que o aluno já sabe, as habilidades que ele domina sozinho, e o que ainda não sabe, mas está próximo de saber, porque já consegue realizar com a ajuda de alguém. Percebe-se, ainda, uma crítica às avaliações que investigam o passado da aprendizagem ao retratar, de forma retrospectiva, os níveis já atingidos.

É muito mais importante determinar o que a criança/aluno pode aprender no futuro e que deve ser o foco da atuação do professor, com exercícios em grupo e compartilhamento de dúvidas e experiências. "Vigotski afirma que o bom ensino é aquele que se adianta ao desenvolvimento, ou seja, que se dirige às funções psicológicas que estão em vias de se completarem." (REGO, 2001) Isso significa dizer que, na abordagem sociointeracionista, a qualidade do trabalho pedagógico está associada à capacidade de promoção de avanços no desenvolvimento do aluno com base naquilo que potencialmente ele poderá vir a saber.

Cabe aqui, então, deixarmos claro que a ZDP é a distância entre as práticas que uma criança já domina e as atividades nas quais ela ainda depende de ajuda. Para Vigotski, é no caminho entre esses dois pontos que ela pode se desenvolver

---

<sup>5</sup> Lev Vygotsky no livro *A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*.

mentalmente por meio da interação e da troca de experiências. Não basta, portanto, determinar o que um aluno já aprendeu para avaliar seu desempenho.

Em suma, a ZDP nos mostra que, com a troca de experiências proposta por Vigotski, o professor naturalmente deixa de ser encarado como a única fonte de saber na sala de aula, mas nem por isso tem seu papel diminuído. Ele continua sendo um mediador decisivo, por exemplo, na hora de formar equipes mistas, com alunos em diferentes níveis de conhecimento, para uma atividade em grupo.

A principal vantagem de promover essa mescla, na concepção vigotskiana, é que todos saem ganhando. Por um lado, o aluno menos experiente se sente desafiado pelo que sabe mais e, com a sua assistência, consegue realizar tarefas que não conseguiria sozinho. Por outro, o mais experiente ganha discernimento e aperfeiçoa suas habilidades ao ajudar o colega.

Vale ressaltar, também, que o professor não pode se esquecer de outro ponto crucial na teoria de Vigotski: a zona de desenvolvimento proximal tem limite, além do qual a criança não consegue realizar tarefa alguma, nem com ajuda ou supervisão de quem quer que seja. É papel do professor determinar o que os alunos podem fazer sozinhos ou o que devem trabalhar em grupos, avaliar quais atividades precisam de acompanhamento e decidir quais exercícios ainda são inviáveis mesmo com assistência (por exigir saberes prévios que ainda não estão consolidados ou acessíveis).

Ignorar a zona de desenvolvimento pode significar o surgimento de alguns problemas. Por exemplo: ao ignorar o limite proximal, muitas propostas em sala de aula acabam colocando os alunos diante de desafios quase impossíveis. Corre-se o risco também de formar grupos homogêneos ou permitir que a garotada se organize somente de acordo com suas afinidades. A Oficina de “Efeito Fotoelétrico” visa propiciar aos alunos o momento de construção de conceitos para desenvolvimento cognitivo a partir de uma práxis, ou seja, corrobora com a ZDP.

Segundo Berni (2006), a mediação tem como objetivo dar suporte e apoio no processo, construir juntos com os sujeitos, provocar conflitos, e preocupar-se com o processo e não apenas com o produto, pois o mediado deve construir conexões a partir de suas experiências e conhecimentos adquiridos anteriormente. Desta forma, ele só se desenvolve porque aprende observando, experimentando, problematizando e argumentando a partir do que lhe é significativo, na busca de criar respostas hipotéticas para o mesmo problema.

Em sua obra, Lev Vigotski (1896-1934) se dedicou à importância do desenvolvimento dos chamados processos mentais superiores, a exemplo de como planejar ações, conceber consequências para uma decisão e imaginar. A aprendizagem por mediação tem papel essencial ao se decifrar a aquisição de conhecimento do organismo com o meio.

O dicionário Houaiss define instrumento por: "objeto simples ou constituído por várias peças, que serve para executar um trabalho, fazer uma medição ou observação etc." ou ainda, " todo objeto que serve de ajuda para levar a efeito uma ação física qualquer".

Partindo desse pressuposto podemos afirmar, por exemplificação, que instrumentos utilizados dentro de sala de aula: seja uma caneta para escrever ou uma cadeira para se sentar, a lousa para escrever e os alunos possam ler... tais instrumentos propiciam ao ser humano interagir com mundo e, conseqüentemente, modificá-lo. Somam-se a isso os signos – leitura e linguagem são exemplos de signos – que são a representação de algo, ainda que imaginário, o que diferencia humanos de animais, e contextualizam a construção de conceitos e aprendizagem.

Tendo por aporte a obra "A formação social da mente", de 1984, referenciamos-nos a Vigotski que afirma que "*o caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa por outra pessoa*", ao se reportar ao desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Por isso, o conceito de aprendizagem mediada confere um papel privilegiado ao professor.

Cabe-nos, ainda, salientar a importância da mediação e da aprendizagem como uma atividade conjunta, em que relações colaborativas entre alunos podem e devem ter espaço. Nesse contexto, o professor tem papel fundamental de mediar as propostas, os estímulos, dando significados às tarefas de aprendizagem ou ressignificando-as, quando necessário.

### 3.3.2 A Experiência da Aprendizagem Mediada de Reuven Feurestein

Reuven Feurestein, psicólogo e pedagogo Romeno, aluno de Piaget<sup>6</sup> e conhecedor da cognição humana que, influenciado por Vigotski na sua teoria sociointeracionista, considera a modificabilidade e a flexibilidade de sanar as deficiências de aprendizagem, sejam cognitivas ou cognoscitivas, de forma bem específica. Ao citar a modificação da estrutura cognitiva em decorrência da mediação, Feurestein acredita que mediar é estar “entre”. O mediador pode ser pai, mãe, professor, pois é aquele que estimula, lista, organiza, filtra e dá significado aos objetos. (GONÇALVES *et. al.*, 2018)

Quando falamos da modificabilidade do indivíduo assumimos que esta habilidade permite a aquisição de habilidades adicionais que não estavam previamente presentes ou acessíveis. Não nos referimos as habilidades que resultam de idade de desenvolvimento, maturidade mental ou resposta a experiência de desenvolvimento. Estas experiências de aprendizado relativamente diretas permitem que os alunos usem sua experiência acumulada para repetir ações bem sucedidas e evitar erros. (FEURESTEIN *et. al.*, 2014)

Acreditar na flexibilização e na modificabilidade humana é acreditar que o ser humano é capaz de se modificar em qualquer estágio da sua vida. Isto nos permite afirmar que é possível aprender em qualquer momento e vencer qualquer barreira imposta pelo seu meio social, pela sua idade ou etiologia.

---

<sup>6</sup> Jean William Fritz Piaget foi um biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço, considerado um dos mais importantes pensadores do século XX.

Dentre esses pressupostos, afirma-se que a modificabilidade e a flexibilização podem acontecer em diversos espaços, tempos, e diferentes interações, sendo elas escolas, espaços formais ou não formais, em sala de aula ou ambientes virtuais (MEIER & GARCIA, 2008). Isto se torna salutar para entendermos que o aprendizado pode acontecer em qualquer momento da vida, a qualquer hora, em muitas situações ou experiências que tragam mais conhecimento.

O objetivo primário da mediação é, por pressuposto, sanar deficiências cognitivas como a falta de atenção, de observação, de orientação espacial e de controle. Associados a isso, o fato de não saber selecionar tal qual também não conseguir combinar informações, bem como a desordem em planificar, analisar e sintetizar, corrobora com a Teoria da Aprendizagem Mediada que afirmativa ser a mediação o caminho.

A EAM (Experiência de Aprendizagem Mediada) ocorre quando uma pessoa "mediador" que possui conhecimento, experiência e intenções medeia o mundo, o torna mais fácil de entender, e dá significado a ele pela adição do ao estímulo direto. (FEURESTEIN *et. al.*, 2014)

A palavra chave para que essa evolução aconteça é estímulo que, partindo do seu significado figurado, é aquilo que anima, que incita à realização de algo<sup>7</sup>. Em sendo assim, afirma-se que, se feito de forma correta e organizada pode auxiliar evolução do indivíduo. Esta premissa norteia os estudos visto que somos diferentes e possuímos tempos de aprendizagem diferentes, afinal, todos são inteligentes, porém, a cognição varia de indivíduo para indivíduo.

### 3.3.3 Dos Princípios aos Critérios: quem foi Reuven Feuerstein

Reuven criou a Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (MCE), o Programa de Enriquecimento Instrumental (PEI) e a (EAM) Experiência de

---

<sup>7</sup> Conforme conceito em dicionário de língua portuguesa pesquisado via site <https://www.google.com/search?q=est%C3%ADmulo&oq=est%C3%ADmulo&aqs=chrome..69i57j0i131i433l2j0i0i131i433j0l5.3907j1j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8&safe=active&ssui=on>

Aprendizagem Mediada, sendo esta última a que usaremos como base em nossa investigação. Tal escolha parte de princípios de modificabilidade e flexibilização cognitiva do educando.

Este aporte teórico nos faz entender que o aluno pode aprender em qualquer espaço e tempo, através de interações. Isto prova que tudo se dá/acontece através da mediação. Segundo Turra:

A Experiência da Aprendizagem Mediada (EAM) ou Aprendizagem por Mediação possibilita o desenvolvimento de ferramentas teórico-metodológicas capazes de produzir modificabilidade cognitiva estrutural, necessária às demandas da comunidade (TURRA, 2007, p.).

Pois bem, esta teoria nos permite ratificar a ideia de que ela traz a colaboração da relação de interação "professor – estímulo – aluno". Tal assertiva se faz premente visto que ela define, pois, os cinco princípios de ensino-aprendizagem essenciais para entendermos o contexto situacional da oficina e trabalharmos o conteúdo proposto: **1.** O ser humano é modificável; **2.** O sujeito que vou mediar é modificável; **3.** Eu, quanto mediador, sou capaz de produzir modificações no sujeito; **4.** Enquanto pessoa (mediador) também devo modificar-me e **5.** A sociedade e a opinião pública são modificáveis (TURRA, 2007).

É interessante entendermos que a teoria da modificabilidade de Reuven parte desses 5 princípios que podem ser assim explicitados:

### **1. O ser humano é modificável**

Acreditar que o ser humano é modificável é ponto crucial desta teoria, onde é reafirmada que todo ser humano é capaz de aprender, independente de origem, classe social, idade, ou condição genética (GONÇALVES *et. al.*, 2018).

Partiremos desse princípio. Ele norteará o nosso trabalho do início ao fim. É a partir dele que pensamos o desenvolvimento da Oficina de Efeito Fotoelétrico. Se não acreditarmos nesse princípio não há porque se pensar esta prática.

### **2. O sujeito que eu vou mediar é modificável**

Para que o objetivo do princípio seja cumprido é preciso ser otimista. É preciso que o sujeito mediatizado seja estimulado e incentivado. O trabalho realizado deve acontecer de forma que o mediado, consiga perceber seu real significado, que se identifique com as propostas e que consiga ampliar o seu olhar sobre a aplicabilidade (GONÇALVES *et. al.*, 2018). Através da exposição dessa oficina, acreditamos que conseguiremos ampliar o olhar do aluno sobre o avanço progressivo e as contribuições da acerca do efeito fotoelétrico.

### **3. Eu, enquanto mediador, sou capaz de produzir modificação no sujeito**

O mediador tem o objetivo de potencializar os processos mentais através de estímulos criteriosos. Propondo atividades que busquem uma melhora significativa na aprendizagem (GONÇALVES *et. al.*, 2018).

Mediar significa, portanto, possibilitar e potencializar a construção do conhecimento pelo mediado. Significa estar consciente de que não se transmite conhecimento. É estar intencionalmente entre o objeto de conhecimento e o aluno de forma a modificar, alterar, organizar, enfatizar, transformar os estímulos provenientes desse objeto a fim de que o mediado construa sua própria aprendizagem, que o mediado aprenda por si só (MEIER; GARCIA, 2007, p.72).

A construção da oficina didática terá objetivos específicos, para apresentar um novo olhar sobre a descoberta científica do efeito fotoelétrico e suas aplicações na sociedade. Desta forma, acredita-se que é possível modificar o sujeito com todas as contribuições que esta experiência traga.

### **4. Enquanto pessoa (mediador) também devo modificar-me.**

Quando se inicia um a construção de um trabalho com a intenção de modificar algo, as mudanças acontecem de forma recíproca e automática (GONÇALVES *et. al.*, 2018). Ao compreender as individualidades e particularidades do sujeito, percebemos nossas diferenças e semelhanças, desta forma, devemos salientar que a interação, a troca é sempre um aprendizado.

Logo, nesse processo de compartilhamento a oficina nos oportunizará a possibilidade de trocas e feedbacks constantes. Além da interação virtual nas

apresentações, nos valeremos das contribuições do outro, ensinando e aprendendo, ou seja, uma automodificação constante.

### **5. A sociedade e a opinião pública são modificáveis e devem ser modificadas.**

Somos frutos da sociedade e temos um papel importante de modificá-la. A medida que somos modificados, que interagimos e aprendemos com o outro, podemos compartilhar este aprendizado adiante. Partimos da premissa de que todo ser humano é modificável, os sujeitos mediados são modificáveis, o mediador também se automodifica, a prática pode se modificar, para com isso, modificarmos a sociedade em que vivemos. (GONÇALVES *et. al.*, 2018).

O efeito fotoelétrico foi, por anos, uma grande incógnita no ramo da ciência e, hoje, nos valemos diariamente das contribuições que esta descoberta nos trouxe. Em sendo assim, sabedores do que citamos acima e de todas as contribuições que esta descoberta trouxe à sociedade, além de fomentar que esta deve ser constantemente modificada, cabe lembrar que ela já o foi a partir da descoberta do efeito fotoelétrico.

Afora os cinco princípios, Reuven também nos apresenta doze critérios específicos da EAM, que Segundo Turra (2007), o mediador pode avaliar as estratégias, selecionar as que são mais apropriadas a determinadas situações, ampliando algumas, delimitando outras de forma que essa abordagem que contribuirão para o nosso trabalho, sendo eles: **1.** Intencionalidade/ reciprocidade; **2.** Significado; **3.** Transcendência; **4.** Individuação; **5.** Compartilhamento; **6.** Busca de novidade e da Complexidade; **7.** Mediação do sentimento de Competência; **8.** Autorregulação e controle de comportamento; **9.** Mediação do sentimento de pertinência; **10.** Otimismo; **11.** Consciência da mudança estrutural; **12.** Busca e alcance dos objetivos. Tais critérios estarão presentes, não em sua totalidade, mas sim em sua integralidade, em alguns passos da oficina a ser desenvolvida e, com base nos que forem utilizados, serão respondidas as questões que nos permitiram pensar este trabalho/investigação.

Como dito, estes critérios nortearão o desenvolvimento da oficina proposta. No entanto, não serão usados em sua totalidade, serão analisados a partir do primado de sua aplicabilidade a fim de selecionarmos os que mais se adequam à situação. Assim, torna-se importante trazer de forma mais detalhada cada um deles para que se entenda o porquê das escolhas de alguns e não de todos.

### **1º) A intencionalidade e a Reciprocidade:**

A intencionalidade é aquilo que o mediador pretende alcançar com variados e determinados estímulos escolhidos previamente e organizados para se obter o resultado esperado (MEIER, 2004). A intencionalidade vai além da busca do mediador em reunir mecanismos que componham seu trabalho, pois, para que isso aconteça é preciso reciprocidade na ação.

Reciprocidade é o ato de resposta ao estímulo do mediador, a troca de informações ao que foi almejado, ao que se espera acontecer, se terá uma resposta que se aproxima das intenções do mediador (MEIER, 2004). Não havendo reciprocidade o processo não acontecerá, afinal, é preciso que o mediado, interaja, interprete os trabalhos, entenda os estímulos, e esteja pronto para responder aos impactos realizados pela mediação.

A intencionalidade é uma "flecha" no sentido do objetivo e a reciprocidade é uma "flecha" no sentido oposto ao objetivo de resposta, esse caminho deve ser percorrido homoganeamente para que se tenha êxito (TURRA, 2007).

### **2º) Significado**

Para entendermos o critério de "significado" na teoria da aprendizagem por mediação, temos que compreender que o mediador tem o objetivo de dar sentido às atividades propostas. Ou seja, a base deste critério é o mediador fazer com que o mediado entenda a finalidade do que aprende, os porquês e para quê, que

o mesmo, de alguma forma, identifique-se e consiga almejar a colaboração da atividade em seu meio sociocultural (MEIER, 2004). Talvez, mais importante é a intenção do mediador ao mediado de pertencimento, em que não só conteúdos específicos são ensinados em sala, mas valores éticos e morais envolvidos, fazendo com que exista representatividade nas ações e relevância em sua vida, confirmando sua participação direta no contexto de sua realidade enquanto sociedade.

### **3º) Transcendência**

A transcendência tem como objetivo principal a promoção da aquisição de princípios, conceitos ou estratégias que possam ser generalizados para outras situações (MEIER, 2004).

A busca pela transcendência traz ao mediador e ao mediado uma situação de interação e troca, indo além dos domínios de sala de aula, ou conteúdos específicos (MEIER, 2004). Este critério mostra-se valoroso ao se relacionar com os conceitos principais de modificabilidade e flexibilidade, onde transcender é ir além, seja de conteúdos específicos ou de cálculos e conceitos sem nenhum precedente, sem que o aluno entenda qual será a verdadeira aplicação, sendo assim, o mediado conseguirá fazer relevantes considerações sobre as atividades propostas. Sabemos que um tema específico abre um leque de infinitas possibilidades para se trabalhar, sendo por vezes, diminuídas no ensino tradicional, a esse critério damos a responsabilidade ao mediador de ampliar e diversificar as estratégias e estímulos tornando a autonomia do mediado um grande colaborador nessa relação.

### **4º) Individuação**

Diferente do que mediadores são submetidos no ensino tradicional, tratados como um "todo", cada mediado possui individualidades específicas (MEIER, 2004). A

forma com que cada mediador deve trabalhar a individualidade de cada mediado vai além das fronteiras da sala de aula, perpassando ao que lhe chama atenção, o que lhe causa interesse, como se classifica a importância de determinados assuntos ou teorias, suas habilidades, pois a cognição varia de indivíduo para indivíduo.

### **5º) Compartilhamento**

O Compartilhamento deve ser fator ponderoso para a aprendizagem por mediação já que se inicia de uma troca entre o mediador e o mediado (MEIER, 2004). Desta forma, o mediador deve fomentar a participação de grupos, a interação entre alunos e a troca de ideias visando favorecer e transcender os objetivos principais propostos. Neste critério haverá a intencionalidade do mediador em suas atividades, e a reciprocidade do compartilhamento como resposta, os significados de diversos alunos vão multiplicando ideias, respeitando a individualidade de cada ser.

### **6º) Busca de novidade e da complexibilidade**

A busca pelo novo e pela descoberta é algo ideal num processo psicopedagógico de aprendizagem (MEIER, 2004). A descoberta e a evolução destas tarefas serão trabalho árduo do mediador perante seu fazer, sem deixar que após a descoberta se perca o interesse, evoluindo gradativamente o nível de complexibilidade das atividades.

A busca da novidade atrelada com a complexibilidade dará ao mediador projeção de um bom resultado com seus mediados, as atividades propostas deverão conter um nível de desafio simples, mas com características cognitivas diferenciadas, que chamem a atenção do aluno para a observação do conteúdo, essa análise discreta deverá evoluir, com itens de classificação, organização e novas problemáticas, que poderão atrair a vontade de descoberta do mediado (MEIER, 2004).

### **7º) Mediação de competência**

Neste critério o mediador estará responsável pela valorização das atividades propostas pelo mediado. Toda e qualquer atividade proposta exige um nível de competência de cada indivíduo, deve ser observado com cautela e valorizado (MEIER, 2004).

O sentimento de competência, de dever cumprido, de ser reconhecido, elogiado, é uma das contribuições de Feurestein.

Sabendo que cada indivíduo possui características diferentes, respostas diversificadas, um reconhecimento ora nunca tido, pode ser o estímulo preciso para a obtenção do sucesso no trabalho.

### **8º) Autorregulação e controle de comportamento**

A autorregulação e o controle de comportamento exigem um planejamento das atividades, trabalhando para que possíveis atos indisciplinados não ocorram, atividades bem organizadas que chamem atenção dos mediados podem contribuir drasticamente para o controle da indisciplina (MEIER, 2004).

Fatores citados anteriormente ajudarão o mediador nesta tarefa desafiadora, como demonstrar novidades e complexidades nas atividades, as descobertas, o respeito, a individualidade e a flexibilidade de tempo e espaço são fatores consideráveis no critério.

### **9º) Mediação do sentimento de pertinência**

Pertencer a algum grupo faz com que o indivíduo se reconheça, cada ser possui suas características e se reconhece em seu meio (MEIER, 2004).

O trabalho do mediador é fazer com que prevaleça o sentimento de pertencimento, de reconhecimento ao mediado, de não se sentir perdido, ou excluído ao dar suas colaborações, suas opiniões, mostrar um pouco do que ele acredita, do que ele sabe, do que conhece. Esse sentimento de pertencimento, não significa ser igual, mas sim, ser aceito e desta forma, poder partilhar com os

demais e com o mediador seu conhecimento, suas dúvidas, sua colaboração, ajudando a si próprio e aos outros.

### **10º) Otimismo**

Acreditar no sucesso dos alunos é algo indispensável ao trabalho do mediador com os mediados. Elogios podem ser fonte de inspiração e identificação com o seu mediador. Ele será o responsável por motivar frequentemente seus alunos, acreditar no êxito das atividades, classificar possíveis melhorias no trabalho com os mediados, estar atento as falas, ao encorajamento da realização das atividades (MEIER, 2004).

O Ânimo e o otimismo são molas para um trabalho em que existe uma via de mão dupla entre mediador- mediado, para que os obstáculos sejam superados, estes são feitos consideráveis para o sucesso do grupo.

### **11º) Consciência da mudança estrutural**

A consciência da mudança estrutural tem como objetivo demonstrar ao mediado a oportunidade de conhecer sua evolução e sua capacidade (MEIER, 2004).

O mediado perceberá, desta forma, a existência das ações que trouxeram modificabilidade cognitiva no trabalho realizado pelo mediador. Neste método o mediador tem o papel notável de demonstrar ao mediado sua evolução e fazer com que ele a perceba de diferentes vertentes, o quanto consegue se transformar, progredir.

### **12º) Busca e alcance dos objetivos**

A Experiência de Aprendizagem por Mediação, traz um critério trivial entre as teorias, mas não menos importante, uma vez que todo trabalho deverá ser norteado pela busca de atingir objetivos, sendo eles gerais ou específicos (MEIER, 2004).

Essa busca e alcance dos objetivos abarca a responsabilidade de contemplar um conjunto de critérios antes citados, desde a intencionalidade/reciprocidade,

significado, transcendência, entre outros, advindas do pensamento do Feurestein a cerca modificabilidade e flexibilidade, pela busca da transformação da cognição, onde objetivos determinados previamente deverão ser alcançados com o auxílio de 12 critérios citados pelo autor. Sendo assim, esses objetivos podem ser modificados, já que foram elaborados previamente, à medida em que o trabalho fora realizado com êxito. Há possibilidade que esses objetos, além de alcançados, avancem para outros objetivos, sendo o conhecimento envolvido em qualquer especificidade se amplie ao envolver valores socioculturais, morais e éticos.

Pois bem, com base nos estudos da (EAM) podemos entender que, além da modificabilidade, o autor adota os princípios que são norteados por critérios específicos. A partir da criação da oficina temos como objetivo aplicar os critérios de intencionalidade/reciprocidade, significado e transcendência. No processo de planejamento da oficina e criação da plataforma de ensino, organizaremos os tópicos, a metodologia e as TDICs de forma intencional para atender aos critérios acima apresentados e analisar o interesse dos alunos e a resposta dada aos estímulos.

A criação da oficina vem acrescentar o significado dos conceitos envolvidos nos tópicos do conteúdo do Efeito Fotoelétrico e suas aplicações cotidianas, como simples fato de ligar a TV ou o vídeo game. A transcendência é um critério motivador neste trabalho.

Num momento como o que hora se apresenta, de uma Pandemia que nos obriga a ficar em casa e, por conseguinte, a nos adaptar a uma nova realidade, a do Ensino Remoto, buscamos nos ressignificar para a aplicabilidade prática do ensino de física. Esta nova realidade, associada ao fato de estarmos vivenciando o negacionismo da ciência em pleno século XXI, o século da tecnologia, faz-nos buscar estratégias para mostrarmos a multiplicidade das formas de se ensinar.

Partimos do princípio de que, demonstrando um trabalho tão grandioso, um marco na história da Física, como é o efeito fotoelétrico, a sua descoberta, as suas aplicações, tal fato possa contribuir para a valorização da importância da Ciência em nossas vidas. Buscamos, pois, deixar claro como, de fato, a ciência modifica

nossa sociedade e, com isso, percebemos que a oficina, não será limitada a um conceito, mas a outros conceitos culturais, éticos e político.

### **3.3.4 Oficinas Pedagógicas: atividades práticas em seu contexto**

Existe uma barreira, inserida por muitos professores, que os impedem de desenvolverem metodologias inovadoras em suas aulas, em suas salas de aula. Isso pode ser caracterizado por comodismo, medo do novo ou de fazer e dar errado, sendo acumulado ao longo do tempo, reduzindo as possibilidades de inovação, permanecendo a práxis de professor orador e aluno ouvinte.

Andrade e Massabni (2011) relatam que as atividades práticas são um exemplo de facilitar a abordagem dos conteúdos e o aprendizado, tornando a aprendizagem significativa, pois por meio das atividades prática são proporcionados aos alunos o aprender que não poderia ser apenas com aulas teóricas.

De acordo com Rosalen, Rumenos e Massabni (2004, p. 21):

As atividades práticas são importantes quando ensinadas de forma a trabalhar a busca e resolução de problemas, pois assim os alunos passam de meros espectadores à protagonistas de seu ensino, podendo experimentar e deduzir resultados, criando maior capacidade de argumentação e indução, e finalmente formando verdadeiros cientistas.

Mas, para contribuir positivamente na aprendizagem, as atividades práticas devem ser planejadas, discutidas e refletidas sobre a prática em si e sobre sua associação com a teoria e em como pode ser utilizada na aprendizagem significativa do aluno. Mesmo possuindo um potencial pedagógico grande, alguns professores não as utilizam por vários motivos, como a falta de tempo de planejamento, com excessivas cargas de trabalho e desmotivação dos alunos, associados a indisciplina e desinteresse no aprender, e ainda, a falta de preparo do professor por não utilizar práticas diferenciadas em sua sala de aula.

Segundo Andrade e Massabni (2011) para que as atividades práticas proporcionem aprendizagem, são necessários planejamento e condução

adequada, de maneira que o aluno consiga construir o conhecimento dentro dos conceitos abordados, tendo caráter investigativo e questionador, mas utilizando conhecimentos já inerentes dos alunos, e as oficinas pedagógicas são uma grande e importante ferramenta que associam a teoria e a prática, proporcionando um processo de ensino-aprendizagem de qualidade. Para Marcondes (2008), uma oficina pedagógica é uma atividade prática onde se trabalha situações problema que consideram tanto os conhecimentos teóricos quanto os conhecimentos práticos dos alunos.

Para Paviani e Fontana (2009) o pensar e o agir requerem uma interação através de fatores que impulsionam o aluno a realizar de forma consciente uma tarefa determinada, essa é a característica principal de uma oficina pedagógica, que busca a construção de conhecimento através da ação, sem desconsiderar a teoria.

Diante disso, pode-se dizer que a oficina pedagógica auxilia ou resulta na interação significativa para o aluno e uma aprendizagem mais significativa do conteúdo.

### **3.3.5 Os princípios escolhidos para serem aplicados à Oficina**

Se pensamos em vencer, com êxito, o ensino tradicional, o uso de plataformas digitais deve ser parte do legado que a pandemia nos deixará. A utilização crescente de tecnologias associadas à internet, ferramentas computacionais e multimídias, alinhadas a estratégias de investigação e atividades potencialmente significativas, em diferentes conteúdos, são propostas a serem utilizadas como caminho para o desempenho de uma boa proposta de trabalho.

O prejuízo educacional nos assusta e, também, nos atenta ao uso de plataformas de ensino revisionais. Através de um estímulo mediador, poder-se-á se utilizar das ferramentas digitais para perpassarmos e diminuirmos a desigualdade e o déficit educacional, contando com todos os benefícios de uma plataforma digital.

Em suma, através das plataformas digitais podemos pensar oficinas didáticas que poderão abrir espaço para estes estudos acontecerem, pois podem ser organizadas de acordo com o interesse dos alunos. Obviamente, este “universo” deverá ser, sempre, mediado pelo professor.

Os critérios de Intencionalidade/reciprocidade são, pois, primordiais para a avaliação, desde o processo em que se dá a organização da oficina. O planejamento se dará de forma intencional para o desenvolvimento do estudo, que se processará a partir da criação de tópicos importantes e ferramentas como os simuladores, por acreditar ser este um meio atraente de estudo, ainda que remoto. Por sua vez, é importante que recebamos uma resposta positiva a este estímulo, a reciprocidade é ponto chave neste quesito, que nos faz atentar para a qualidade do êxito intencional existente nas atividades.

Ainda com base na reciprocidade do primeiro critério, atrelado a isso, a reciprocidade dependerá diretamente no segundo critério: o significado. Isto está pressuposto visto que, para que se possa avaliar e analisar se a oficina terá êxito no seu desenvolvimento, as atividades previstas deverão ter real significado de utilização nas vidas daqueles que nela estarão inseridos. Será levado em consideração o indivíduo e sua relação com conteúdo e, desta forma, entendemos que este critério se entrelaça a um outro critério a individuação.

O terceiro critério a ser utilizado para a avaliação da nossa oficina é a transcendência. Uma oficina sobre um marco histórico, que aconteceu há 100 anos, sem acesso a tantas tecnologias, automaticamente nos atenta para o que tem sido percebido na evolução histórica da ciência nos dias atuais.

Isto posto, é salutar afirmarmos que a evolução da ciência não nos dá uma visão positiva e crescente de suas descobertas em decorrência, muitas vezes, de questões políticas, em que o negacionismo está tão presente em nosso meio. Falar de tecnologia se atrela ao critério de transcendência, pois a tecnologia e o acesso à internet nos dão a oportunidade de termos à mão diversos conteúdos.

Contudo, é importante se frisar que o acesso a todo tipo de informação, no que tange ao processo de ensino-aprendizagem, deve ser mediado, num contexto educacional responsável. A partir da mediação que poderemos afirmar que a busca de conhecimento se dará de forma intencional e reverberará ao benefício da formação do sujeito, sua moral e valorização da sua cultura.

Os critérios *intencionabilidade/reciprocidade*, *significado* e *transcendências* foram escolhidos porque determinarão o processo de funcionamento de nossa oficina. Eles têm como objetivo avaliar e analisar pontos cruciais da oficina didática sobre o efeito fotoelétrico.

A oficina visa trabalhar, de forma exitosa, o conteúdo escolhido. Ela se dará via plataformas digitais e ferramentas multimídias para demonstrar o conceito e o contexto histórico do conteúdo de física moderna e suas aplicações.

É importante ressaltarmos, no entanto, que os critérios não utilizados de forma direta, nesta oficina, far-se-ão presentes de forma indireta. Um bom exemplo é o critério da individualização, que se entrelaça ao critério de significado, ao valorizar o conhecimento do estudante.

Outro critério, que também será utilizado de forma indireta é o compartilhamento, que se dará de forma inerente ao utilizarmos a plataforma digital para trabalharmos de forma interativa. Fica nítida a utilização do compartilhamento nesta ação, com um grupo de alunos que interagindo entre si e com o professor no acesso ao conteúdo.

Indiretamente, teremos ainda o sexto critério, de busca por novidade e complexibilidade. Ele está intimamente ligado ao fato de trabalharmos novos conceitos, com o uso de novas ferramentas multimidiáticas desconhecidas por grande parte de alunos.

A mediação do sentimento de competência estará em evidência ao passo que, auxiliado pelo professor, a oportunidade de aprender ou de corrigir conceitos formados por concepções errôneas existentes se cristalizará. Enfim, é passível de

afirmação que todos os critérios, direta ou indiretamente, estarão intrinsecamente contidos na oficina.

O otimismo, a busca e alcance de objetivos e a consciência de mudança estrutural, por exemplo, perpassarão à práxis pedagógica desta oficina. Isto se dará na medida em que os alunos compreenderão os conceitos de forma dinâmica e poderão ressignificar sua visão de mundo em relação às diversas aplicações do efeito fotoelétrico e seus benefícios para a sociedade.

Desta forma, reafirmamos que a teoria de aprendizagem por mediação, utilizada em conjunto com uma oficina sobre o efeito fotoelétrico, utilizando-se de ferramentas educacionais digitais, perpassam por vários critérios que se entrelaçam em nosso trabalho.

#### **4. Contexto histórico do Efeito Fotoelétrico e sua aplicabilidade**

Conforme cita Sampaio e Calçada (2005) “a emissão de elétrons pela absorção de radiação (Luz) por metais é chamada de efeito fotoelétrico”, complementando, Valadares e Moreira (1998) diz que o efeito fotoelétrico “é observado, por exemplo, quando uma superfície metálica ou semicondutora é iluminada com luz numa certa faixa de frequências. Neste caso, elétrons ligados aos átomos são promovidos a elétrons livres, capazes de conduzir corrente elétrica”.

Então, quando um corpo é atingido por ondas eletromagnéticas, nota-se que alguns elétrons são retirados, às vezes, desse corpo. Isso pode ocorrer com muitos materiais, sendo esse efeito facilmente observável em metais

Diante de tal fato, pode-se dizer que o efeito fotoelétrico tem muitas aplicações tecnológicas, como por exemplo, em dispositivos que transformam luz em sinais elétricos, como pode-se encontrar em câmeras fotográficas e de vídeos digitais.

Assim, Silva e Assis (2012) afirmam que:

[...] Para registrar a imagem digital, essas câmeras utilizam um CCD (Charge Couple Device), ou dispositivo de carga acoplada, formado por sensores fotoelétricos feitos de material semicondutor. Nessas câmeras, a imagem é formada por um conjunto de lentes que a projeta nos

sensores do CCD. Cada um desses sensores transforma a luz recebida em sinal elétrico, registrado pela câmera, como a imagem digital. Quanto mais fótons são recebidos pelo sensor, maior é a corrente gerada. Cada sensor fotoelétrico do CCD corresponde a um pixel da imagem. (SILVA; ASSIS, 2012, p. 321).

Mas, um grande problema que a física moderna ainda encontra no final do século XIX é o de compreender o que acontecia quando se incidia um feixe de luz em uma chapa metálica. Sendo importante lembrar que ainda não existia, nesse tempo, a teoria da mecânica quântica, que explica os fenômenos que tem átomos e outras partículas pequenas, originando a mecânica estatística, que tem o objetivo de tratar, de maneira clássica, os problemas, fazendo o uso da mecânica clássica.

Heinrich Hertz foi um físico alemão responsável pela descoberta das ondas eletromagnéticas em 1887, nasceu em Hamburgo e começou seus estudos ainda jovem, mas, entre os anos de 1885 e 1889 produziu ondas eletromagnéticas em laboratório por meio de descargas elétricas entre duas superfícies de metal, medindo seu comprimento de onda e velocidade.

Verificou em suas experiências que, no caso das ondas eletromagnéticas, ocorre à reflexão especular, quando as superfícies são ásperas, uma vez que as ondas eletromagnéticas têm seu comprimento maior que o comprimento de onda da luz.

Estudou, através de experimentos, a produção de descarga elétrica entre duas superfícies de metal em potenciais diferentes, constatando que os fenômenos não eram da natureza eletrostática, pois não havia diferença se a proteção era feita de ondas eletromagnéticas. Criar corrente elétrica em ressonador produz pequena faísca na abertura de faísca produz ondas eletromagnéticas introdução da bobina produz a alta tensão material que conduziu energia ou isolante. Hertz descobriu que uma descarga elétrica entre dois eletrodos ocorre mais facilmente quando se faz incidir sobre um deles luz ultravioleta. (EISBERG E RESNICK, 1979, p.51).

Heinrich Hertz fez um relevante progresso no desenvolvimento das teorias da natureza da luz através de estudos e experiências ocorridas em 1887 quando estudava a ocorrência da eletromagnética da luz.

Hertz, ao perceber que a descarga não era fácil de ser visualizada, criou uma proteção sobre o sistema, de maneira que não permitisse a dispersão da luz, mas, tal fato, provocou uma redução da faísca secundária.

Após todas as descobertas realizadas por Hertz, Thomson percebeu em suas experiências que o experimento realizado por Hertz consistia na emissão de elétrons.

Para provar as descobertas de Hertz, Thomson demonstrou experimentalmente que as partículas emitidas no efeito fotoelétrico era o mesmo que para os elétrons associados aos raios catódicos. Concluiu também que esta carga é da mesma ordem que a carga adquirida pelo átomo de hidrogênio na eletrólise de soluções.

Em 1899, a constatação de que as partículas emitidas eram elétrons, quando Thomson, ao expor a radiação ultravioleta numa superfície metálica no interior de um tubo de Crookes.

De acordo com Caruso e Oguri (2006), Thomson estabeleceu que essas partículas eram da mesma natureza daquelas que constituíam os raios catódicos

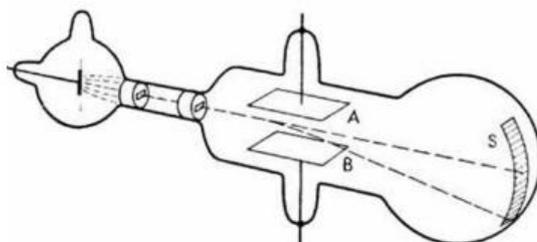


Figura 3: Tubo de raios catódicos.  
Fonte: portalsãofrancisco.com

Medindo o valor para os chamados raios catódicos, Thomson observou que a carga das partículas contidas nesses raios fosse igual a carga mínima e calculada por Stoney, que é famoso físico da Irlanda, conhecido pela introdução do termo elétron como a "unidade fundamental da eletricidade".

Perpassando pelo tempo histórico, até o início do século XX, o que se tinha como subsídio para explicar o efeito fotoelétrico eram duas leis empíricas que foram

estabelecidas por Lenard: Primeiro que a energia máxima dos elétrons emitidos é proporcional à frequência da luz, e não a sua intensidade e segundo que a corrente fotoelétrica, ou número de elétrons emitidos por unidade de tempo, era proporcional à intensidade da luz incidente.

Em 1905 ocorreu de fato a compreensão do efeito fotoelétrico por Albert Einstein, apresentando a ideia de Planck em relação a emissão da luz, que de modo intermitente, parava e recomeçava por intervalos. Percebeu em seus experimentos que a luz tem uma estrutura intermitente e que é absorvida em porções independentes, onde a energia de cada uma das porções de emissão, é proporcional a frequência, segundo a hipótese de Planck, em que a energia máxima dos elétrons emitidos, depende da frequência da luz incidente.

Albert Einstein através da hipótese de Planck da quantização de energia, tratou a luz como corpúsculos ou quanta de luz, ou seja, a luz comporta-se como partículas luminosas, conhecida como fótons.

Peruzzo e Cividini, (2012) relatam em seus estudos sobre a hipótese de Plank, explicando que se a energia do fóton incidente for insuficiente ( $f$  for menor que  $f_0$ ), não conseguirá arrancar nenhum elétron. Existe um limiar de frequência  $f_0$ , para a liberação de elétrons, ou seja, para frequências menores que esse valor não há ejeção de elétrons.

A equação 1, apresenta a energia dos elétrons liberados em função da frequência, a frequência  $f_0$  é chamada de frequência de corte. Sua intensidade de luz significa apenas mais ou menos fótons, ou seja, quanto maior a intensidade da luz, maior é o número de fótons ejetados, mas não mais energéticos. Ocorre praticamente de forma instantânea o intervalo de tempo considerando entre as distâncias do fóton e a emissão de elétrons.

Uma energia é concentrada em pacotes em relação ao fóton, quando um feixe de radiação incidir sobre um metal, esse fóton será absorvido muito rápido por algum átomo, causando a emissão de um fotoelétron.

Pelo método de Einstein, as seguintes equações equivalentes são usadas: Energia do fóton = Energia necessária para remover um elétron + Energia cinética do elétron emitido pode ser representado pela equação 1.

$$hf = w + E_{cmax} \quad (\text{Eq. 1})$$

Discriminando a fórmula, temos:  $h$  é a constante de Planck,  $f$  é a frequência do fóton incidente,  $w$  é a função trabalho, a energia mínima exigida para remover um elétron de sua ligação atômica.

A equação 1, é chamada de equação de Einstein do Efeito Fotoelétrico e esclarece todos os fatos importantes em relação ao efeito fotoelétrico.

A intensidade da luz para Einstein é equivalente ao número de quantos ou porções de energia existente no feixe luminoso e define o número de elétrons extraídos da superfície metálica conseqüentemente. Conforme a equação dada anteriormente, a rapidez dos elétrons é definida pela frequência da luz e pelo trabalho de arranque, que varia de acordo com a natureza do metal e não da qualidade da sua superfície, sendo importante enfatizar que a velocidade dos elétrons não depende da intensidade da luz.

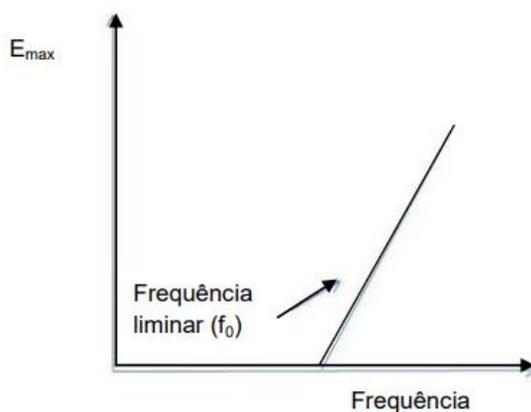


Figura4: Variação da energia cinética dos elétrons ejetados em função da frequência.

Fonte: própria autora

Vale a pena ressaltar que o termo fóton só foi introduzido em 1926 pelo químico Gilbert Lewis, que antes disso, Einstein não se referia ao fenômeno como efeito fotoelétrico, e que o termo utilizado hoje como fóton era conhecido como quantum de luz.

Verificou-se para entendimento o início dos estudos e experimentos sobre o efeito fotoelétrico Hertz no ano de 1886 até Albert Einstein em 1905, demonstrado a tabela abaixo que indica as ocorrências da descoberta do efeito fotoelétrico até a teoria do fóton.

Tabela 1 – Ocorrência da descoberta do efeito fotoelétrico

<b>ANO</b>	<b>CIENTISTA</b>	<b>CRONOLOGIA</b>
1886	Hertz	Descoberta do efeito fotoelétrico (ainda não identificado como efeito fotoelétrico)
1889	J. J. Tomson	Verificou a emissão de elétrons
1899	Planck	Determinação da Constante de Planck
1900	Planck	Lei da radiação de Planck e quantização de energia
1905	Einstein	Teoria do fóton (a partir da teoria da quantização de Planck)

São inúmeras as possibilidades de aplicação tecnológica do efeito fotoelétrico, como por exemplo é possível citar as portas automáticas que funcionam com sensores de controle, conforme figura 5 abaixo, onde esses sensores possibilitam que a porta abra quando uma pessoa se aproxima. Isso ocorre quando um feixe de luz é interrompido originando uma variação na intensidade da corrente que aciona o dispositivo de abertura da porta.



Figura 5: Porta automática.  
Fonte: bemmelhor.net

Outro exemplo são os sensores de controle das lâmpadas de iluminação pública, que acendem automaticamente ao fim do dia e apaga ao amanhecer, ocorrendo devido a intensidade da corrente elétrica, conforme demonstra a figura 6 a seguir.

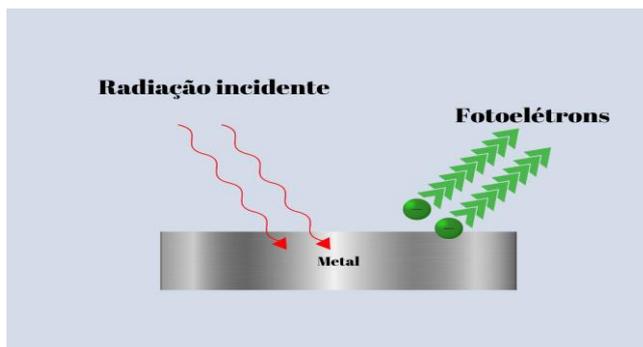


Figura 6: Poste de iluminação pública acende automaticamente.  
Fonte: fotosearch.com

A intensidade da corrente elétrica nos fótons sensores é aproximadamente proporcional a intensidade da luz incidente.

#### 4.1 Efeito fotoelétrico <sup>8</sup>

Em 1921, Einstein recebeu o prêmio Nobel de Física principalmente pelo desenvolvimento de sua teoria sobre o efeito fotoelétrico. Quando uma radiação eletromagnética incide sobre a superfície de um metal, elétrons podem ser arrancados dessa superfície. Os elétrons arrancados são chamados fotoelétrons.



**Figura 7:** Efeito Fotoelétrico

**Fonte:** Próprio Autor

O efeito fotoelétrico não ficou suficientemente explicado na Física Clássica até que Einstein, em 1905, desenvolveu uma teoria, levando em consideração a quantização da energia. Ele propôs que, no efeito fotoelétrico, um fóton da radiação incidente, ao atingir o metal, é completamente absorvido por um único elétron, cedendo-lhe sua energia  $h \times f$ . Essa interação ocorre instantaneamente, de modo semelhante à colisão de duas partículas, ficando então o elétron do metal com uma energia adicional ( $h \times f$ ). (Ramalho, 2009)

Essa teoria de Einstein sugere, portanto, que a luz ou outra forma de energia radiante é composta de “partículas”, os fótons, e que estes podem ser absorvidos pelo metal apenas um de cada vez, não existindo frações de um fóton. Tais afirmações estão em total concordância com as hipóteses de Planck, e, com isso, Einstein explicou corretamente que a energia que o elétron absorve deve

---

<sup>8</sup> **Texto inicial:** Ramalho Junior, Francisco. Os Fundamentos da Física / Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares. — 10. ed. — São Paulo: Moderna, 2009.

aumentar com a frequência e não tem nada a ver com a intensidade da radiação, fato que a Física Clássica não conseguira explicar. (Ramalho, 2009)

Quando iluminamos a superfície de um metal com um raio luminoso de comprimento de onda suficiente pequeno, a luz com que elétrons sejam emitidos pelo metal. O fenômeno, que recebe o nome de efeito fotoelétrico, é essencial para o funcionamento de equipamentos como câmara de TV e óculos de visão noturna.

Einstein usou a ideia do fóton para explicar este efeito, que simplesmente não pode ser compreendido à luz da física clássica.

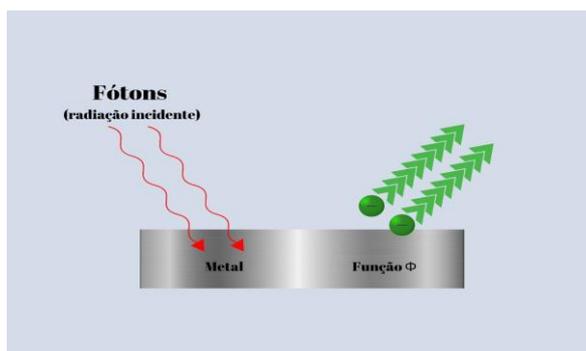
A energia mínima necessária para um elétron escapar do metal corresponde a um trabalho  $\phi$ , denominado função trabalho do metal. O valor desse trabalho é característico para cada metal. Na tabela abaixo, temos a função trabalho  $\phi$  de alguns metais.(Ramalho, 2009)

Tabela 2 – Função trabalho de alguns metais

<b>Metal</b>	<b><math>\phi</math> (eV)</b>
Sódio	2,28
Alumínio	4,08
Zinco	4,31
Ferro	4,50
Prata	4,73

Fonte: Ramalho Junior, Francisco.

Portanto, quando o elétron recebe a energia adicional ( $h \times f$ ) proveniente do fóton incidente, esta deve ser suficiente para superar a função trabalho  $\phi$  do metal para que o elétron possa escapar; o excesso de energia é conservado pelo elétron na forma de energia cinética, isto é: (Ramalho, 2009)



**Figura 8.** A energia dos fótons ( $h \times f$ ) é absorvida pelos elétrons do metal que vencem a barreira da energia  $\phi$  do material, adquirindo energia cinética na emissão.

**Fonte:** Próprio Autor

Einstein resumiu os resultados dos experimentos do efeito fotoelétrico na equação:

$$\text{Logo: } h \cdot f = \phi + E_{c(\text{máx})} \text{ ou } E_{c(\text{máx})} = h \cdot f - \phi \quad (\text{Eq. 2})$$

A equação acima nada mais é que a aplicação da lei de conservação da energia à emissão fotoelétrica de um elétron por um alvo cuja função de trabalho é  $\phi$ . Uma energia igual à energia do fóton  $hf$ , é transferido a um elétron do alvo. Para que o elétron escape do alvo, deve possuir uma energia pelo menos igual a  $\phi$ . Qualquer energia adicional ( $hf - \phi$ ) recebida do fóton aparece na forma de energia cinética  $K$  do elétron emitido. Nas circunstâncias mais favoráveis, o elétron pode escapar do alvo sem perder energia cinética no processo; nesse caso, aparece fora do alvo com a maior energia cinética possível,  $K_{\text{máx}}$ . (Halliday,2009)

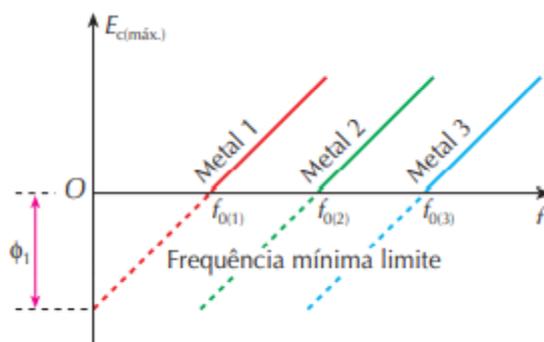
$E_{c(\text{máx.})}$  por  $\frac{M.V^2_{\text{máx}}}{2}$  temos:

$$\frac{M.V^2_{\text{máx}}}{2} = h.f - \phi$$

Existe uma frequência mínima ( $f_0$ ), chamada frequência de corte, na qual o elétron escapará se a energia que ele receber do fóton ( $h \times f_0$ ) for igual à energia  $\phi$ . Então,  $(h \times f_0) = \phi$  e a equação fotoelétrica de Einstein pode ser escrita: (Ramalho, 2009)

$$\frac{M \cdot V^2_{\text{máx}}}{2} = h \cdot f - \phi$$

Assim, fazendo-se incidir fótons na superfície de um metal, emitem-se fotoelétrons que têm energia cinética até o limite  $E_{c(\text{máx.})}$ . Aumentando-se a intensidade da radiação incidente, isto é, o número de fótons incidentes, aumenta-se o número de fotoelétrons arrancados. Entretanto, a energia recebida por um elétron, ao absorver um fóton, é sempre a mesma, assim como sua energia cinética máxima. Considerando-se vários metais, o gráfico da  $E_{c(\text{máx.})}$   $\frac{M \cdot V^2_{\text{máx}}}{2}$ , em função da frequência  $f$ , é mostrado na figura a seguir: (Ramalho, 2009)



**Figura 9.** Energia cinética máxima dos fotoelétrons em função da frequência da radiação incidente.  $\phi_1$  é a função trabalho do metal 1. De 0 até  $f_{0(1)}$  não ocorre emissão de elétrons para o metal 1.

**Fonte:** Ramalho Junior, Francisco.

Esse gráfico é formado de retas paralelas cortando o eixo das abscissas na frequência mínima característica para cada metal. Note que todas são paralelas,

de coeficientes angulares iguais à constante  $h$  de Planck. Para um dado metal, aumentando-se a frequência da radiação incidente, a partir de  $f_0$  aumenta a energia cinética máxima dos fotoelétrons expulsos. (Ramalho, 2009)

## 5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho se constitui enquanto uma pesquisa de abordagem qualitativa. Quanto aos objetivos é uma pesquisa exploratória que, segundo Gil (1999, p. 43), tem como objetivo “proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato”. Assim, pretende-se explorar as possibilidades de utilização de uma sala de aula virtual no ensino de um conteúdo de Física Moderna e os resultados de sua utilização.

Com relação aos procedimentos trata-se de um estudo de caso que “é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir seu conhecimento amplo e detalhado” (Gil, 1999, p. 73). Nesse sentido, espera-se poder analisar de forma mais aprofundada o contexto de elaboração da sala virtual e da utilização das TDICs com vistas a contribuir tanto com a área de pesquisa em ensino de Física quanto com outros professores que tenham interesse em desenvolver um trabalho semelhante.

Os sujeitos da pesquisa foram 30 alunos do da 3ª série do Ensino Médio da EEEFM “Fraternidade e Luz”, utilizando 01 aula de Física por semana, realizando as atividades no horário das aulas com os cromebooks da escola, na própria sala de aula.

Para preservar a identidade dos estudantes, mas identificá-los por suas narrativas, foram atribuídos a cada um, nomes fictícios.

Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados 03 questionários elaborados usando-se o google forms (Apêndice A, B e C). O primeiro questionário era composto com 04 questões e tinha como objetivo realizar um diagnóstico do conhecimento prévio dos estudantes em relação ao tema. O

segundo questionário tinha 09 questões e abordava os alunos sobre a experiência da oficina pedagógica e o uso das TDICs nas práticas escolares.

De acordo com Severino (2007, p. 125) o questionário permite “levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados, com vistas a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo”. O questionário é um instrumento empregado para se obter informações. É um método de fácil acesso que aborda as mesmas questões para todos e garante o anonimato dos participantes, podendo conter questões que atendam a finalidade específica da pesquisa.

Os dados levantados durante as diferentes etapas da pesquisa, com a utilização de questionários, foram analisados qualitativamente através da técnica de análise de conteúdo temática conforme Bardin (2009). A análise de conteúdo de Bardin consiste em seguir passos para uma análise científica de dados qualitativos, divididos em 03 etapas de análise, sendo a primeira a etapa do pré-teste, a segunda da exploração do material trabalhado e a terceira etapa a análise e interpretação dos resultados obtidos.

Para a elaboração da oficina foi utilizado o Google sala de aula e suas ferramentas, apresentadas com mais detalhes nas seções a seguir.

### **5.1 TDICs e o Ambiente virtual**

Partimos do princípio de que este deveria ser um ambiente virtual direcionado pelo mediador ao ensino do efeito fotoelétrico 24 horas. Ou seja, quando a plataforma foi criada, os conteúdos, atividades e roteiro estiveram disponíveis ao acesso a qualquer momento que fosse do interesse do aluno. A plataforma utilizada permite a comunicação, a atualização, o compartilhamento, a configuração e o direcionamento dos conteúdos, bem como o uso de questionários, diferentes mídias, controle de alunos e feedback frequente, afora o uso como ferramentas de interatividade, ferramentas experimentais e ferramentas computacionais. Portanto, utilizou-se o Google sala de aula, inclusive pelo fato de a Secretaria de Educação do Espírito Santo ter firmado contrato de utilização da

plataforma nesse momento de pandemia. Assim, tanto os professores quanto os alunos utilizam essa plataforma e já possuem experiências anteriores a respeito.

O **Google Sala de Aula**, também conhecido como **Google for Education** ou, em outros ramos, como **G Suite**, é uma suíte de aplicativos que foi disponibilizada aos professores para incentivar atividades remotas ou híbridas. Contudo, o contexto atual de pandemia fez com que o acesso a este meio aumentasse de forma exponencial. Hoje, os professores, sejam da rede pública ou privada, utilizam esta ferramenta cotidianamente face às especificidades da atualidade.

Ele é um ambiente virtual disponível em computadores e aplicativos de *smartphones*, o qual os professores utilizam para criar sua turma, sua oficina ou seu espaço pedagógico. Serve para disponibilizar atividades diversas, postar avisos e comentários, entrar em contato com os alunos e verificar se eles concluíram uma tarefa.

Esta ferramenta foi proposta com o objetivo de facilitar o ensino aprendizagem e trouxe vantagens valiosas para o trabalho docente. A comunicação facilitada entre alunos e professores, bem como com a família, sempre foi um desafio das escolas. Sendo assim, este ambiente garante acesso em tempo real e de qualquer lugar, disponibilizando fóruns e espaços específicos para comentários e recados em sua plataforma.

Além do que já foi apresentado, reduzir o tempo na correção das atividades dando a opção de questionários corrigidos automaticamente pelo sistema e disponibilizando *feedbacks* aos alunos é uma das vantagens desse ambiente. Aprendizado personalizado e criação de diversas atividades multimidiáticas, bem como a criação e otimização de tarefas criativas é outro adendo valioso deste sistema, já que possibilita integrar outras ferramentas como “Docs”, formulários, apresentações, planilhas e agenda. Dentre essas opções, a facilidade de disponibilizar outros itens como links de sites de animações, vídeos, simulações e reuniões on-lines corroboram com a ideia de facilitar o dia a dia do professor nestes novos tempos.

## 5.2 Google Meet

Segundo o site QiNetwork<sup>9</sup>, o Google Meet é uma ferramenta do Google que permite aos profissionais fazerem reuniões online, tanto pelo computador quanto por dispositivos móveis. Na prática, esta ferramenta conecta pessoas e profissionais em diversos locais, funcionários em home office, empresários, professores, estudantes, entre outros. Tudo isso de modo seguro, simples e de forma gratuita – embora existam limites de tempo de uso – sem ter a exigência de equipamentos adicionais ou a necessidade de contratar um serviço de videochamadas para a empresa. Assim, a solução facilita a realização da oficina de Efeito Fotoelétrico, pois ainda conta com vantagens na comunicação, otimiza tempo e reduz custos, tendo como benefícios:

### 1. Facilidade de Utilização

Para utilizar o Google Meet em seu computador não é necessário realizar nenhum tipo de instalação de aplicativo ou plugin. O acesso à reunião pode ser realizado diretamente via Google Chrome. Basta criar uma reunião no Google Agenda, e adicionar os emails dos participantes.

### 2. Pode ser utilizado offline e possui garantia de segurança

Google Meet pode ser utilizado sem internet, através de chamada telefônica.

Possui garantia de segurança

Todos os dados de transmissão são criptografados, garantindo a segurança da informação. A reunião será totalmente segura e blindada contra vazamentos de informações.

### 3. Boa performance e simplicidade

O Google Meet foi pensado para ser uma ferramenta altamente eficaz em sua proposta e de simples acesso. Para participar de uma reunião é só você entrar no link que foi compartilhado. Sem contas, plugins ou configurações. O Meet suporta até 250 pessoas em uma videoconferência

---

<sup>9</sup> Site <https://www.qinetwork.com.br/google-meet-entenda-como-funciona/> Acessado em 02/06/2021.

#### **4. Compartilhamento e mobilidade**

Durante a conferência, os participantes podem compartilhar suas telas com os demais para mostrar atividades, processos, tarefas etc. Sempre que for necessário encaminhar algum link para que os participantes tenham acesso, basta utilizar o chat da sala, enviando mensagens para o grupo. Por ser uma ferramenta baseada na nuvem, o Google Meet oferece maior mobilidade para os usuários. o participante não depende de um equipamento específico para fazer a reunião, podendo ser utilizado em computadores, ou de dispositivos móveis

#### **5. Acessibilidade**

Torne o conteúdo da reunião acessível para quem não conseguiu participar e para os participantes, possibilitando a gravação para disponibilizar posteriormente.

#### **5.3 Etapas da Oficina pedagógica**

Nas primeiras etapas, conversou-se com os alunos para um breve mapeamento da disponibilidade de dispositivos e internet para participação e adesão à oficina. Definimos os conceitos físicos estruturantes e os conceitos específicos do conteúdo específico de Física Moderna a serem trabalhados e os objetivos a serem alcançados. Dentre as atividades propostas, definimos os critérios da experiência da aprendizagem mediada que seriam utilizados para avaliação da oficina.

A oficina foi realizada em 03 encontros virtuais, com uma sequência de atividades desenvolvidas pelo Google sala de aula e Google Meet, com apresentações de forma remota do conteúdo conceitual e experimental, observando, além dos conceitos, a sua aplicação no cotidiano. Ressaltamos que, em toda a sequência didática, privilegiou-se um ensino conceitual, contextualizado, com inserção de uma atividade de visualização de conceitos abstratos por meio de simuladores e aplicações no cotidiano, sem o uso do formalismo matemático.

A oficina foi organizada em 3 momentos:

- Primeiro momento: Pesquisa sobre acesso a plataforma e Questionário Diagnóstico
- Segundo momento: Aulas pelo Google Meet e atividades pelo Google Sala de Aula
- Terceiro momento: Questionário sobre a Sequência Didática

Os momentos anteriormente descritos compuseram as etapas da oficina, sendo que cada etapa foi planejada considerando-se os critérios de mediação de Feurestein (2014). O quadro 1, a seguir, apresenta a organização da oficina em termos de tais critérios, das etapas e momentos, das atividades desenvolvidas, conteúdos abordados e avaliação dos critérios.

Quadro 1: Organização da Sequência Didática

<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b>				
<b>Critérios</b>	<b>Etapa da Oficina</b>	<b>Atividade desenvolvida</b>	<b>Conteúdo abordado</b>	<b>Forma(s) de avaliação dos critérios</b>
Intencionalidade/ reciprocidade	1º momento	Leitura do texto Apresentação dos conceitos estruturantes com a demonstração das ondas eletromagnéticas e simulador para visualizar o espectro eletromagnético	Conceito de onda Ondas eletromagnéticas Estrutura da onda Espectro eletromagnético	Questionário no google forms Participação dos fóruns no google sala de aula Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina
Significado	2º momento  3º momento	Simulador phet colocado para demonstrar como ocorre o efeito fotoelétrico. Simulador tinkercad (montagem de um sensor LDR com roteiro)	Conceito do efeito fotoelétrico  Aplicação do efeito fotoelétrico	Questionário no google forms Participação dos fóruns no google sala de aula Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina
Transcendência	3º momento	Simulador tinkercad (montagem de um sensor LDR com roteiro)	Aplicação do efeito fotoelétrico	Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina
Individuação	3º momento	Simulador tinkercad (montagem de um sensor LDR com roteiro)	Aplicação do efeito fotoelétrico	Questionário no google forms
Compartilhamento	1º momento 2º momento 3º momento	Google sala de aula Google meet Google forms	Conceito de onda Ondas eletromagnéticas Estrutura da onda Espectro eletromagnético Conceito do efeito fotoelétrico Aplicação do efeito	Interação nas atividades remotas Interação no google sala de aula Interação no google forms

			fotoelétrico	
<b>ORGANIZAÇÃO DA OFICINA</b>				
<b>Organização</b>	<b>Duração</b>	<b>Tema</b>	<b>Atividade</b>	<b>Ferramentas</b>
Busca de novidade e da Complexidade	3º momento	Simulador tinkercad (montagem de um sensor LDR com roteiro)	Aplicação do conceito de efeito fotoelétrico	Questionário no google forms Participação dos fóruns no google sala de aula da oficina Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina
Mediação do sentimento de Competência	3º momento	Simulador tinkercad (montagem de um sensor LDR com roteiro)	Aplicação do efeito fotoelétrico	Questionário no google forms Participação dos fóruns no google sala de aula da oficina Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina
Autorregulação e controle de comportamento	1º momento 2º momento 3º momento	Todas as atividades	Conceito de onda Ondas eletromagnéticas Estrutura da onda Espectro eletromagnético Conceito do efeito fotoelétrico Aplicação do efeito fotoelétrico	Questionário no google forms Participação dos fóruns no google sala de aula da oficina Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina
Mediação do sentimento de pertinência		Simulador tinkercad (montagem de um sensor LDR com roteiro)	Conceito de onda Ondas eletromagnéticas Estrutura da onda Espectro eletromagnético Conceito do efeito fotoelétrico Aplicação do efeito fotoelétrico	Questionário no google forms Participação dos fóruns no google sala de aula da oficina Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina

<b>ORGANIZAÇÃO DA OFICINA</b>				
<b>ORGANIZAÇÃO DA OFICINA</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DA OFICINA</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DA OFICINA</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DA OFICINA</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DA OFICINA</b>
Otimismo	1º momento 2º momento 3º momento	Todas as atividades realizadas	Conceito de onda Ondas eletromagnéticas Estrutura da onda Espectro eletromagnético Conceito do efeito fotoelétrico Aplicação do efeito fotoelétrico	Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina
Consciência da mudança estrutural	1º momento 2º momento 3º momento	Google sala de aula Google meet Google forms	Conceito de onda Ondas eletromagnéticas Estrutura da onda Espectro eletromagnético Conceito do efeito fotoelétrico Aplicação do efeito fotoelétrico	Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina
Busca e alcance dos objetivos.	1º momento 2º momento 3º momento	Simulador tinkercad (montagem de um sensor LDR com roteiro)	Conceito do efeito fotoelétrico Aplicação do efeito fotoelétrico	Participação nas atividades desenvolvidas durante a oficina



## DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A ideia inicial foi planejar uma oficina de com 03 momentos, construída em um ambiente virtual, através do Google sala de aula, com uso de TIDCS, de forma que os principais critérios de intencionalidade/ reciprocidade, significado e transcendência, ocorram de forma gradual com a mediação do professor. A sequência planejada foi a seguinte:

As imagens da Oficina, montada do Google Sala de Aula e o desenvolvimento dos Encontros constam no **Apêndice D**.

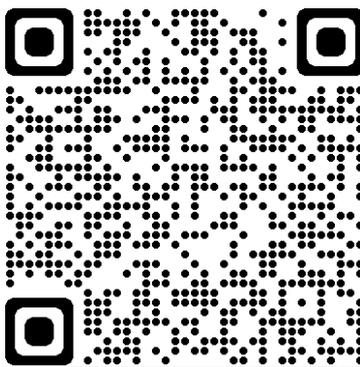
### 1º Encontro Virtual

Esta aula pode ser considerada uma aula introdutória, portanto, aplicou-se um questionário no Google Forms para avaliar os conhecimentos iniciais dos alunos. Este questionário está disponível anteriormente.

O encontro aconteceu virtualmente pelo Google Meet, com link disponibilizado no Google sala de aula.

Após a realização do questionário e análise, realizou-se uma apresentação teórica sobre a natureza da luz, conceito de ondas, estrutura da onda, e o espectro eletromagnético. Neste momento, além da explanação, foi usado um simulador para demonstrar tais conceitos, desta forma, acreditamos que a visualização através dos conceitos poderia facilitar a compreensão dos alunos. Os alunos receberam um roteiro de utilização do simulador (KCVS.ca) para que pudessem experimentar a sua utilização.

Simulador utilizado: - [Electromagnetic Spectrum \(kcv.s.ca\)](http://kcv.s.ca)



**Imagem 1** . QR Code do simulador KCVS.ca

**Atividade desenvolvida:** Os alunos fizeram um vídeo apresentado seu aprendizado sobre os conceitos iniciais de até 3 min e postarão na plataforma.

## **2º Encontro Virtual**

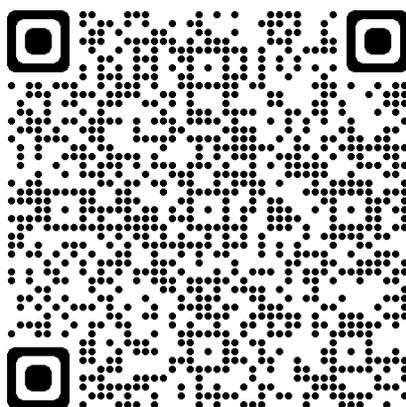
Neste encontro, através do Google meet, tendo link disponibilizado no google sala de aula, foi apresentado o conceito de Efeito fotoelétrico, os conceitos, as principais questões envolvidas na descoberta do fenômeno, para isso, utilizou-se o simulador PhetColorado para apresentação junto com os alunos.

Os alunos receberam um roteiro experimental sobre a utilização do simulador e outras experiências com o simulador.

### **Atividades desenvolvidas:**

- Roteiro de experimento com novos experimentos e responderam algumas questões sobre o efeito fotoelétrico.
- Questionário para resolução de exercícios de vestibulares validados sobre o efeito fotoelétrico.

No Google sala de aula, também estão disponíveis, textos e vídeos sobre o efeito fotoelétrico, seu contexto histórico, a biografia do descobridor Albert Einstein e o seu prêmio Nobel sobre tal descoberta.

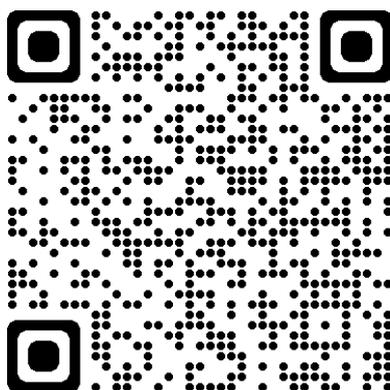


**Imagem 2.** QR Code do Simulador Phet Colorado

### **3º Encontro Virtual**

Neste encontro, através do Google Meet, tendo link disponibilizado no Google sala de aula, foi apresentado uma aplicação do efeito fotoelétrico. Neste momento professor mediador apresentou a atividade onde montaremos um circuito simulando um acendedor de poste, usando um sensor LDR. Para isso foi utilizado o simulador TinkerCad, para apresentação junto com os alunos.

Os alunos receberam um roteiro experimental sobre o experimento e a utilização do simulador. E na mesma sala, puderam interagir sobre os conceitos envolvidos, com o auxílio do roteiro, do professor e alunos.



**Imagem 3.** QR-Code de acesso ao simulador TinkerCad

## 6 RESULTADOS OBTIDOS

### 6.1 Análise do Questionário Diagnóstico

De acordo com Severino (2007, p. 125) o questionário permite “levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados, com vistas a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo”. O questionário é um instrumento empregado para se obter informações. É um método de fácil acesso que aborda as mesmas questões para todos e garante o anonimato dos participantes, podendo conter questões que atendam a finalidade específica da pesquisa.

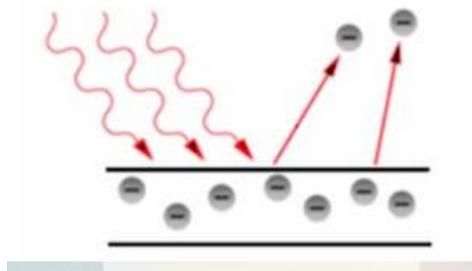
Para realização da sondagem inicial com os alunos acerca de conhecimentos básicos e iniciais sobre conceitos de efeito fotoelétrico, foi realizada aplicação de questionário utilizando o Google Classroom com 04 perguntas:

1ª – O que é efeito fotoelétrico?

2ª – O que é física Moderna?

3ª – Quem foi Albert Einstein?

4ª – A partir da visualização da imagem, o que podemos observar?



Nessa etapa objetivou-se saber como estava o conhecimento dos alunos em relação aos conceitos e informações sobre as descobertas, origem e experimentos do conteúdo Efeito Fotoelétrico, que foi analisado após a

constatação do preenchimento na atividade online do Google Sala de Aula, antes da Oficina de explanação, demonstração e estudo real do assunto.

De acordo com Gil (2008), construir um questionário consiste basicamente em traduzir objetivos da pesquisa em questões específicas. Além disso, o questionário é vantajoso ao possibilitar atingir muitas pessoas.

A partir das respostas dadas pelos alunos às quatro (04) questões apresentadas foi detectado que não existia nenhum conhecimento prévio sobre o assunto. Os alunos responderam com os termos “não sei”, “não conheço”, “não estudei sobre isso”, “nunca ouvi falar nesse conteúdo”.

Todos os dados obtidos foram analisados qualitativamente para descrever os sentidos contidos nas explanações, como a universidade através da pesquisa e elaboração de material didático pode colaborar para superar os obstáculos, como a falta de conhecimento.

Como em todo processo de construção do conhecimento, diagnosticar a aprendizagem não é uma tarefa fácil, principalmente quando os alunos apontam não terem conhecimento sobre o conteúdo proposto. Desse modo, analisa-se os dados buscando descobrir as fragilidades e necessidades dos alunos, que no caso da temática da oficina, vão desde da conceituação, as práticas e cálculos.

## **6.2 Análise do questionário da sequência didática**

Após a realização da oficina foi aplicado um questionário com 9 questões para turma abordando Efeito Fotoelétrico, visando obter informações sobre a opinião dos alunos a respeito: da dinâmica da oficina, da contribuição da oficina para a aprendizagem, da relevância social da temática abordada, da aplicação do conteúdo com vídeos e simulações computacionais como contribuição complementar, da participação do professor como mediador e da experiência da participação na oficina (Apêndice B).

Nesta etapa de avaliação da oficina, houve a participação de 30 alunos que responderam ao questionário, aplicado no dia 13 de julho de 2022.

Na questão 01 questionou-se ao aluno se: na escola onde você estuda é um hábito dos professores utilizarem o Google Sala de Aula em suas aulas?

**Tabela 3** - Questão 1.

POSSIBILIDADE DE RESPOSTAS	NÚMERO DE RESPOSTAS
Sim, sempre utilizam	11
Raramente utilizam	19
Não utilizam	0

Fonte: Elaborado pela pesquisadora

Buscando melhorar o processo de ensino-aprendizagem com abordagens que motivem os alunos, deixando-os interessados em aprender os conteúdos, deve-se entender que os anos se passaram e as tecnologias avançaram, da mesma forma que as metodologias de ensino se aperfeiçoaram, não devendo mais o professor ficar estagnado em suas práticas.

Em virtude da aplicação e uso das novas tecnologias, como o Google Sala de aula, 19 alunos informaram que os professores raramente utilizam a ferramenta e apenas 11 alunos disseram que os professores utilizam.

A integração das TICs junto ao processo de ensino/aprendizagem vem contribuindo para a melhoria e desenvolvimento das aulas, fortalecendo o processo pedagógico através da diversificação da experiência educacional, nesses ambientes, chamados de virtuais. Existem, atualmente, muitas pesquisas abordando essa temática e, portanto, muito material que pode auxiliar os professores, que devem sempre estar em busca da apropriação e aperfeiçoamento da sua prática pedagógica, elaborando aulas com a inclusão das TICs.

De acordo com Kenski (2007, p. 88):

As tecnologias ampliam as possibilidades de ensino para além do curto e delimitado espaço de presença física de professores e alunos na mesma sala de aula. A possibilidade de interação entre professores, alunos objetos e informações que estejam envolvidos no processo de ensino redefine toda a dinâmica da aula e cria novos vínculos entre os participantes.

Professor e aluno acabam aprendendo com o uso das tecnologias através da interação que essa metodologia proporciona, visto que os alunos estão ligados e elas fortemente presente em seu cotidiano. E o professor deve estar com a mente aberta ao aprender e não ser o detentor do conhecimento, não utilizando desta ferramenta como mais uma fonte de controle da disciplina e sim como uma aliada a aprendizagem.

A questão 02 questiona: De maneira geral os textos disponíveis no ambiente virtual da oficina estavam claros?

De acordo com Kenski (2007), trazer somente as TICs para o meio escolar, não é sinal de que tudo irá mudar a partir de seu uso, não é garantia de qualidade de aprendizagem ou transformação efetiva e de qualidade do ensino, a mudança ocorrerá com planejamento adequado do seu uso, associando as teorias aplicadas em sala a possibilidades de pesquisas, observações e análises que as TICs promovem, ou seja, o plano do professor deve ser planejado e refletido, para que a prática pedagógica aconteça com sucesso.

[...] as tecnologias no espaço escolar precisam ser entendidas em uma perspectiva que extrapola a ideia de ferramentas de auxílio ao ensino, sendo [...] compreendidas e incorporadas pedagogicamente o que significa [...] respeitar as especificidades do ensino e da própria tecnologia para poder garantir que o uso, realmente, faça diferença (KENSKI, 2007, p. 46).

Dos alunos que responderam, 20 alunos disseram que sim, ficou bem claro, 3 alunos responderam que não ficou claro e 7 alunos apresentaram não ter conhecimento sobre o assunto.

Portanto, 20 alunos expressaram em suas respostas que os textos estavam claros, fato que demonstra que a escolha dos textos, baseadas em um

planejamento adequado, que associe a teoria e a prática, de modo claro e objetivo, é a fonte de sucesso para uma aula e motivadora para o aluno.

Para 20 alunos, os vídeos associados a teoria apresentada através de texto e a prática das simulações, contribuem para o melhor entendimento do conteúdo, e por consequência contribuem no aprendizado do aluno.

Já a questão 03 indaga se os vídeos utilizados contribuíram para melhorar entendimentos dos conceitos. Das 30 respostas, 20 alunos disseram que concordam que os vídeos contribuem, mas 8 alunos concordam em partes e 2 alunos responderam que não obtiveram conhecimento.

Para 20 alunos, os vídeos associados a teoria apresentada através de texto e a prática das simulações, contribuem para o melhor entendimento do conteúdo, e por consequência contribuem no aprendizado do aluno.

Pode-se dizer que a utilização do ambiente virtual e dos meios de comunicação de forma diferenciada e planejada, promovem mais aprendizagem que apenas mandar os alunos fazerem cópias de textos nos quadros ou como forma de pesquisa na internet de formato pronto.

A questão 4 indaga dos alunos: As simulações computacionais contribuíram para complementar a abordagem dos conteúdos?

As simulações permitem ao aluno observar em poucos minutos a evolução de um fenômeno que poderia levar dias, meses e anos em tempo real para ser modelado, além de permitir que o aluno repita a observação por várias vezes (TAVARES, 2008)

Utilizar de experimentos e demonstrações em sala de aula para que a teoria seja vivenciada em sua prática constitui uma ótima ferramenta para que aluno veja o conteúdo, possibilitando que uma visão ampliada do que se está estudando seja criada, tendo um contato direto com o fenômeno, auxiliando assim no grande problema enfrentado pelos professores em suas salas de aula, a relação entre a teoria explicada em sala com a realidade cotidiana dos alunos.

“As aulas com “aulas com demonstrações” objetivam a transposição dos limites frios atualmente delineados para o ensino formal, descritivo e

axiomático em direção a um novo cenário, rico em estímulos e fortemente interativo, capaz de atingir o emocional de cada estudante, dentro de um contexto coletivo\social" (SAAD, 2005 p.8)

Nesta questão, 23 alunos disseram concordar que a utilização de simulações é importante para a compreensão do conteúdo, 06 alunos dizem que concordam em partes e apenas 01 aluno afirma não ter conhecimento sobre a pergunta a ser respondida.

Este tipo de aula foge da aula tradicional e, por si só, já aumenta a curiosidade do aluno a partir do início da experiência, motivando o aluno pela busca de resposta, elaborando ideias pra que, assim, chegue a uma resposta que não foi dada pelo professor, mas obtida pelo seu esforço, pelo desafio posto à própria imaginação e raciocínio, tornando, assim, o conteúdo interessante, agradável e por fim, motivador.

A questão 5 pergunta aos alunos se a forma como puderam navegar pelo ambiente virtual foi satisfatória. Uma das maiores preocupações, nos dias atuais de pandemia e de avanços tecnológicos é buscar por melhores meios de promover a aprendizagem e a aplicação de ferramentas que facilitem ou incentivem o campo educacional auxilia a tornar a aprendizagem mais eficaz.

Segundo Scuisato (2016):

A inserção de novas tecnologias nas escolas está fazendo surgir novas formas de ensino e aprendizagem; estamos todos reaprendendo a conhecer, a comunicar-nos, a ensinar e a aprender, a integrar o humano e o tecnológico (SCUISATO, 2016, p.21).

Já nesta questão, 20 alunos disseram concordar que navegar pelo Google Sala de aula foi satisfatório, 08 alunos dizem que concordam em partes, deixando claro que mesmo com algumas dificuldades, é satisfatório a navegação e apenas 01 aluno afirma discordar da satisfação em navegar pelo ambiente virtual.

Atender os anseios do novo aluno, que já estão inseridos no meio tecnológico, com a utilização de métodos que auxiliem a construção do conhecimento é uma exigência da educação hoje e um desafio enfrentado pelos professores

De acordo com Libâneo (2007) o objetivo principal das escolas é a aprendizagem dos alunos e a organização desta escola é necessária, visando melhorar essa qualidade da aprendizagem, modernizando as escolas e utilizando cada dia mais as tecnologias disponíveis nos planejamentos das aulas.

MORAN (2000) diz que:

Ensinar com as novas mídias será uma revolução se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais do ensino, que mantêm distantes professores e alunos. “Caso contrário, conseguiremos dar um verniz de modernidade, sem mexer no essencial”. (MORAN, 2000, p. 63)

A questão 6 questiona: Você conseguiu encontrar as informações contidas no ambiente virtual com facilidade?

Os alunos dos dias atuais, nasceram e cresceram nesse meio tecnológico, num ambiente digital e as escolas precisam se adaptar, mudar também, adequando-se a esta realidade, de forma que os alunos vejam as aulas como algo estimulante, como nos apresenta Moran (2004):

Uma das reclamações generalizadas de escolas e universidades é de que os alunos não aguentam mais nossa forma de dar aula. Os alunos reclamam do tédio de ficar ouvindo um professor falando na frente por horas, da rigidez dos horários, da distância entre o conteúdo das aulas e a vida. (MORAN, 2004, p. 2)

Nesta questão 01 aluno responde que discorda sobre a facilidade de encontrar as informações no AVA, 10 alunos responderam que mesmo com alguma dificuldade, conseguiram encontrar as informações e 19 alunos disseram ter tido facilidade para encontrar as informações referentes a oficina no AVA.

Porém, estar engajado, com planejamentos com inserções digitais e tecnológicas é um grande desafio das escolas, principalmente dos professores, porque a tecnologia cresce em ritmo acelerado, com interatividade online e participação colaborativa livre e plural no espaço virtual, com mediação do professor.

Moran (2000) afirma que:

Com a Internet pode-se modificar mais facilmente a forma de ensinar e aprender. Procurar estabelecer uma relação de empatia com os alunos,

procurando conhecer seus interesses, formação e perspectivas para o futuro. É importante para o sucesso pedagógico a forma de relacionamento professor/aluno. Moran (2000, p.6).

A questão 7 apresenta o questionamento: A iniciativa da professora foi importante para sua participação na oficina sobre efeito fotoelétrico?

Partindo desta motivação, o professor deve procurar estreitar a relação com o aluno, vivenciando seu papel de mediador na construção do seu conhecimento, ou seja, aplicando as vivências na forma problematizadora da ciência, através de uma investigação embasada, aumentando as possibilidades de aprendizagem.

Um total de 27 alunos responderam que a mediação do professor, com incentivo e motivação, foi fundamental para que a oficina tivesse o resultado positivo esperado e apenas 2 alunos concordaram em partes e somente 01 aluno discorda da iniciativa do professor.

Saad (2005) aponta vários pontos em que as aulas práticas, através de experimentações e demonstrações instigam o aluno, porque a curiosidade, a busca pelo desafio a ser vencido, o encontro com o inesperado pode contribuir no aprendizado, afirmando ainda que uma aula tradicional dificilmente despertaria no aluno o interesse, fazendo com que permaneçam dispersos e sem motivação ou vontade de aprender.

“Uma mudança que se impõe é a substituição de aulas expositivas por aulas em que se estimule a discussão de ideias, intensificando a participação dos alunos, por meio de comunicação oral, escrita ou visual” (KRASILCHIK, 2008, p. 58).

Assim, fica evidente que a aplicação de aulas práticas, que trazem a experimentação e demonstração das teorias apresentadas durante as aulas proporcionam, ao aluno, no decorrer de seu processo de aprendizagem, uma visualização do conteúdo a ser aprendido e que ele faz parte desse aprendizado. O professor como mediador deve refletir, planejar, organizar as orientações e demonstrações, relacionando ao conteúdo ministrado, para que o aluno sinta-se seguro em realizar as experiências.

A questão 8 questiona: Os equipamentos utilizados para a participação da oficina sobre o efeito fotoelétrico foram satisfatórios? Os equipamentos utilizados foram a internet, para as oficinas e simulações, além do Datashow e do Chromebook.

Nesta questão, 01 aluno se posicionou dizendo que o problema na utilização dos equipamentos é a internet que apresenta problemas de funcionamento e conexão, 02 alunos disseram não saber responder sobre o assunto e 27 alunos responderam que a utilização dos equipamentos multimídias foram satisfatórios para a participação da oficina.

E a utilização de equipamentos de multimídia facilitam as demonstrações e experimentações dos alunos, uma vez que conseguem visualizar a teoria explicada com imagens, vídeos e práticas.

A questão 9 perguntou aos alunos como eles classificavam a experiência de uma oficina sobre o efeito fotoelétrico, mediada pela professora, com uso de várias tecnologias de informação e comunicação.

Observou-se que opiniões como: “muito boa”, “nota 10”, “Muito explicativa”, “ajudou muito”, “experiência legal” e “ótima”, somando as 30 impressões dos alunos sobre a oficina. Estas opiniões tem a ver com o caráter prático da oficina, cativando o envolvimento dos alunos na aula.

A forma como um conteúdo é ensinado também pode fazer a diferença no processo de aprendizagem

Em relação à percepção dos alunos sobre a oficina realizada por meio de questionário de avaliação, ficou evidente que os jogos não são somente uma maneira de se divertir, mas são estratégias pedagógicas que cooperam e enriquecem o desenvolvimento intelectual do aluno e, neste caso, auxiliou os alunos a aprenderem sobre os impactos.

Baseado nos resultados obtidos nesta pesquisa, constatou-se que as oficinas são excelentes ferramentas pedagógicas, visto que trabalham os conteúdos de

maneira divertida e prazerosa, despertando a curiosidade dos alunos, auxiliando na aprendizagem.

Portanto, avalia-se que a realização de atividades diversificadas gera e desperta o interesse dos alunos, visto ser uma grande aliada na prática pedagógica do professor, permitindo um alcance dos objetivos pedagógicos, visando melhor desempenho do ensino aprendizagem. Acredita-se que os resultados desta pesquisa despertem o interesse dos professores de várias áreas do conhecimento, levando em conta a importância das ferramentas tecnológicas na formação do sujeito, especialmente as oficinas pedagógicas.

As práticas pedagógicas, como a oficina, quando executadas com maior frequência na escola desenvolvem no aluno a prática de manuseio nos ambientes virtuais, ficando para o professor a missão de organizar e planejar suas aulas com os recursos existentes, buscando a qualidade do ensino, fazendo sua parte, com a melhor metodologia possível, pois “vale lembrar que o professor regente não é o único responsável pelo processo ensino aprendizagem, pois a escola é um complexo de pessoas, e todas devem estar engajadas na formação integral dos alunos” (CRUZ 2009 p.23), sendo a responsabilidade dividida com a equipe gestora e pedagógica da escola.

Por meio da oficina pedagógica, os alunos aprenderam muito além da simples prática de copiar os conteúdos e realizar listas de exercício sobre ele, pois promovem a socialização entre alunos e professor, assim como a cooperação, sendo um recurso importante para abordar diversas temáticas que percorrem o currículo. As oficinas não trazem respostas prontas, mas favorecem a investigação, a pesquisa e a reflexão envolta de situações problema ou simulações, como na oficina pedagógica sobre Efeito fotoelétrico.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de elaborar uma oficina pedagógica para trabalhar o Efeito Fotoelétrico nas aulas de Física e avaliar sua contribuição para o ensino e aprendizagem dos alunos do Ensino Médio. A partir da análise dos resultados, chegou-se às seguintes considerações:

Na etapa da verificação dos conhecimentos prévios dos alunos, evidenciou-se que os alunos não apresentaram nas respostas uma organização do conhecimento sobre o tema levantado nas questões. Dessa forma, verificou-se que os alunos tiveram muita dificuldade para em relação ao conteúdo. Talvez essas questões necessitem ser reformuladas para ser mais bem compreendidas.

Com relação a oficina pedagógica, os alunos não tiveram nenhuma dificuldade de acessar o site, uma vez que já haviam utilizado o Google Sala de Aula durante o período de aulas online na pandemia. Teve a participação de todos os alunos da turma, que demonstraram através do questionário final que a utilização de ferramentas como vídeos, textos e as simulações auxiliam muito para a compreensão do conteúdo.

Com a leituras, os vídeos e as simulações, são consideradas uma aprendizagem ativa, uma vez que se está em constante processo de aprendizagem, a partir de situações concretas, de pouco a pouco amplia-se e generaliza-se, com ideias e teorias, transformando e recriando no conhecimento.

Aprendemos quando alguém com mais experiência em determinado assunto fala ou nos apresenta informações, da mesma forma ocorre quando simulamos as informações dadas em textos ou vídeos, sendo constatado que a aprendizagem por meio de transmissão, questionamento e experimentação ou experiência é muito importante.

Baseado nos resultados obtidos nesta pesquisa, constatou-se que as oficinas pedagógicas são excelentes ferramentas pedagógicas, visto que trabalham os conteúdos de maneira divertida e prazerosa, despertando a curiosidade dos alunos, auxiliando no ensino aprendizagem.

Portanto, avalia-se que a realização de atividades diversificadas gera e desperta o interesse dos alunos, visto ser uma grande aliada na prática pedagógica do professor, permitindo um alcance dos objetivos pedagógicos, visando melhor desempenho do ensino aprendizagem. Acredita-se que os resultados desta pesquisa despertem o interesse dos professores de várias áreas do conhecimento, levando em conta a importância das TDCIs na formação do sujeito.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. (2008). **Tecnologia na escola**: criação de redes de conhecimentos. Acesso em maio de 2009, disponível em [webeduc.mec.gov.br: http://webeduc.mec.gov.br/midiaseducacao/material/introductorio/popups/m1\\_e2\\_op\\_TecnologiaNaEscola.html](http://webeduc.mec.gov.br/midiaseducacao/material/introductorio/popups/m1_e2_op_TecnologiaNaEscola.html)
- BARRETO, R.G. (Org.). **Tecnologias educacionais e educação a distância**: avaliando políticas e práticas. Rio de Janeiro: Quartet, 2011.
- CARUSO, Francisco; OGURI, Vitor. **Física Moderna**: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos. Ed. Elsevier: Rio de Janeiro, 2006.
- Centro de Desenvolvimento da Inteligência e Biofeedback. **Reuven Feuerstein**. CDIB, 2009. Disponível em: <https://www.cdib.com.br/reuven-feuerstein/>. Acesso em 03 de abril de 2021.
- EISBERG, R., RESNICK, R. **Física Quântica**: Átomos, Moléculas, Sólidos, Partículas. Rio de Janeiro: Elsevier, 1979 – 29ª reimpressão.
- ESPÍRITO SANTO. **Currículo Básico Escolar Estadual - Ensino Médio**: Área de Ciências da Natureza. Vitória: Secretaria da Educação, v. 02, 2009. ISBN 978-85-98673-06-6.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999, 206 p.
- GOLÇALVES J.E, RICHARTZ T. **Aplicabilidade da Teoria da Experiência da Aprendizagem mediada de Reuven Feurestein na educação a distância**. Rev. Psicopedagogia, 2018; 35(107): 203-16.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;
- LIBÂNEO, José Carlos. **Educação escolar**: políticas, estrutura e organização. 5.ed. São Paulo : Cortez, 2007.
- MASETTO, M. T. Mediação pedagógica e o uso da tecnologia. In: Moran, J. M.; Masetto, M. T. & Behrens, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2000.

MATHEUS C. **Os milagres do Dr Feurestein**. Seleções, 2002.

MEIER E, GARCIA S. **Mediação da Aprendizagem**: contribuições de Feurestein e Vigotski. Curitiba: Edição do autor; 2007.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.A.B. Novas Tecnologias e mediação pedagógica. Campinas, SP: Papyrus, 2000. P. 6

PERUZZO, Jucimar; CIVIDINI, Ceison Carlos. **Determinação da Constante de Planck através do Efeito Fotoelétrico**. Disponível em: <http://www.educairani.com/artigos/constantedeplanck.pdf>. Acesso em: 12 jun 2022.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira de; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. **Física moderna no ensino médio**: o que dizem os professores. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

RAMALHO JUNIOR, Francisco. **Os Fundamentos da Física** / Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares. — 10. ed. — São Paulo : Moderna, 2009.

SAMPAIO, J.L.P. e CALÇADA, S.V. **Universo da Física**. Saraiva, São Paulo, 2. ed. v. único, 2005.

SCUISATO, Dione Aparecida Sanches. **Mídias na educação**: uma proposta de potencialização e dinamização na prática docente com a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem coletiva e colaborativa. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2500-8.pdf> Acesso em 27 ago. 2022.

SEBASTIAN, Victor. **Google met**: entenda como funciona e a importância para equipes digitais. QiNetwork, 2017. Disponível em: <https://www.qinetwork.com.br/google-meet-entenda-como-funciona/>. Acessado em 02/06/2021.

SILVA, Luciene Fernanda da; ASSIS, Alice. **Física Moderna no Ensino Médio**: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 2012-324, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/134989>.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Revista online Ciência & Cognição**, v. 13, n. 2, p. 99-108, 2008

TURRA NC. **Reuven Feuerstein**: experiência de aprendizagem mediada: um salto para a modificabilidade cognitiva estrutural. Educere Educare. 2007;(4):297-310.

VALADARES, E. de C.; MOREIRA, A. M. **Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 15, n. 2, p. 121–135, 1998.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo, Martins Fontes, 1984.

WAKKE. **Entenda a importância das oficinas pedagógicas e saiba como criá-las.** Wakke.co, 2017. Disponível em: <https://wakke.co/entenda-a-importancia-das-oficinas-pedagogicas-e-saiba-como-cria-las>. Acessado em 31/05/2021.

ZANELLA, Andréa Vieira. Zona de desenvolvimento proximal: análise teórica de um conceito em algumas situações variadas. **Temas psicol.**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 2, p. 97-110, ago. 1994. Disponível em <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-389X1994000200011&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1994000200011&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 16 abr. 2021.

## **APÊNDICE A**

### **PESQUISA DE ACESSO A PLATAFORMA**

**QUESTÃO 1. Como acessou a plataforma Google Sala de Aula, por seu celular ou pelo Chromebook?**

**Questão 2. Seu login e senha de acesso foram pelo email institucional ou pessoal?**

## APÊNDICE B

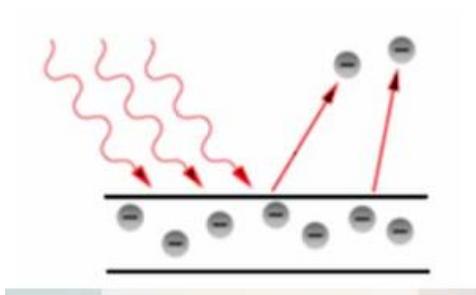
### QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

1ª – O que é efeito fotoelétrico?

2ª – O que é física Moderna?

3ª – Quem foi Albert Einstein?

4ª – A partir da visualização da imagem, o que podemos observar?



## **APÊNDICE C**

### **QUESTIONÁRIO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

- 1. Na escola onde você estuda é um hábito dos professores utilizarem o Google Sala de Aula em suas aulas?**
- 2. De maneira geral os textos disponíveis no ambiente virtual da oficina estavam claros?**
- 3. A utilização de vídeos associados aos textos e a prática de simulações contribuem para o entendimento do conteúdo?**
- 4. As simulações computacionais contribuíram para complementar a abordagem dos conteúdos?**
- 5. A forma como puderam navegar pelo ambiente virtual foi satisfatória?**
- 6. Você conseguiu encontrar as informações contidas no ambiente virtual com facilidade?**
- 7. A iniciativa da professora foi importante para sua participação na oficina sobre efeito fotovoltaico?**
- 8. Os equipamentos utilizados para a participação da oficina sobre o efeito fotoelétrico foram satisfatórios?**

**9. Como classificam a experiência de uma oficina sobre o efeito fotoelétrico, mediada pela professora, com uso de várias tecnologias de informação e comunicação?**

**APÊNDICE D****SEQUÊNCIA DIDÁTICA: EFEITO  
FOTOELÉTRICO NA PERSPECTIVA  
VIRTUAL**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**Nayara Scarlet da Silva**

**Simone A. Fernandes Anastácio**

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA: EFEITO FOTOELÉTRICO NA PERSPECTIVA VIRTUAL

Vitória – ES  
Setembro – 2022

## SUMÁRIO

Apresentação.....	86
<b>1 - Introdução.....</b>	<b>88</b>
<b>2 - Desenvolvimento da sequência didática.....</b>	<b>89</b>
2.1 - Elaboração da sala de aula virtual.....	89
2.2 - Editando uma turma.....	92
2.2 - Criando atividades.....	95
2.2 - Convidando os alunos.....	102
<b>3 - Oficina: Efeito fotoelétrico.....</b>	<b>104</b>
3.1 - Atividades desenvolvidas.....	104
<b>4 - Referências.....</b>	<b>112</b>
<b>5 - Apêndices.....</b>	<b>113</b>

## APRESENTAÇÃO

Neste trabalho propomos a construção de uma oficina educacional, onde será criado um ambiente virtual, utilizando-se o **Google Sala de aula**. A oficina ocorrerá em 3 encontros virtuais pelo **Google Meet**, e faremos o uso de simuladores para apresentar e avaliar o ensino-aprendizagem de Física Moderna, direcionado ao Efeito Fotoelétrico.

Para o direcionamento da oficina, revisamos a bibliografia com uma pesquisa dos últimos 10 anos sobre o uso de TIDCs nas escolas públicas estaduais, e pudemos observar a carência do uso de ambientes virtuais e simuladores no conteúdo de Física Moderna. Utilizamos da teoria da aprendizagem mediada para a construção da proposta de uma oficina que avaliará como o uso de TIDCs e os princípios e critérios da Teoria da Aprendizagem Mediada de Reuven Feurestein podem auxiliar nossos alunos no ensino-aprendizagem do Efeito Fotoelétrico.

Nosso público alvo foi os estudantes voluntários da 3ª série do Ensino Médio, da escola E.E.E.F.M “Fraternidade e Luz”, da rede pública Estadual do estado do Espírito Santo, e ocorrerá de forma totalmente remota, devido à pandemia da COVID-19. Através da realização do nosso trabalho, pretendemos fomentar o ensino de Física Moderna em ambientes virtuais, e o uso de TIDCS, que serão cada vez mais utilizados através da mediação de professores de todas as escolas do país, possibilitando, assim, que o ensino de diversos conteúdos seja acessado por plataformas digitais. Justificado pela BNCC:

“A contemporaneidade é fortemente marcada pelo desenvolvimento tecnológico. Tanto a computação quanto as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes na vida de todos, não somente nos escritórios ou nas escolas, mas nos nossos bolsos, nas cozinhas, nos automóveis, nas roupas etc. Além disso, grande parte das informações produzidas pela humanidade está armazenada digitalmente. Isso denota o quanto o mundo produtivo e o cotidiano estão sendo movidos por tecnologias digitais, situação que tende a se acentuar fortemente no futuro”.

Desta forma, julgamos ser importante impulsionar o estímulo proposto para o aprendizado conceitual do fenômeno e sua aplicabilidade, através do uso de

TIDCS, bem como a importância deste marco histórico-científico que é o Efeito Fotoelétrico. Torna-se salutar, portanto, investigarmos tal insígnia, visto que tal conteúdo passa despercebido em nossas escolas, mesmo sendo componente curricular das séries finais. Vale ressaltar, ainda, que por muitas vezes é de forma tal ignorada em nosso cotidiano, por não entendermos a importância da ciência para nossas vidas.

Partindo de tais questões e pressupostos, cabe-nos ainda redarguir sobre qual a aplicabilidade deste estudo no cotidiano dos alunos e onde eles observam tais fenômenos. É importante fazê-los perceber este conteúdo está presente em nosso dia a dia, seja nos controles remotos das TV's ou dos videogames de suas casas, nos postes de iluminação pública, em diversos sensores de presença e, ainda, câmeras fotográficas.

A relevância desta oficina vai além de fórmulas matemáticas desenhadas no quadro de forma tradicional. Ela busca uma nova articulação acerca da ciência e tecnologia na sociedade.

## 1 INTRODUÇÃO

A motivação para a realização do presente trabalho se centra em apresentar o conceito do efeito fotoelétrico para os estudantes do ensino médio, através de experiências vivenciadas numa oficina virtual, face ao momento pandêmico que vivenciamos. Estamos em busca de uma maneira de despertar a curiosidade dos alunos, visto que o efeito fotoelétrico permeia o dia a dia de todos nós e sequer nos acercamos disso. Então, nestes novos tempos, cabe à escola proporcionar novas formas de se construir conhecimento para que se estabeleça, de fato, a relação ensino-aprendizagem.

O chamado “Efeito Fotoelétrico” é um fenômeno de origem quântica que consiste na emissão de elétrons por algum material iluminado por radiações eletromagnéticas de frequências específicas. O nome “Fotoelétrico” se dá em virtude de os elétrons emitidos por esse material serem chamados de fotoelétron.

Sabendo-se que este efeito foi descoberto em 1886 pelo físico alemão Heinrich Hertz<sup>10</sup>, mas que só teve sua teoria explicada e apresentada à comunidade científico-acadêmica em 1905, por Albert Einstein<sup>11</sup>, pensou-se trabalhar com este conceito em uma oficina didática planejada e avaliada com base nos critérios da Teoria da Experiência da Aprendizagem Mediada de Feuerstein<sup>12</sup>.

Não há limite para o conhecimento. Por mais que você leia livros, se atualize constantemente, sempre existe algo novo pra ser aprendido. Com o advento da internet ficou mais fácil aprender, assim como ficou mais desafiador ensinar.

---

<sup>10</sup> Físico alemão que demonstrou a existência da radiação eletromagnética, criando aparelhos emissores e detectores de ondas de rádio. Em sua homenagem a unidade de frequência no Sistema Internacional de Unidades é denominada hertz.

<sup>11</sup> Físico teórico alemão que desenvolveu a teoria da relatividade geral, um dos pilares da física moderna ao lado da mecânica quântica.

<sup>12</sup> Reuven Feuerstein, professor e psicólogo judeu-israelense, criador da Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural, a Teoria da Experiência da Aprendizagem Mediada, e o Programa de Enriquecimento Instrumental.

Afinal, os alunos podem ter também um segundo acesso às informações passadas nas aulas.

Pesquisar sobre o uso de tecnologias no meio pedagógico foi o mote principal que fomentou a busca por trabalhos que nortearam este trabalho. Isto se deu porque acreditamos que o ensino tradicional não acompanha o avanço tecnológico, pelo menos não como deveria.

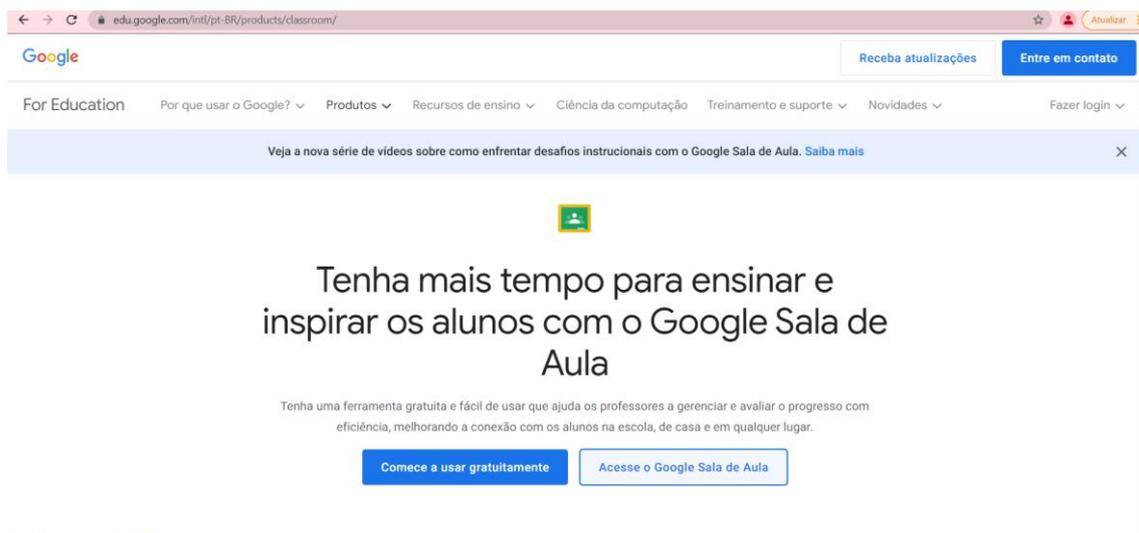
## 2 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 2.1 ELABORAÇÃO DA SALA DE AULA VIRTUAL

O Google Classroom é uma ferramenta de sala de aula online e gratuita. Para ter acesso ao recurso, acesse o seguinte endereço: <https://classroom.google.com/>. Para utilizar a ferramenta, é necessário possuir uma conta do Google.

Para tanto, acesse o endereço do Google Classroom fornecido previamente e clique em Sign in.

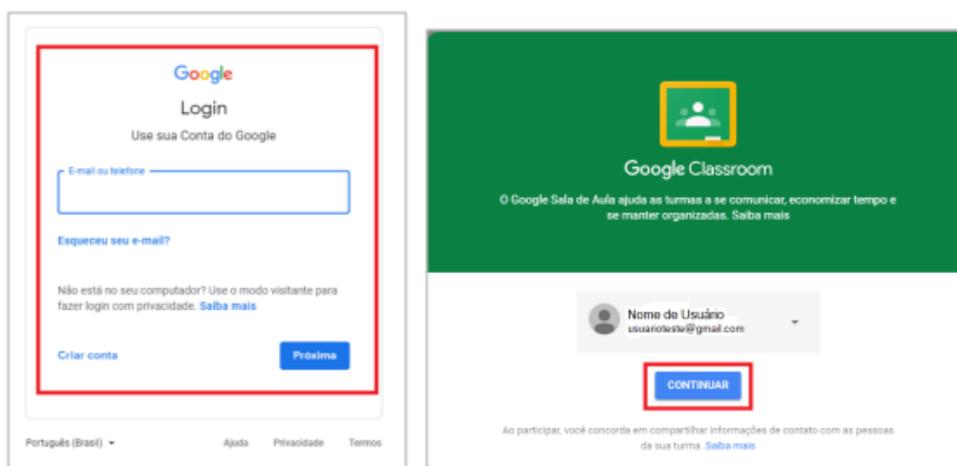
#### Imagem 1. Site para a preparação da Sala de aula virtual



Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Em seguida, acesse sua conta do Google e clique em Continuar.

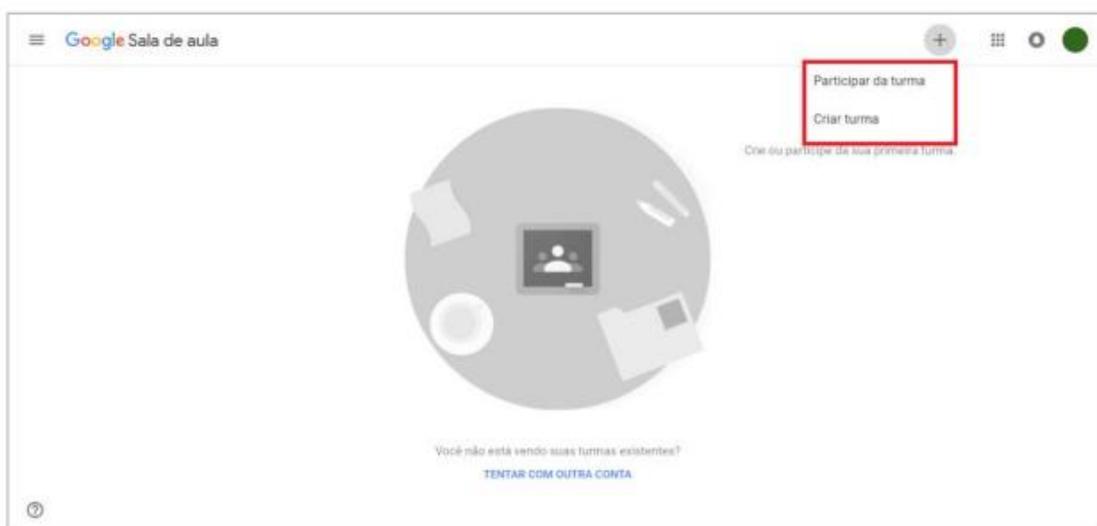
**Imagem 2.** Login para a elaboração da sala virtual



**Fonte:** <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Na tela seguinte, você poderá escolher participar de uma turma ou criar uma turma. Para tanto, clique no ícone indicado na imagem abaixo e selecione a opção que mais se adequa ao seu objetivo.

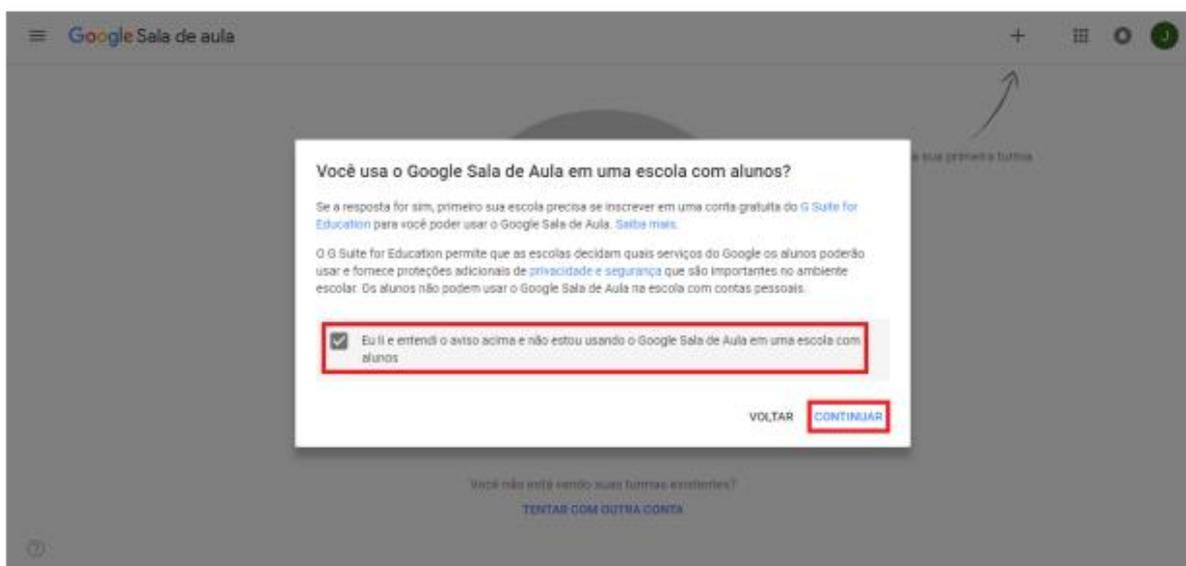
**Imagem 3.** Criando a turma



**Fonte:** <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Nesse tutorial, a opção é criar uma turma. Para tanto, clique em Criar turma. Em seguida será exibida a mensagem abaixo. Selecione a opção “Eu li e entendi...” e clique em Continuar.

#### Imagem 4. Indicação de uso em escola com alunos



Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Logo após, preencha os dados solicitados e clique em Criar.

#### Imagem 5. Preenchimento dos dados da turma



Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

O nome da turma é a única informação obrigatória para a criação da turma. Os outros dados solicitados são opcionais e referem-se a:

- Seção: informações básicas da turma, como o horário ou série/ano.
- Assunto: disciplina ou área do conhecimento que se destina a turma.
- Sala: localização da turma.

Após preencher os dados solicitados, a sala de aula será criada.

### **Imagem 6. Sala de aula virtual criada**



Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Após a criação da turma, o Google Classroom cria automaticamente um código para a turma. Com esse código é possível convidar alunos e/ou professores para participar da sala de aula.

## 2.2 EDITANDO UMA TURMA

Após a criação da turma, você poderá personalizar sua sala de aula. Para alterar a imagem padrão exibida na parte superior do mural, clique em Selecionar tema, para escolher entre uma variedade de modelos de temas disponíveis pela ferramenta, ou clique em Fazer upload da foto, para importar imagens do seu próprio computador.

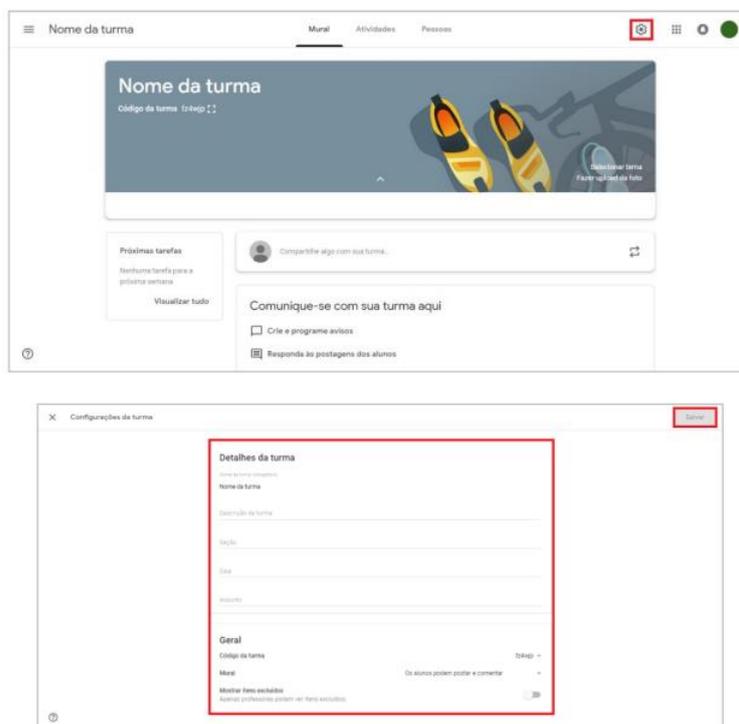
### Imagem 7. Personalizando a Sala Virtual



Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

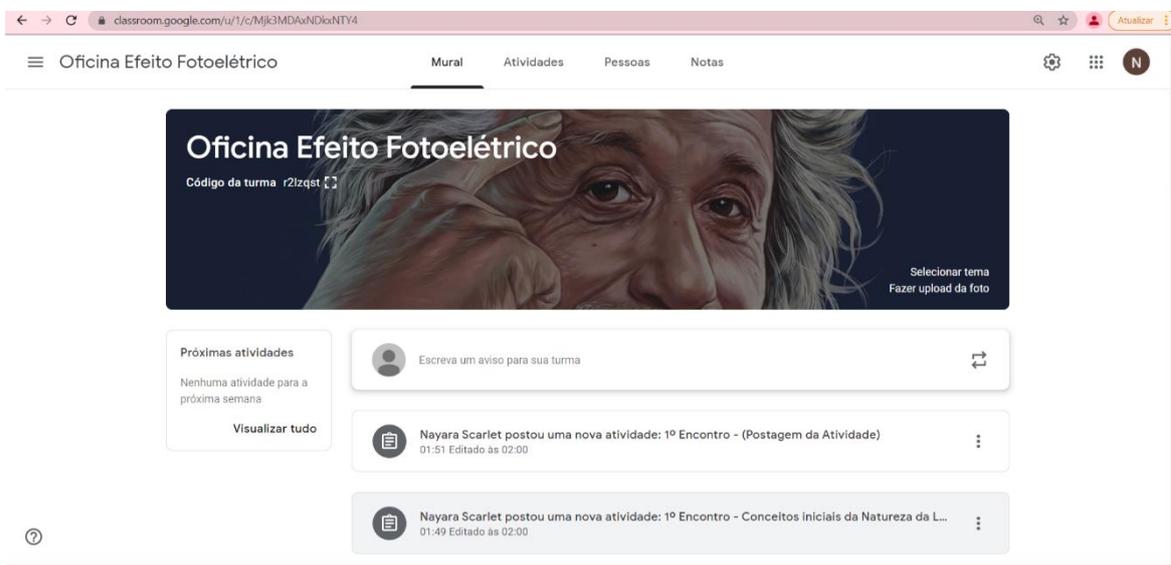
Para editar as informações e configurações da turma, clique no ícone de engrenagem no canto superior direito da tela, preencha as informações e clique em salvar.

### Imagem 8. Configurando as informações da turma



Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

## Imagem 9. Visão da Sala de Aula personalizada

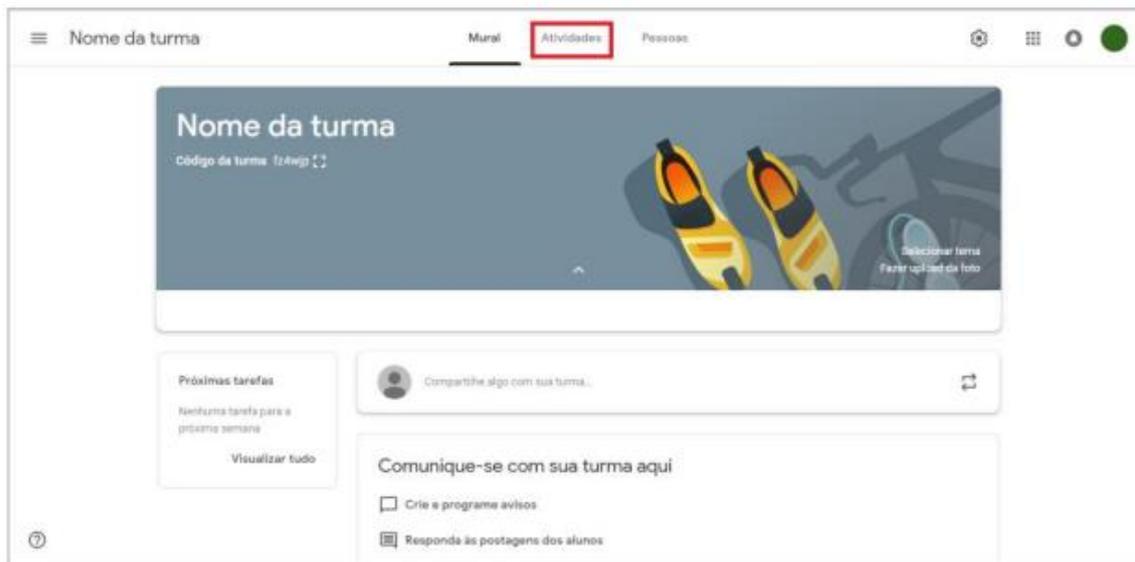


Fonte: <https://classroom.google.com/c/Mjk3MDAxNDkxNTY4?cjc=r2lzqst>

## 2.3 CRIANDO ATIVIDADES

Para criar atividades em sua sala de aula, acesse a guia Atividades na parte superior da tela da sua turma.

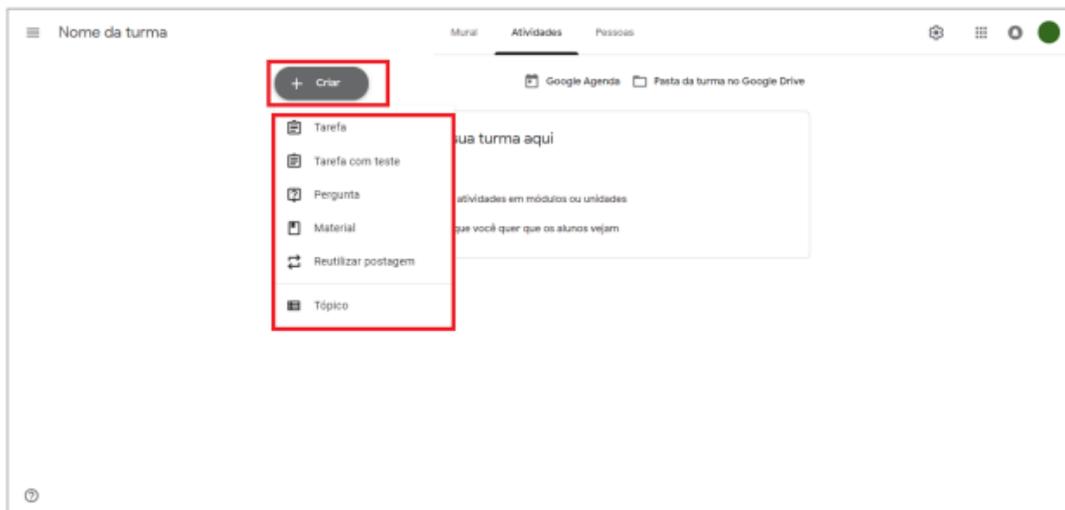
## Imagem 10. Criando atividades na Sala Virtual



Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Em seguida, clique em Criar e escolha a atividade que se deseja criar. Para isso, selecione a opção que mais se adequa ao seu objetivo.

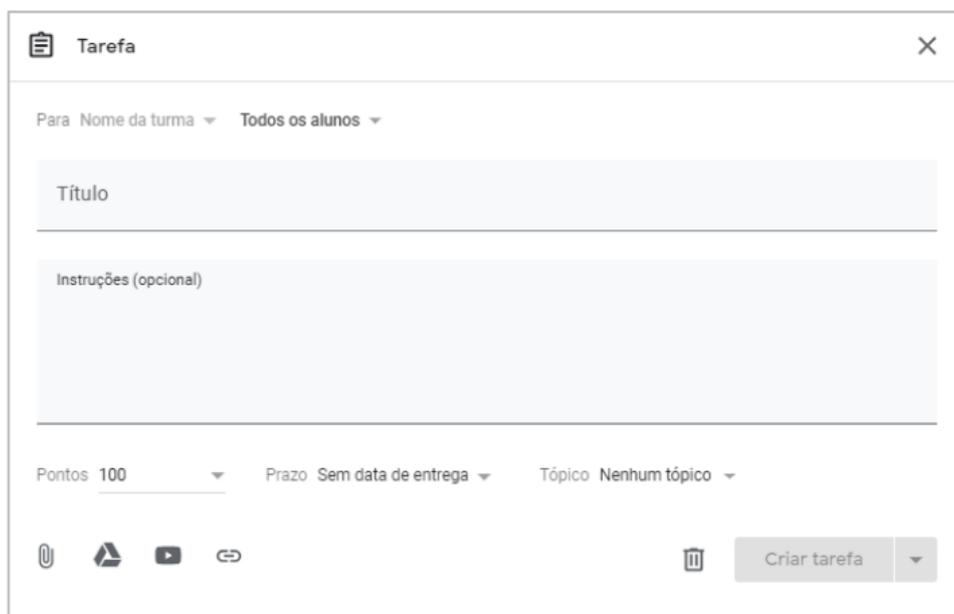
### Imagem 11. Escolhendo a opção de atividade



Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Para criar uma tarefa, clique na opção Tarefa e insira o título e as instruções da atividade. Nesta opção é possível inserir arquivos, vídeos e/ou links, atribuir nota e prazo de entrega.

## Imagem 12. Criando Tarefa

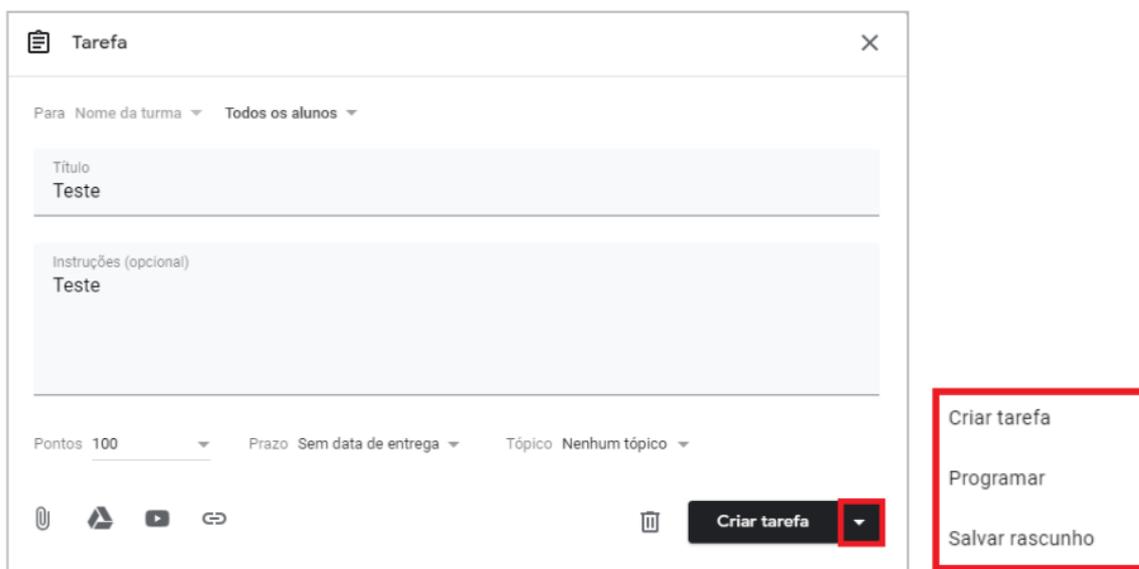


The screenshot shows the 'Criando Tarefa' (Creating Assignment) form in Google Classroom. At the top, it says 'Tarefa' with a close button. Below that, there's a dropdown for 'Para' (For) set to 'Nome da turma' (Class name) and 'Todos os alunos' (All students). The form has two main text input areas: 'Título' (Title) and 'Instruções (opcional)' (Instructions (optional)). Below these are three dropdown menus: 'Pontos' (Points) set to '100', 'Prazo' (Deadline) set to 'Sem data de entrega' (No due date), and 'Tópico' (Topic) set to 'Nenhum tópico' (No topic). At the bottom, there are icons for attachments (document, image, video, link) and a trash icon. A 'Criar tarefa' (Create assignment) button is highlighted with a red box.

Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Além disso, você poderá postar a tarefa imediatamente, salvar um rascunho ou programar a postagem para depois. Para tanto, após preencher todas as informações da atividade, clique na seta ao lado da opção “Criar tarefa” e escolha a opção que mais se adequa ao seu objetivo.

## Imagem 13. Escolhendo a opção de postagem da tarefa



This screenshot shows the same 'Criando Tarefa' form as in Image 12, but with the 'Criar tarefa' button clicked. The dropdown menu is now open, showing three options: 'Criar tarefa' (Create assignment), 'Programar' (Schedule), and 'Salvar rascunho' (Save draft). The dropdown menu is highlighted with a red box.

Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

A atividade Tarefa com teste possui as mesmas funcionalidades da “Tarefa”. No entanto, nessa opção é possível utilizar o Formulário Google para a realização da atividade.

#### Imagem 14. Criando tarefa com teste

A imagem mostra a interface de criação de uma tarefa no Google Classroom. No topo, há um ícone de lista e o título "Tarefa" com um botão de fechar. Abaixo, há opções para selecionar o destinatário: "Para Nome da turma" e "Todos os alunos". Seguem campos para "Título" e "Instruções (opcional)". Abaixo disso, há controles para "Pontos" (definido em 100), "Prazo" (definido em "Sem data de entrega") e "Tópico" (definido em "Nenhum tópico"). Uma barra de seleção de arquivos está destacada com um retângulo vermelho; ela mostra um ícone de documento com uma lista, o texto "Blank Quiz" e "Formulários Google", e um botão "Ver respostas" com um ícone de fechar. Na base da interface, há ícones para anexar arquivos, vídeos e links, um ícone de lixeira e um botão "Criar tarefa" com uma seta para baixo.

Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Em Pergunta, você poderá criar perguntas para respostas curta ou de múltipla escolha. Para tanto, digite o enunciado da pergunta, preencha as instruções, se necessário, e escolha o tipo resposta, conforme indicado na imagem abaixo.

### Imagem 15. Criando tarefa com pergunta

A imagem mostra a interface de criação de uma pergunta no Google Classroom. No topo, há um ícone de pergunta e o título 'Pergunta'. Abaixo, há um campo 'Para' com 'Nome da turma' e 'Todos os alunos' selecionados. O campo principal para a pergunta está vazio. Abaixo dele, há um campo para 'Instruções (opcional)'. Na parte inferior, há campos para 'Pontos' (100), 'Prazo' (Sem data de entrega) e 'Tópico' (Nenhum tópico). Abaixo disso, há um menu suspenso com 'Resposta curta' selecionado e destacado por um retângulo vermelho. Abaixo do menu, há duas opções de interação: 'Os alunos podem responder uns aos outros' (ativa) e 'Os alunos podem editar a resposta' (desativa). Na base, há ícones para anexar arquivos, vídeos e links, um ícone de lixeira e um botão 'Perguntar'.

Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Nas perguntas para resposta curta, os alunos podem responder uns aos outros e editar a própria resposta depois de enviá-la.

Para tanto, é necessário ativar ou desativar as interações entre respostas, basta escolher a opção que mais se adequa ao seu objetivo.

### Imagem 16. Editando as possibilidades de resposta

**Pergunta**

Para Nome da turma ▾ Todos os alunos ▾

Pergunta

Instruções (opcional)

Pontos 100 ▾ Prazo Sem data de entrega ▾ Tópico Nenhum tópico ▾

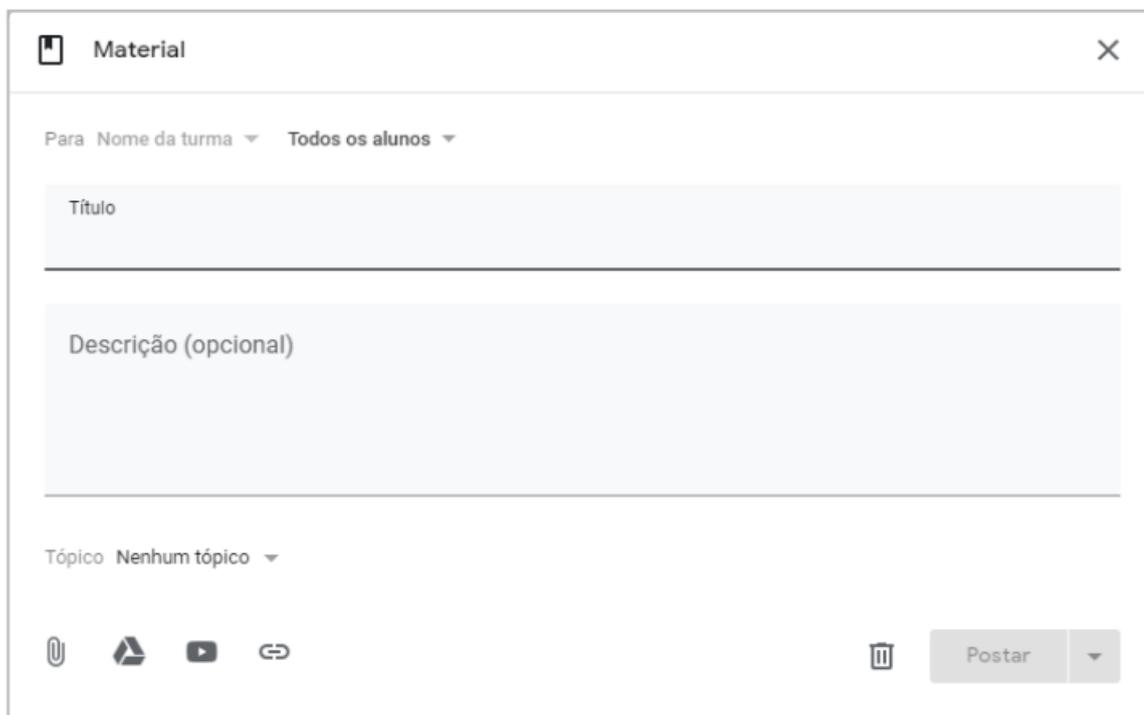
Resposta curta ▾

Os alunos podem responder uns aos outros  Os alunos podem editar a resposta

Perguntar ▾

Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Na opção Material é possível carregar na sala de aula, os materiais a serem utilizados pela turma.

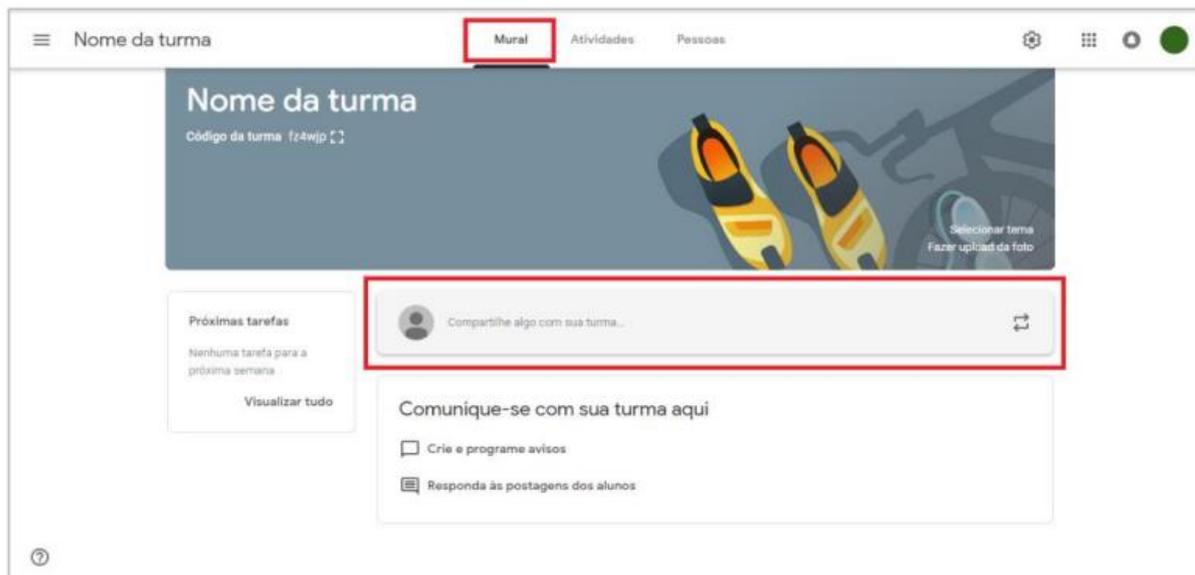
**Imagem 17. Inserindo materiais para pesquisa**

The image shows a 'Material' form in Google Classroom. At the top, there is a title 'Material' and a close button (X). Below the title, there are two dropdown menus: 'Para Nome da turma' and 'Todos os alunos'. The main content area has two text input fields: 'Título' and 'Descrição (opcional)'. Below these fields, there is a 'Tópico' dropdown menu with 'Nenhum tópico' selected. At the bottom, there are four icons for file upload, Google Drive, YouTube, and a link icon. To the right of these icons is a trash icon and a 'Postar' button with a dropdown arrow.

Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Para comunicar-se com a sua turma, você poderá compartilhar avisos e informações no mural da turma. Para tanto, acesse o Mural da sala de aula e clique no campo “Compartilhe algo com sua turma...”, conforme indicado na imagem abaixo.

**Imagem 18. Criando mensagem no Mural da turma**

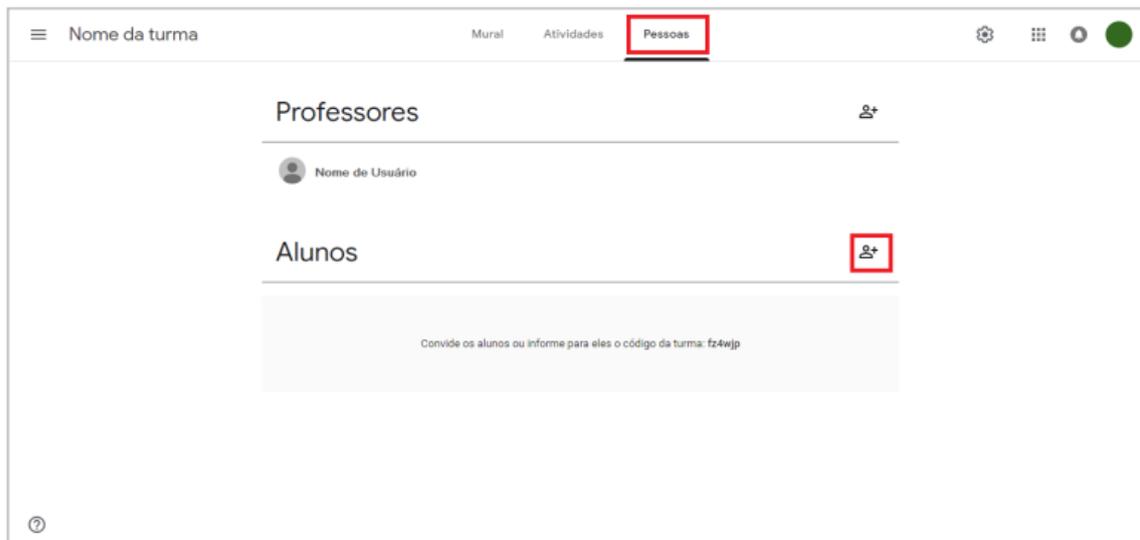


Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

## 2.4 CONVIDANDO OS ALUNOS

Para que os alunos tenham acesso à sala de aula, você deverá convidá-los ou fornece-lhes o código da turma para que eles se adicionem. Para convidar os alunos, acesse a guia Pessoas na parte superior da tela da sua turma e, em seguida, clique no ícone (👤+) – “Convidar alunos”.

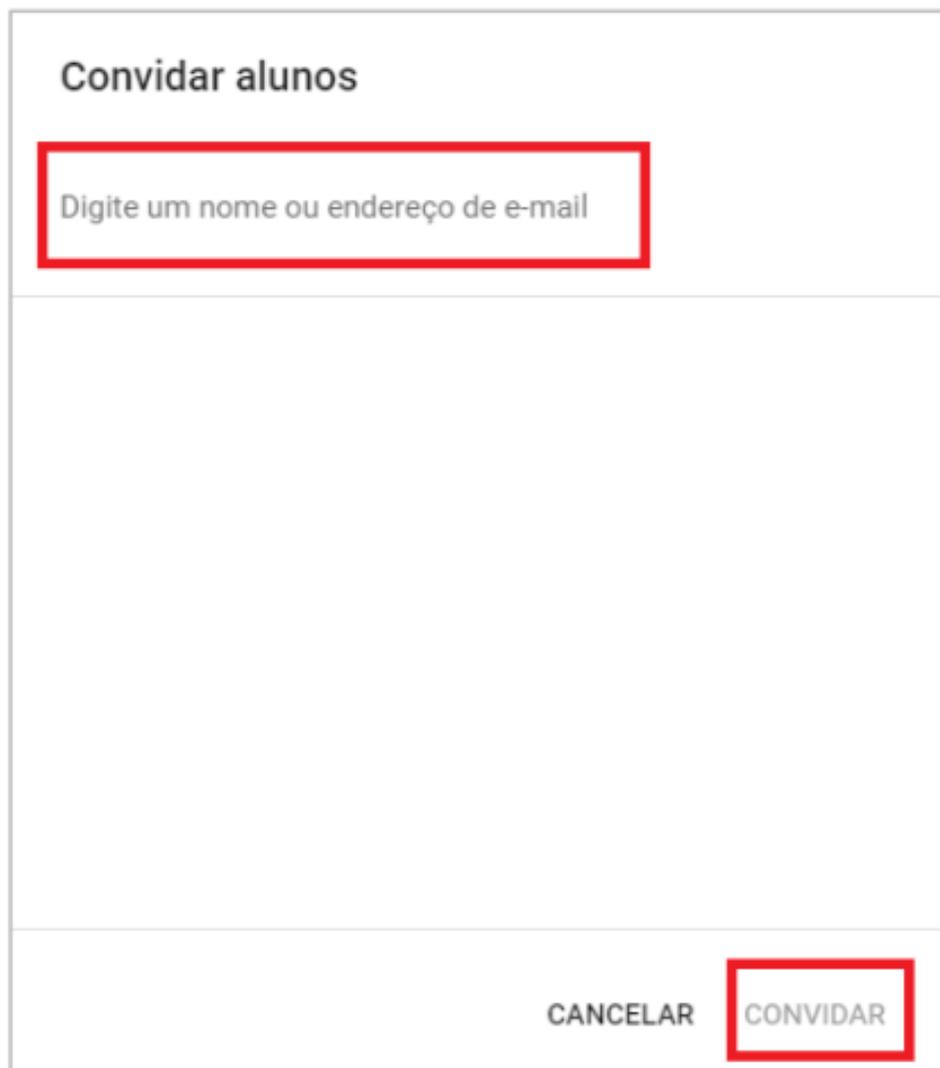
**Imagem 19. Convidando os alunos para participarem da sala de aula virtual**



Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Logo após, digite os nomes ou endereços de e-mail dos alunos e clique em Convidar.

**Imagem 20. Convidar os alunos através de e-mail**



Convidar alunos

Digite um nome ou endereço de e-mail

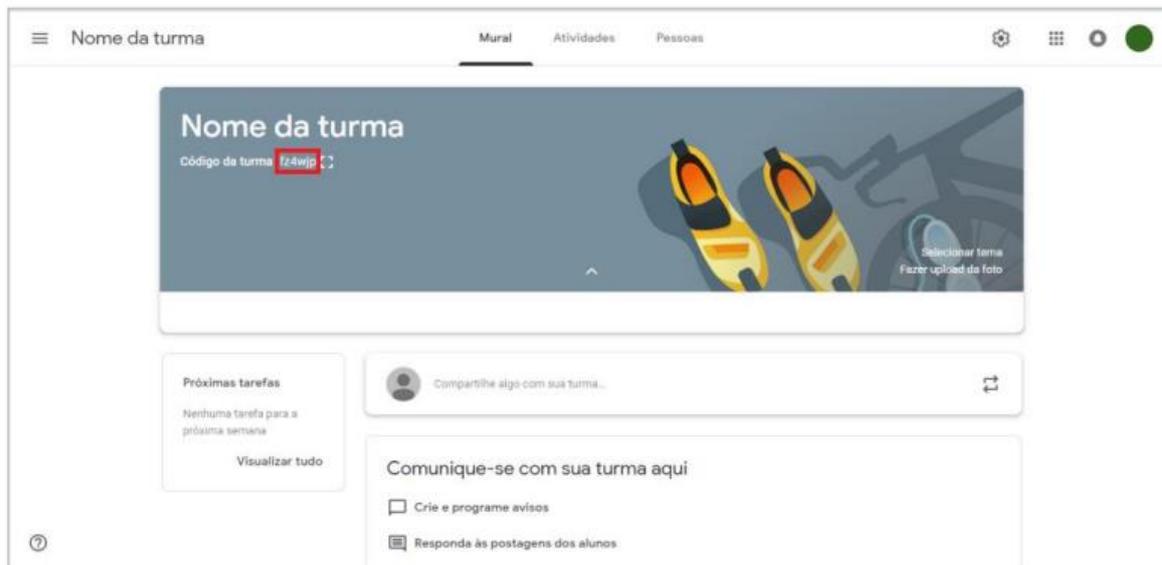
CANCELAR CONVIDAR

Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

Depois de efetuarem o login com o gmail pessoal, os alunos deverão acessar com um código que será informado pelo professor(a).

Para que os alunos adicionem a si mesmos, basta fornece-lhes o código da turma. Para isso, acesse o Mural da turma, copie o código e envie aos alunos.

**Imagem 21. Código de acesso a Sala Virtual**

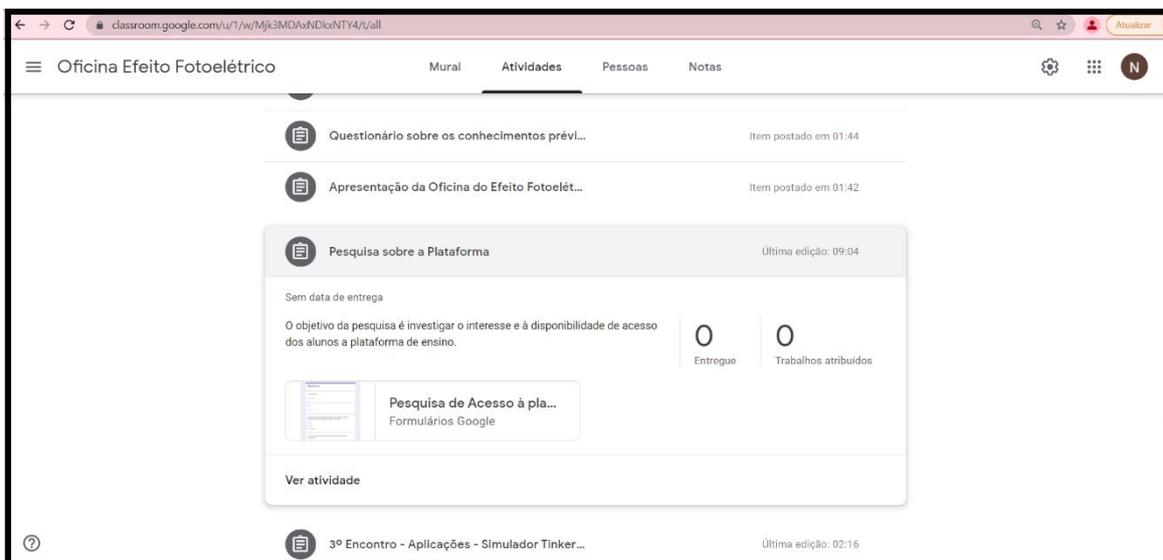


Fonte: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/>

### 3 OFICINA EFEITO FOTOELÉTRICO

Nas primeiras etapas, aplicaremos um formulário com breve mapeamento da disponibilidade de dispositivos e internet para participação e adesão à oficina.

**Imagem 22.** Pesquisa sobre a Plataforma.



Fonte: <https://classroom.google.com/c/Mjk3MDAxNDkxNTY4?cjc=r2lzqst>

Em seguida os alunos serão orientados a responderem a Pesquisa Exploratória, onde farão a sondagem dos conhecimentos prévios sobre o assunto da oficina: Efeito Fotoelétrico

### Imagem 23. Questionário de Pesquisa Exploratória

Pesquisa exploratória

Questionário prévio

agfernsilva@gmail.com (não compartilhado) Alternar conta

\*Obrigatório

O que é efeito fotoelétrico? \*

Sua resposta

O que é Física Moderna? \*

Sua resposta

Quem foi Albert Einstein? \*

Sua resposta

A partir da visualização da imagem, o que podemos observar? \*

Fonte: <https://classroom.google.com/c/Mjk3MDAxNDkxNTY4?cjc=r2lzqst>

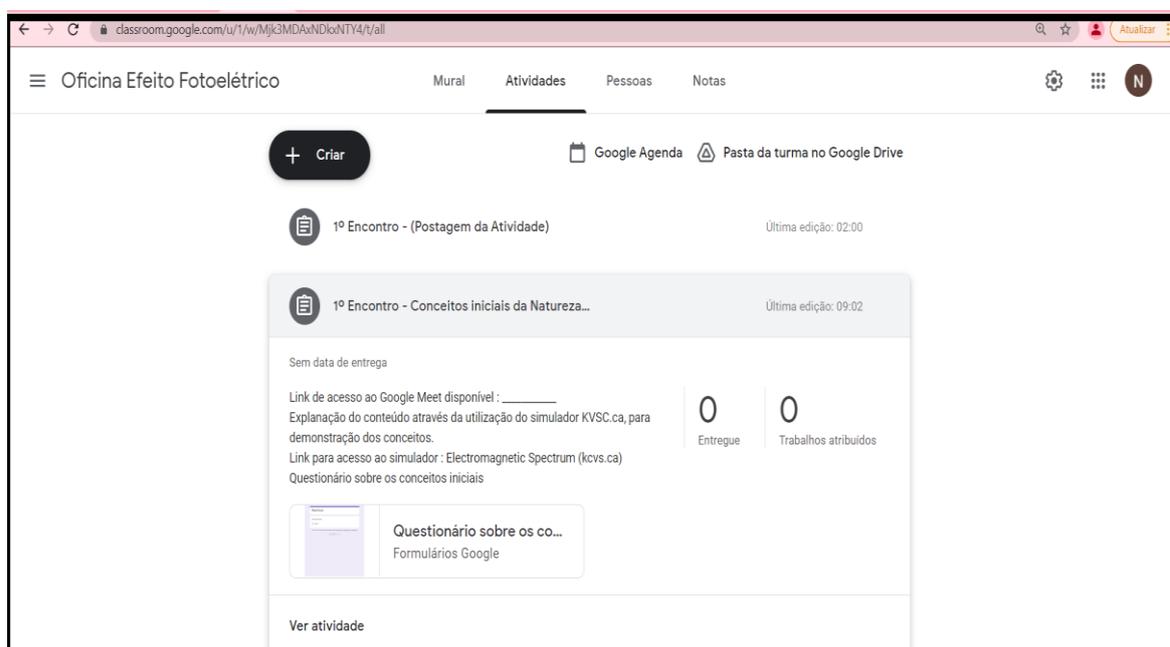
A oficina será realizada em 03 encontros virtuais, com uma sequência de atividades desenvolvidas pelo Google sala de aula e Google Meet, com apresentações de forma remota do conteúdo conceitual e experimental, observando além dos conceitos a sua aplicação no cotidiano, que serão melhor descritas posteriormente. Contudo ressaltamos que em toda a proposta, privilegiou-se um ensino conceitual, contextualizado, com inserção de uma

proposta de visualização de conceitos abstratos através de simuladores e aplicações no cotidiano, sem o uso do formalismo matemático.

A ideia inicial foi planejar uma oficina de com 03 momentos, construída em um ambiente virtual, através do Google sala de aula, com uso de TIDCS, de forma que os principais critérios de intencionalidade/ reciprocidade, significado e transcendência, ocorram de forma gradual com a mediação do professor. A sequência planejada foi a seguinte:

### Imagem 24. 1º Encontro da Oficina

Definimos os conceitos físicos estruturantes e os conceitos específicos do conteúdo específico de Física Moderna, a serem trabalhados e os objetivos a serem alcançados. Dentre as atividades propostas, definimos os critérios da experiência da aprendizagem mediada que serão utilizados para avaliação da oficina.



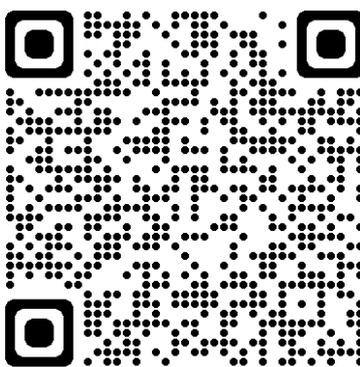
Fonte: <https://classroom.google.com/c/Mjk3MDAxNDkxNTY4?cjc=r2lzqst>

Esta aula pode ser considerada uma aula introdutória, portanto, realizaremos um questionário no Google Forms para avaliar os conhecimentos iniciais dos alunos. Este questionário estará disponível anteriormente.

O encontro acontecerá virtualmente pelo Google Meet, com link disponibilizado no Google sala de aula.

Após a realização do questionário e análise, faremos uma apresentação teórica sobre a natureza da luz, conceito de ondas, estrutura da onda, e o espectro eletromagnético. Neste momento, além da explanação, usaremos um simulador para demonstrar tais conceitos, desta forma, acreditamos que a visualização através dos conceitos facilitará a compreensão dos alunos. Os alunos receberão um roteiro de utilização do simulador (KCVS.ca) para que possam experimentar a sua utilização.

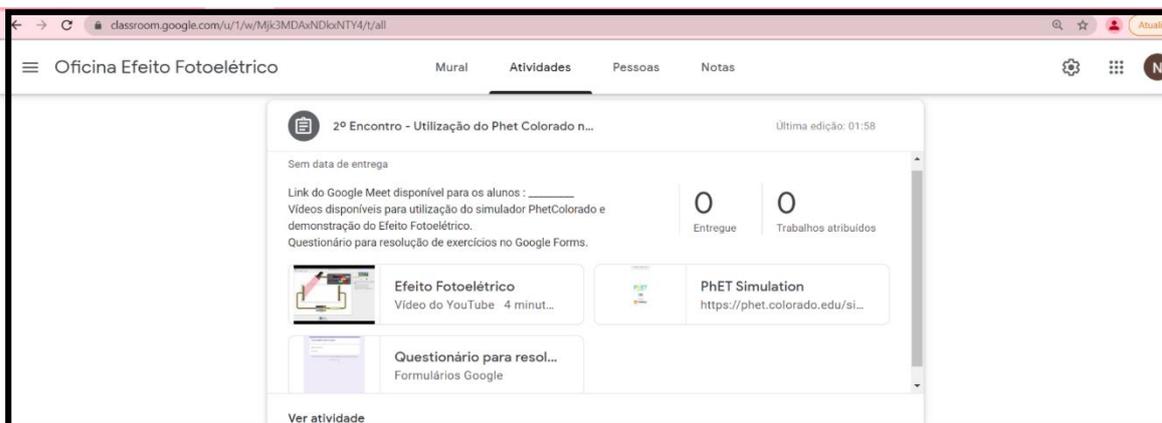
Simulador utilizado: - Electromagnetic Spectrum (kcvS.ca)



**Imagem 25.** QR Code do simulador KCVS.ca

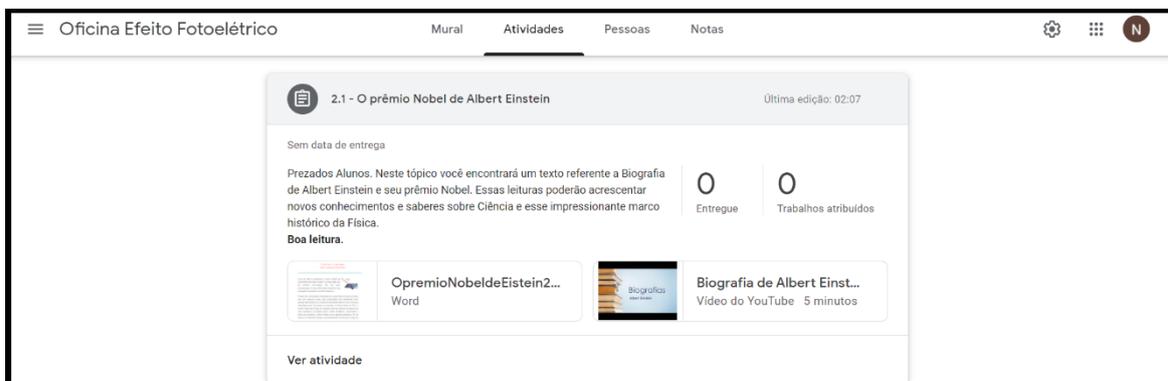
**Atividade desenvolvida:** Os alunos farão um vídeo apresentado seu aprendizado sobre os conceitos iniciais de até 3 min e postarão na plataforma.

**Imagem 26.** 2º Encontro da Oficina



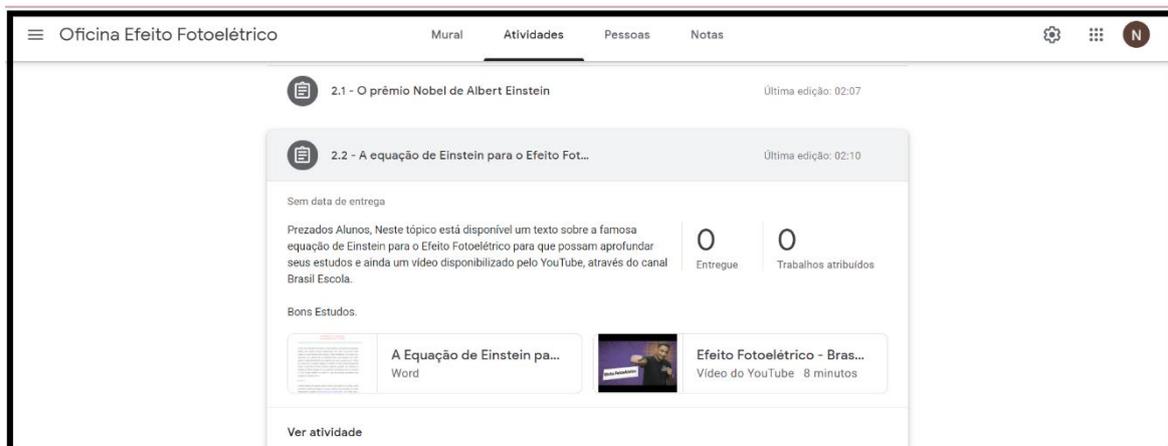
Fonte : <https://classroom.google.com/c/Mjk3MDAxNDkxNTY4?cjc=r2lzqst>

Imagem 27. Atividades Assíncronas disponíveis no Google Sala de aula



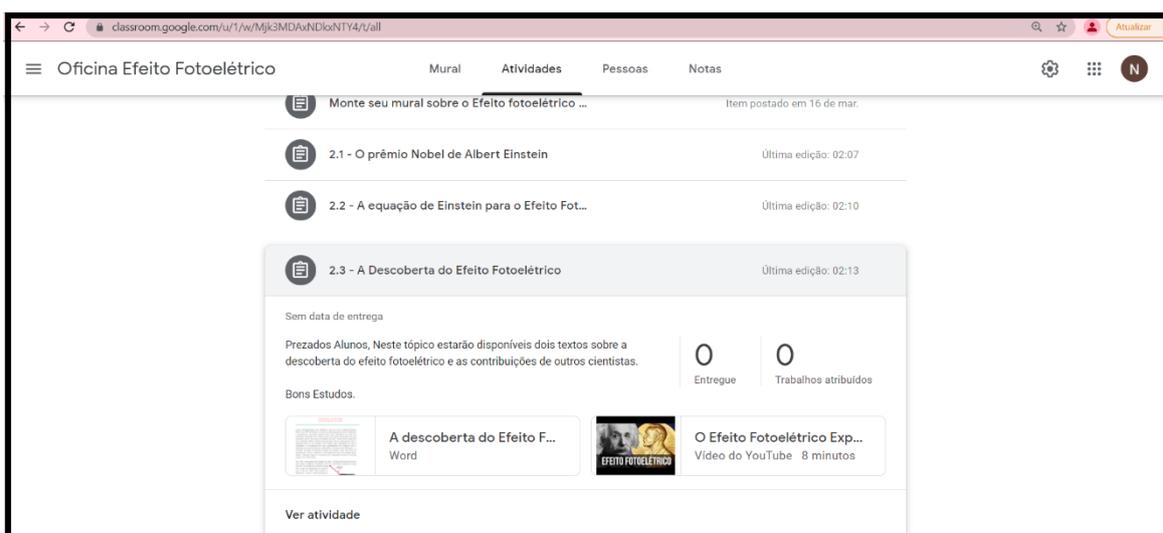
Fonte : <https://classroom.google.com/c/Mjk3MDAxNDkxNTY4?cjc=r2lzqst>

Imagem 28. Atividades Assíncronas disponíveis no Google Sala de aula



Fonte : <https://classroom.google.com/c/Mjk3MDAxNDkxNTY4?cjc=r2lzqst>

**Imagem 29.** Atividades Assíncronas disponíveis no Google Sala de aula



Fonte: <https://classroom.google.com/c/Mjk3MDAxNDkxNTY4?cjc=r2lzqst>

Neste encontro, através do Google meet, tendo link disponibilizado no google sala de aula, será apresentado o conceito de Efeito fotoelétrico, os conceitos, as principais questões envolvidas na descoberta do fenômeno, para isso, utilizaremos o simulador PhetColorado para apresentação junto com os alunos.

Os alunos receberão um roteiro experimental sobre a utilização do simulador e outras experiências com o simulador.

### 3.1 Atividades desenvolvidas:

- Roteiro de experimento com novos experimentos e responderão algumas questões sobre o efeito fotoelétrico.
- Questionário para resolução de exercícios de vestibulares validados sobre o efeito fotoelétrico.

No Google sala de aula, também estão disponíveis, textos e vídeos sobre o efeito fotoelétrico, seu contexto histórico, a biografia do descobridor Albert Einstein e o seu prêmio Nobel sobre tal descoberta.

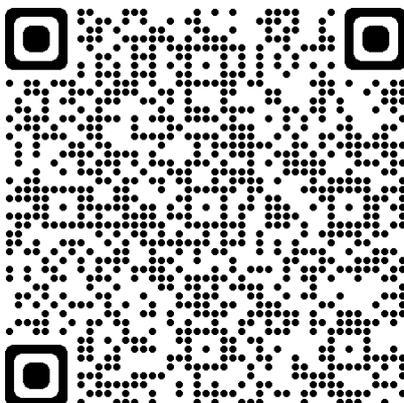
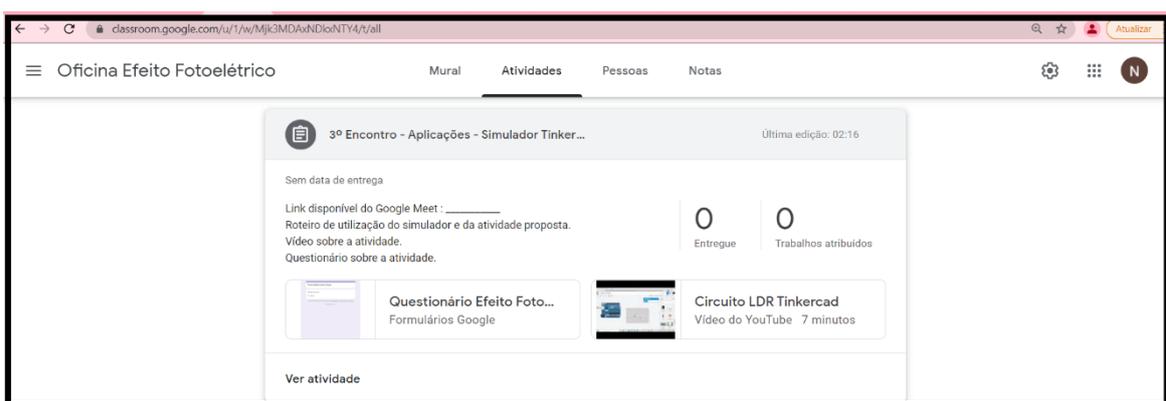


Imagem 30. QR Code do Simulador Phet Colorado

### Imagem 31. 3º Encontro da Oficina



Fonte: <https://classroom.google.com/c/Mjk3MDAxNDkxNTY4?cjc=r2lzqst>

Neste encontro, através do Google Meet, tendo link disponibilizado no Google sala de aula, será apresentado uma aplicação do efeito fotoelétrico. Neste

momento professor mediador apresentará a atividade onde montaremos um circuito simulando um acendedor de poste, usando um sensor LDR. Para isso utilizaremos o simulador TinkerCad, para apresentação junto com os alunos.

Os alunos receberão um roteiro experimental sobre o experimento e a utilização do simulador. E na mesma sala, poderão interagir sobre os conceitos envolvidos, com o auxílio do roteiro, do professor e alunos.

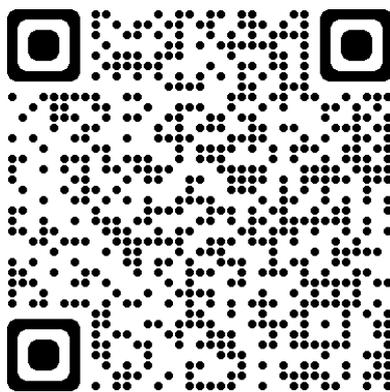


Imagem 32. QR-Code de acesso ao simulador TinkerCad

## REFERÊNCIAS

ESPÍRITO SANTO. **Currículo Básico Escolar Estadual - Ensino Médio: Área de Ciências da Natureza**. Vitória: Secretaria da Educação, v. 02, 2009. ISBN 978-85-98673-06-6.

TURRA NC. **Reuven Feuerstein**: experiência de aprendizagem mediada: um salto para a modificabilidade cognitiva estrutural. *Educere Educare*. 2007;(4):297-310.

VALADARES, E. de C.; MOREIRA, A. M. **Ensinando física moderna no segundo grau**: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 15, n. 2, p. 121–135, 1998.

## **APÊNDICES**

### **APÊNDICE A**

#### **PESQUISA DE ACESSO A PLATAFORMA**

**QUESTÃO 1. Como acessou a plataforma Google Sala de Aula, por seu celular ou pelo Chromebook?**

**Questão 2. Seu login e senha de acesso foram pelo email institucional ou pessoal?**

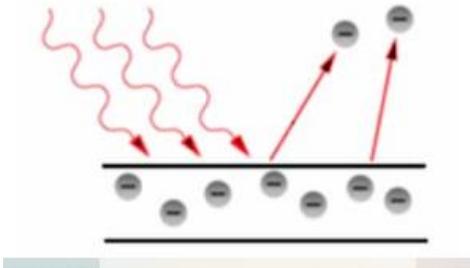
**APÊNDICE B****QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO**

1ª – O que é efeito fotoelétrico?

2ª – O que é física Moderna?

3ª – Quem foi Albert Einstein?

4ª – A partir da visualização da imagem, o que podemos observar?



## **APÊNDICE C**

### **QUESTIONÁRIO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

- 1. Na escola onde você estuda é um hábito dos professores utilizarem o Google Sala de Aula em suas aulas?**
- 2. De maneira geral os textos disponíveis no ambiente virtual da oficina estavam claros?**
- 3. A utilização de vídeos associados aos textos e a prática de simulações contribuem para o entendimento do conteúdo?**
- 4. As simulações computacionais contribuíram para complementar a abordagem dos conteúdos?**
- 5. A forma como puderam navegar pelo ambiente virtual foi satisfatória?**
- 6. Você conseguiu encontrar as informações contidas no ambiente virtual com facilidade?**
- 7. A iniciativa da professora foi importante para sua participação na oficina sobre efeito fotovoltaico?**
- 8. Os equipamentos utilizados para a participação da oficina sobre o efeito fotoelétrico foram satisfatórios?**
- 9. Como classificam a experiência de uma oficina sobre o efeito fotoelétrico, mediada pela professora, com uso de várias tecnologias de informação e comunicação?**

## APÊNDICE D - ATIVIDADES

### Atividades 1º Encontro

☰ Oficina Efeito Fotoelétrico

#### 1º Encontro - (Postagem da Atividade)

⋮

Nayara Scarlet · 2 de jun. de 2021 Editado às 2 de jun. de 2021

---

Descrição da Atividade  
Os alunos deverão postar um vídeo de 3 minutos descrevendo conceitos e aplicações percebidas no decorrer do encontro.

---

Comentários da turma

Adicionar um comentário para a turma

---

Seus trabalhos
Atribuído

+ Adicionar ou criar

Marcar como concluída

---

Comentários particulares

Adicionar comentário para Nayara Scarlet

☰ Oficina Efeito Fotoelétrico

#### 1º Encontro - Conceitos iniciais da Natureza da Luz.

⋮

Nayara Scarlet · 2 de jun. de 2021 Editado às 2 de jun. de 2021

---

Link de acesso ao Google Meet disponível : \_\_\_\_\_  
Explicação do conteúdo através da utilização do simulador KVSC.ca, para demonstração dos conceitos.  
Link para acesso ao simulador : Electromagnetic Spectrum (kcvs.ca)  
Questionário sobre os conceitos iniciais

Questionário sobre os conc...  
Formulários Google

---

Comentários da turma

Adicionar um comentário para a turma

---

Seus trabalhos
Atribuído

+ Adicionar ou criar

Marcar como concluída

---

Comentários particulares

Adicionar comentário para Nayara Scarlet

### Atividade 2º Encontro

☰ Oficina Efeito Fotoelétrico

#### 2º Encontro - Utilização do Phet Colorado no ensino do Efeito Fotoelétrico

⋮

Nayara Scarlet · 16 de mar. de 2021 Editado às 2 de jun. de 2021

---

Link do Google Meet disponível para os alunos : \_\_\_\_\_  
Vídeos disponíveis para utilização do simulador PhetColorado e demonstração do Efeito Fotoelétrico.  
Questionário para resolução de exercícios no Google Forms.

Efeito Fotoelétrico  
Vídeo do YouTube · 4 minutos

PhET Simulation  
<https://phet.colorado.edu/sims/che>

Questionário para resolução...  
Formulários Google

---

Comentários da turma

Adicionar um comentário para a turma

---

Seus trabalhos
Atribuído

+ Adicionar ou criar

Marcar como concluída

---

Comentários particulares

Adicionar comentário para Nayara Scarlet

## Atividade 3º Encontro

☰ Oficina Efeito Fotoelétrico

### 📄 3º Encontro - Aplicações - Simulador TinkerCad

Nayara Scarlet • 16 de mar. de 2021 Editado às 2 de jun. de 2021

Link disponível do Google Meet : \_\_\_\_\_  
Roteiro de utilização do simulador e da atividade proposta.  
Video sobre a atividade.  
Questionário sobre a atividade.



Questionário Efeito Fotoelétrico...  
Formulários Google



Circuito LDR Tinkercad  
Video do YouTube 7 minutos

Seus trabalhos Atribuído

+ Adicionar ou criar

Marcar como concluída

👤 Comentários particulares

Adicionar comentário para Nayara Scarlet

👤 Comentários da turma

Adicionar um comentário para a turma

## APÊNDICE E

☰ Oficina Efeito Fotoelétrico

### 📄 2.1 - O prêmio Nobel de Albert Einstein

Nayara Scarlet • 16 de mar. de 2021 Editado às 2 de jun. de 2021

Prezados Alunos. Neste tópico você encontrará um texto referente a Biografia de Albert Einstein e seu prêmio Nobel. Essas leituras poderão acrescentar novos conhecimentos e saberes sobre Ciência e esse impressionante marco histórico da Física.  
**Boa leitura.**



OpremioNobeldeEistein2.do...  
Word



Biografia de Albert Einstein  
Video do YouTube 5 minutos

Seus trabalhos Atribuído

+ Adicionar ou criar

Marcar como concluída

👤 Comentários particulares

Adicionar comentário para Nayara Scarlet

👤 Comentários da turma

Adicionar um comentário para a turma

## APÊNDICE F

☰ Oficina Efeito Fotoelétrico

### 📄 2.2 - A equação de Einstein para o Efeito Fotoelétrico

Nayara Scarlet • 16 de mar. de 2021 Editado às 2 de jun. de 2021

Prezados Alunos, Neste tópico está disponível um texto sobre a famosa equação de Einstein para o Efeito Fotoelétrico para que possam aprofundar seus estudos e ainda um vídeo disponibilizado pelo YouTube, através do canal Brasil Escola.

Bons Estudos.



A Equação de Einstein para ...  
Word



Efeito Fotoelétrico - Brasil E...  
Vídeo do YouTube 8 minutos

👤 Comentários da turma

Adicionar um comentário para a turma

Seus trabalhos Atribuído

+ Adicionar ou criar

Marcar como concluída

👤 Comentários particulares

Adicionar comentário para Nayara  
Scarlet

## APÊNDICE G

☰ Oficina Efeito Fotoelétrico

### 📄 2.3 - A Descoberta do Efeito Fotoelétrico

Nayara Scarlet • 16 de mar. de 2021 Editado às 2 de jun. de 2021

Prezados Alunos, Neste tópico estarão disponíveis dois textos sobre a descoberta do efeito fotoelétrico e as contribuições de outros cientistas.

Bons Estudos.



A descoberta do Efeito Foto...  
Word



O Efeito Fotoelétrico Explica...  
Vídeo do YouTube 8 minutos

👤 Comentários da turma

Adicionar um comentário para a turma

Seus trabalhos Atribuído

+ Adicionar ou criar

Marcar como concluída

👤 Comentários particulares

Adicionar comentário para Nayara  
Scarlet