

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DOUGLAS CRISTIANO SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DO TINKERCAD COMO PROPOSTA
METODOLÓGICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
DE ELETRICIDADE**

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2023

DOUGLAS CRISTIANO SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DO TINKERCAD COMO PROPOSTA
METODOLÓGICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
DE ELETRICIDADE**

**THE USE OF TINKERCAD AS A METHODOLOGICAL
PROPOSAL FOR MEANINGFUL LEARNING
OF ELECTRICITY**

Dissertação apresentada como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski

Coorientador: Prof. Dr. Hercules Alves de Oliveira Junior

PONTA GROSSA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



DOUGLAS CRISTIANO SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DO TINKERCAD COMO PROPOSTA
METODOLÓGICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
DE ELETRICIDADE**

Dissertação apresentada como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski

Coorientador: Prof. Dr. Hercules Alves de Oliveira Junior

Data de aprovação: 29 de maio de 2023

Prof. Romeu Miqueias Szmoski, Doutorado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Awdry Feisser Miquelin, Doutorado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Hércules Alves De Oliveira Junior, Doutorado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Rafael João Ribeiro, Doutorado – Instituto Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/05/2023.

PONTA GROSSA

2023

Dedico este trabalho aos meus familiares
e principalmente aos meus pais
Airton e Lucélia que sempre contribuíram
para minha formação na vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a fonte inesgotável de sabedoria e amor, por me guiar em cada passo desta jornada. Sua presença constante em minha vida tem sido a luz que ilumina meu caminho, enchendo meu coração de gratidão.

À minha amada família, meu pai Airton e minha mãe Lucélia, agradeço por todo o apoio, amor e encorajamento incondicionais que me concederam ao longo desta caminhada. Vocês são minha base sólida e minha inspiração diária para superar desafios e buscar o conhecimento.

Ao meu orientador Professor Doutor Romeu Miqueias Szmonski, sou profundamente grato pela sua orientação sábia e paciente. Seu vasto conhecimento e dedicação foram fundamentais para moldar esta dissertação e ampliar meu entendimento no campo acadêmico. Sua confiança em meu potencial foi um incentivo poderoso.

Aos professores de banca, Rafael João Ribeiro e Awdry Feisser Miquelin, agradeço o tempo e esforço dedicados à avaliação desta dissertação. As críticas construtivas contribuíram significativamente para o aprimoramento deste trabalho.

Por fim, expresso minha gratidão a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, estiveram presentes em minha trajetória acadêmica. Seja através de palavras de incentivo, ensinamentos valiosos ou apoio inestimável, cada um de vocês desempenhou um papel crucial no meu crescimento pessoal e profissional.

Que esta dissertação seja não apenas um testemunho do meu esforço, mas também uma homenagem a cada um que me acompanhou nesta jornada. Que Deus abençoe a todos com sabedoria e realizações contínuas em suas próprias caminhadas.

*A educação é a arma mais poderosa que
você pode usar para mudar o mundo.*

Nelson Mandela

RESUMO

O ensino de física é frequentemente associado a dificuldades de aprendizagem, em grande parte devido à matematização excessiva dos conteúdos, falta de enfoque conceitual e a escassez de recursos para a experimentação em laboratório. Para enfrentar esse desafio, os professores precisam se reinventar constantemente e buscar metodologias que favoreçam a aprendizagem significativa dos alunos. As aulas práticas em laboratório são uma excelente ferramenta para isso, mas é preciso ter um embasamento adequado para evitar danos aos materiais oriundos da ligação errônea dos componentes ou manuseio inadequado dos equipamentos. Este embasamento pode ser obtido, por exemplo, com uma introdução ao conteúdo e aos componentes básicos anteriores as aulas experimentais através de simuladores virtuais ou objetos digitais de aprendizagem (ODAs). Nesse contexto, a plataforma *Tinkercad* que é uma plataforma voltada para simulações de programação e elétrica, têm se mostrado uma com grande potencial para o ensino de circuitos elétricos e eletrônicos por meio de simulação virtual. Assim, este trabalho tem como objetivo utilizar a plataforma *Tinkercad* como um ODA atuando como organizador prévio para contribuir com o ensino de conteúdos da disciplina de física III experimental. O estudo consistiu na construção de um organizador prévio com 5 experimentos na plataforma *Tinkercad*. Esses experimentos foram utilizados como embasamento para as aulas de física antes da construção dos experimentos em laboratório físico. A pesquisa incluiu uma intervenção em uma turma de graduação da disciplina de Física das Engenharias, com a utilização da plataforma como embasamento metodológico. Em seguida, foi realizada uma análise comparativa dos resultados entre dois grupos: participantes e não participantes da pesquisa. O objetivo final foi fazer uma análise conclusiva sobre a utilização do *Tinkercad* como organizador prévio. Os resultados mostraram que a utilização da plataforma *Tinkercad* como organizador prévio para aulas experimentais foi eficaz, resultando em um melhor desempenho dos alunos nas atividades em sala de aula e uma compreensão mais aprofundada do conteúdo de eletricidade. Isso sugere que o uso de ODAs, como a plataforma *Tinkercad*, pode ser uma alternativa útil para a organização prévia de aulas experimentais em outras disciplinas que envolvam o uso de circuitos elétricos. O estudo destaca a importância da tecnologia como uma ferramenta pedagógica para aprimorar a aprendizagem dos alunos e incentivar a participação ativa em sala de aula.

Palavras-chave: física; eletricidade; *Tinkercad*; objetos digitais de aprendizagem.

ABSTRACT

Physics teaching is often associated with learning difficulties, largely due to the excessive mathematization of contents, lack of conceptual focus and scarcity of resources for laboratory experimentation. To face this challenge, teachers need to constantly reinvent themselves and seek methodologies that favor meaningful student learning. Practical classes in the laboratory are an excellent tool for this, but it is necessary to have an adequate foundation to avoid damage to materials arising from the erroneous connection of components or improper handling of equipment. This background can be obtained, for example, with an introduction to the content and basic components prior to experimental classes through virtual simulators or digital learning objects (ODAs). In this context, the Tinkercad platform, which is a platform focused on programming and electrical simulations, has shown great potential for teaching electrical and electronic circuits through virtual simulation. Thus, this work aims to use the Tinkercad platform as an ODA acting as a previous organizer to contribute to the teaching of contents of the subject of experimental physics III. The study consisted of building a previous organizer with 5 experiments on the Tinkercad platform. These experiments were used as a basis for physics classes before the construction of experiments in the physical laboratory. The research included an intervention in an undergraduate class of Engineering Physics, using the platform as a methodological basis. Then, a comparative analysis of the results between two groups was carried out: research participants and non-participants. The final objective was to make a conclusive analysis on the use of Tinkercad as a previous organizer. The results showed that using the Tinkercad platform as a prior organizer for experimental classes was effective, resulting in better student performance in classroom activities and a deeper understanding of electricity content. This suggests that the use of ODAs, such as the Tinkercad platform, can be a useful alternative for the previous organization of experimental classes in other disciplines that involve the use of electrical circuits. The study highlights the importance of technology as a pedagogical tool to enhance student learning and encourage active participation in the classroom.

Keywords: physics; electricity; Tinkercad; digital learning objects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tela inicial Tinkercad.....	27
Figura 2 – Espaço para programação no Tinkercad.....	28
Figura 3 – Exemplos de simulações no Tinkercad	28
Figura 4 – Questão 5.....	41
Figura 5 – Questão 7.....	42
Figura 6 – Questão 8.....	42
Figura 7 – Questão 10.....	43
Figura 8 – Questão 5.....	45
Figura 9 – Questão 7.....	46
Figura 10 – Questão 8.....	46
Figura 11 – Questão 11.....	47
Figura 12 – Questão 7.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação de artigos por ano de publicação	31
Gráfico 2 – Acesso ao material	40
Gráfico 3 – O material contribui para o conteúdo	40
Gráfico 4 – Dificuldade com a atividade após as videoaulas.....	43
Gráfico 5 – Material possui potencial para aulas futuras	47
Gráfico 6 – Relação dos alunos que conhecem a plataforma	53
Gráfico 7 – Escola que estudou possuía laboratório de informática.....	54
Gráfico 8 – Nível de dificuldade em Física	55
Gráfico 9 – Conhecimento com materiais de física	56
Gráfico 10 – Conhecimento com medições de corrente elétrica	57
Gráfico 11 – Ligação dos componentes do vídeo com o projeto.....	58
Gráfico 12 – Relação dos alunos que fizeram a leitura facilmente	59
Gráfico 13 – Auxílio do vídeo na aprendizagem.....	59
Gráfico 14 – A plataforma é interessante para a aprendizagem	61
Gráfico 15 – Comparativos de notas por experimento	62
Gráfico 16 – Média final por grupo	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação de artigos por eixo temático.....	31
Quadro 2 – Artigos utilizados como análise.....	37
Quadro 3 – Cronograma das aulas a serem realizadas no projeto	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Objetivos digitais de aprendizagem (ODAS)	15
2.2	Aprendizagem significativa.....	17
2.3	Conhecimento prévio	23
2.4	Organizador prévio	24
3	TINKERCAD.....	27
3.1	Tinkercad pesquisas recentes.....	30
4	METODOLOGIA.....	39
4.1	Pré Teste.....	39
4.2	Cronograma da pesquisa	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
5.1	Questionário 1.....	52
5.2	Questionário 2.....	57
5.3	Análise dos grupos (participantes e não participantes)	61
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICE A – Questionário inicial aplicado aos participantes da pesquisa	69
	APÊNDICE B – Questionário final aplicado aos participantes da pesquisa	72
	APÊNDICE C – Modelo de convite enviado aos alunos para participar da pesquisa	75

1 INTRODUÇÃO

O ensino de física é tratado hoje por muitos alunos, seja na educação básica ou a nível superior como uma das disciplinas mais difíceis e complexa para aprendizagem em sala de aula. Fatores como matematização dos conteúdos; falta de enfoque conceitual; escassez de recursos no que se refere a experimentação e laboratório contribuem para que esses alunos tirem hipótese sobre a disciplina.

Se tratando especificamente da Física, a disciplina é considerada por alguns alunos como complicada, de difícil compressão e acaba sendo a responsável pela reprovação de grande parte desses alunos. Os discentes aprendem desde cedo que a disciplina não é atrativa e chegam nas séries iniciais do ensino médio e nas universidades com uma opinião formada em relação a ela. Assim os alunos acabam estudando por obrigação e por imposição curricular, não havendo satisfação alguma em estar na sala de aula. De uma maneira geral a Física ainda é uma disciplina ministrada com a utilização de muitos exercícios que são resolvidos mecanicamente e com uma sequência de “fórmulas” que muitas vezes o aluno é obrigado a decorar.

Para sanar tais dificuldades, as aulas experimentais em laboratório podem servir como recurso, fazendo com que esses construam seu conhecimento através de experimentos. O conteúdo de elétrica é um dos conteúdos que entram nessa realidade, pela quantidade de experimentação que podem ser praticadas em laboratórios. Porém, as aulas de laboratório exigem do aluno um conhecimento prévio com materiais que estes irão usar, evitando assim danos aos materiais, desmotivação pelo conteúdo e atraso nas aulas experimentais.

Tendo em vista essas dificuldades, os Objetos de Aprendizagem digitais (ODAs), como o emprego de plataformas de simulação e programação *online*, que a exemplo do *Tinkercad*, podem proporcionar uma vivência prática aos estudantes, por mostrar de maneira virtual, os diversos dispositivos utilizados em laboratórios de física, especificamente relacionados a eletricidade.

Assim, propõem-se na pesquisa a utilização de um organizador prévio como o *Tinkercad*, uma vez que ele pode servir como ferramenta facilitadora para a construção de experimentos virtuais relacionados aos conceitos de física principalmente sobre os fenômenos elétricos. O *Tinkercad* por ser gratuito, pode ser acessado em qualquer ambiente que esteja conectado com a internet, e assim contribuir em várias instituições de ensino.

Para isso a pesquisa foi dividida em referencial teórico, fez-se necessário para ter um embasamento sobre as recentes pesquisas da plataforma *Tinkercad* no Brasil e pelo mundo. Também para demonstrar a importância do organizador prévio como uma ferramenta de aprendizagem significativa aos alunos. Por fim durante a pesquisa, com a utilização desse organizador prévio, fez-se necessário uma intervenção e avaliação com duas turmas, assim foi possível avaliar a eficácia do material proposto.

A presente pesquisa trata-se de um estudo quali-quantitativo, uma vez que combina o levantamento de dados estatísticos e a coleta e análise de dados. A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus Ponta Grossa), especificamente com as turmas de Engenharia da Produção e Engenharia de Bioprocessos.

A pesquisa aborda como objetivo principal de estudo “Desenvolver um organizador prévio a partir da plataforma *tinkercad* de maneira empírica para a aprendizagem significativa nos conteúdos de eletricidade”. Para isso, faz-se necessário alguns objetivos específicos, como:

- Implementar uma metodologia baseada em ODAs, para o processo de ensino aprendizagem dos alunos ao laboratório de Física;
- Discutir conceitos de eletricidade de forma empírica, baseado em experimentos na plataforma *Tinkercad*;
- Desenvolver um organizador prévio através da plataforma *Tinkercad* para aulas práticas de Física.

Sendo assim a presente pesquisa tem como hipótese a possibilidade da plataforma *Tinkercad* proporcionar uma aprendizagem significativa de conteúdos de física relacionados à eletricidade e com uma abordagem experimental-virtual. Baseado em um modelo de organizador prévio, buscando saber se ela pode contribuir para as aulas experimentais de física.

A pesquisa tem caráter quali-quantitativo no ponto de vista da abordagem do problema, uma vez que foi necessário realizar o levantamento de dados estatísticos e em seguida fazer a análise da coleta de dados.

No que se refere aos seus objetivos, a pesquisa é descritiva e empírica, sendo a mesma nos seus procedimentos uma pesquisa-ação, uma vez que envolveu a participação do pesquisador e do grupo que participou da pesquisa. Por fim, ela se

caracteriza como uma pesquisa de campo com natureza aplicada, de modo que ela visa solucionar um problema de um determinado contexto educacional.

Integraram a pesquisa um total de 47 participantes, alunos do curso de Engenharia da Produção e Bioprocessos, especificamente da disciplina de Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Ponta Grossa.

Eles desenvolveram os experimentos propostos dentro da plataforma *tinkercad* de modo online e individual, seguindo um modelo base para cada experimento, e por fim, responderam a um questionário para cada atividade. Conforme anexo desse projeto.

Por fim a pesquisa está separada em Revisão da Literatura como embasamento metodológico, tratando dos assuntos específicos da pesquisa, como: ODAs, Aprendizagem Significativa, Conhecimento Prévio, *Tinkercad*. Em seguida é apresentado um pré-teste de aplicação da pesquisa, o qual apontou resultados importantes para a continuação dela. Por fim, a aplicação da pesquisa, apresentando resultados de como ela pode ou não contribuir para a aprendizagem do aluno e servir como um organizador prévio em aulas de laboratório.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Objetivos digitais de aprendizagem - ODAS

A sociedade contemporânea vem passando por transformações no âmbito científico e tecnológico quase que diariamente. As novas tecnologias desenvolvidas a partir do progresso da ciência otimizam todos os setores, embora a escola ainda esteja aparentemente ficando a margem dessas mudanças, no que se refere aos métodos pedagógicos de ensino.

No caso da disciplina de Física, ainda se verifica a perpetuação de métodos baseados em memorização de fórmulas e resolução de problemas matemáticos que ocasionalmente trazem um conceito físico como pano de fundo. Nesse contexto, a tecnologia pode vir a suprir dificuldades cotidianas, como é o caso de trazer a experimentação para o ensino de Física, mesmo nos casos em que a escola não dispõe de equipamentos ou laboratórios adequados (FRANZOIA, 2018).

Além dos meios de ensino, os alunos também refletem as revoluções sociais e tecnológicas de cada período, logo os estudantes do século XXI já crescem habituados com recursos tecnológicos, portanto, suprimi-los dessa realidade na escola é infundado e contribui ainda mais para o desinteresse pela aprendizagem formal.

Martins e Basso (2018) apontam que as tecnologias podem servir de apoio à aprendizagem dos alunos, especialmente na forma de Objetos Digitais de Aprendizagem – ODAs.

Os ODAs¹, conforme Sá Filho e Machado (2003, p. 3) apontam, podem ser compreendidos como

[...] recursos digitais, que podem ser **usados, reutilizados e combinados com outros objetos** para formar um ambiente de aprendizado rico e flexível. Seu uso pode reduzir o tempo de desenvolvimento, diminuir a necessidade de instrutores especialistas e os custos associados com o desenvolvimento baseado em *web*. (SÁ FILHO; MACHADO, 2003, p. 3, grifo nosso).

Tal como enfatizam os autores, os ODAs podem ser recursos simples ou mais elaborados, contando que possam ser reutilizáveis e adaptáveis a outros contextos

¹ Como ocorrem divergências entre os termos na literatura, por vezes os ODAs também podem ser tratados como Objetos Virtuais de Aprendizagem – OVA ou Objetos Virtuais – OV.

de aprendizagem similares. Ou ainda ampliados, escalonando níveis de complexidade maiores sobre determinado tema (SÁ FILHO; MACHADO, 2003).

Esses objetos podem ser os mais diversos possíveis, sendo outra característica deles a possibilidade de o estudante aprender de modo relativamente independente de orientação (do docente, por exemplo). Essa exploração do objeto digital propicia uma aprendizagem mais dinâmica, tornando o estudante ativo e interessado no processo (CARVALHO *et al.*, 2019).

A esse respeito, Mercado, Da Silva e Gracindo (2008) esclarecem que:

Os objetos digitais de aprendizagem (ODAs) visam à construção de conceitos por meio de atividades exploratórias. Na interação com esses objetos se dá a possibilidade de operar interativamente. As simulações permitem ao sujeito que aprimore e (re)construa seus sistemas de significações. (MERCADO; DA SILVA; GRACINDO, 2008, p. 113).

Assim, podem ser considerados ODAs videoaulas, jogos, simuladores, vídeos, *podcasts*, imagens, animações, aplicativos, além de micromundos, dentre outros recursos que utilizem da tecnologia para apoiar o processo de ensino aprendizagem. (MARTINS; BASSO, 2018).

Nesse contexto, a pandemia de Covid-19 que chegou ao Brasil em 2020, ocasionou a adoção emergencial do ensino à distância em todas as instituições de ensino do país – e do mundo. Logo, ainda que sem preparação, recursos e formação adequados, os professores e alunos precisaram adaptar-se a nova modalidade, fazendo inclusive o uso de ODAs no processo, objetos estes que muitas vezes não eram explorados nas aulas presenciais. (MOREIRA; HENRIQUES; BARROS, 2020).

No ensino de Física, o interesse pelos ODAs que já vinha se ampliando nos últimos anos, tendo em vista a necessária abstração em muitos conteúdos, bem como a simulação de atividades experimentais, com a pandemia tornou-se ainda mais essencial.

No caso dos ODAs do tipo simulações, Barbosa *et al.*, 2017 explicam que:

[...] são programas que operam com representações matemáticas [ou físicas] através de uma linguagem de programação, que procura apresentar animações que imitam, ou se aproximam de sistemas, sejam reais ou imaginários. Dentre estas existem simulações que o aprendiz apenas observa sem a possibilidade de interferência e existem as simulações interativas que permitem que o estudante realize uma interação com o modelo simulado. (BARBOSA *et al.*, 2017, p. 3).

No campo do ensino, especialmente da Física, a utilização de modelos simulados permite a reprodução de realidades ou fenômenos complexos, que seriam muito lentos, rápidos, perigosos, dispendiosas ou mesmo impossíveis de serem observadas no mundo real. Com uma simulação, as observações podem ser repetidas, controladas e observadas com maior rigor e clareza. (GREIS; REATEGUI, 2010).

Ao enaltecer a importância das simulações para o ensino de física, especialmente no que tange a compreensão de conceitos mais abstratos exigidos pela disciplina, Barbosa *et al.* (2017, p. 3) complementam que “através desse recurso didático é possível ao aluno, compreender de maneira mais palpável um fenômeno físico complexo e abstrato em vez de usar apenas uma construção mental e sua memória de curto prazo”.

Além disso, os autores destacam que o docente, ao introduzir simulações em seu plano de ensino, deve atentar-se pontuar com os discentes que as simulações são apenas um modelo virtual de um dado fenômeno, devendo ser encaradas como tal, considerando suas limitações e excessos (BARBOSA *et al.*, 2017).

2.2 Aprendizagem significativa

As evoluções científicas e tecnológicas vêm transformando profundamente as dinâmicas sociais e, ao mesmo tempo, demandando das pessoas habilidades cognitivas cada vez mais refinadas.

No entanto, esse cenário de mudanças contrasta com a realidade das escolas e, ainda mais especificamente, com o ensino de Física. Moreira (2021) chama a atenção para a ainda atual predominância da aprendizagem mecânica no ensino de Física, o que, conforme o autor, representa o reflexo de uma escolar de cultura treinadora, com a finalidade de preparar as pessoas para o mercado de trabalho.

A aprendizagem mecânica “é aquela em que há, na estrutura cognitiva, um armazenamento de conhecimentos de forma literal, arbitrária, sem significados, que não requer compreensão e resulta em aplicação mecânica a situações conhecidas” (MOREIRA, 2021, p. 3). A aprendizagem dita mecânica reflete uma realidade onde os alunos são estimulados a decorar definições e fórmulas genéricas e aplicá-las em testes, visando sua aprovação.

Nesse contexto, a escola apresenta-se dissonante da realidade em que se insere, com linguagem, conhecimentos e métodos que não fazem mais sentido para os estudantes deste século. O resultado imediato desse sistema são alunos com uma formação incompatível com os requisitos e habilidades necessários para o exercício pleno da cidadania na sociedade atual, em especial o pensamento crítico e a autonomia intelectual (BULEGON; TAROUCO, 2015; SILVA; SCHIRLO, 2014).

Silva e Sales (2018) ressaltam:

É importante que os estudantes possam compreender o mundo que os cerca e as transformações trazidas pela evolução técnico-científica. Para que possam se tornar agentes ativos dessas mudanças não basta que os alunos apenas decorem fórmulas e teorias, é necessário que os mesmos possam ser capazes de formular questionamentos pertinentes sobre o que aprendem, porque aprendem e qual a relevância deste aprendizado (SILVA; SALES, 2018, p. 2)

No ensino da Física, de forma específica, a pobreza conceitual, o excesso de fórmulas e a falta de significado, além da aprendizagem mecânica dos conteúdos contribui para que a disciplina perpetue seu legado negativo nas escolas e mesmo nas universidades.

No entanto, em contraste com a aprendizagem mecânica, há a aprendizagem significativa, na qual:

[...] há uma incorporação de conhecimentos a estrutura cognitiva de forma substantiva, não arbitrária, com significado, com compreensão, com capacidades de explicação, descrição e transferência desses conhecimentos, inclusive a situações novas (MOREIRA, 2021, p. 3).

Cabe destacar que a estrutura cognitiva se trata da estrutura onde as ideias estão organizadas no indivíduo, a partir das quais novas informações podem se reorganizar (SILVA; SCHIRLO, 2014).

Este conhecimento prévio, tratado na aprendizagem significativa como subsunçores, trata-se de ideias, conceitos, modelos ou concepções onde as novas informações irão se “ancorar”, interagindo com os conhecimentos prévios e ganhando significado real a partir dessa conexão.

Moreira (1985, p. 153) explica que “os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem-desenvolvidos, ou limitados e pouco desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor”.

Assim, a aprendizagem dita significativa ocorre a partir de duas condições básicas. A primeira delas é o conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do estudante.

A partir dos pressupostos da aprendizagem significativa, Moreira (1985) entende que a primeira condição para que ocorra a aprendizagem significativa é que:

[...] o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo. Esta condição implica não só que o material seja suficientemente não-arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados (MOREIRA, 1985, p. 156).

A segunda condição é o aluno deve estar disposto a relacionar os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva, ele “deve manifestar uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não arbitrária, o novo material, potencialmente significativo, a sua estrutura cognitiva, deve ter uma intencionalidade” (MOREIRA, 2021, p. 4).

Neves, Charret e Carvalho (2017) chamam a atenção também para a interação entre o professor e o aluno na aprendizagem cognitiva. Essa interação, envolvendo sentimentos, pensamentos e ações revela-se altamente determinante no fator de o aluno apresentar-se disposto a aprender.

Ou seja, ainda que o material disponibilizado seja potencialmente significativo, se o aluno não se dispôr para realizar as relações em sua estrutura cognitiva, a aprendizagem tende a ocorrer de forma mecânica. Da mesma forma, se o material apresentado não for potencialmente significativo, não importa o nível de disposição do aluno em aprender, a aprendizagem significativa não ocorrerá (MOREIRA, 1985).

Apesar dessas condições apresentadas serem essenciais, é importante ressaltar que a aprendizagem significativa não depende apenas delas. Moreira (1985) exemplifica a situação em que o aprendiz porventura não conte com os subsunçores básicos para ancorar determinados conhecimentos em sua estrutura cognitiva – fator que é muito recorrente no ensino de Física.

Nesse caso, Silva e Sales (2018, p. 8) apontam a possibilidade de se utilizar chamados organizadores prévios, os quais:

[...] são um recurso instrucional de maior generalidade e com um alto grau de abstração que prepara o aluno para receber o novo conhecimento. Estes

organizadores podem se apresentar como analogias, favorecendo a criação de modelos mentais.

Assim, esses organizadores prévios funcionam como uma introdução abstrata para, a partir dela, o professor conseguir construir um caminho, relações entre os conceitos já presentes na estrutura cognitiva dos alunos e aqueles que ele deve aprender. A partir dessa preparação inicial, é possível então promover para a aprendizagem significativa.

Esses organizadores têm por finalidade facilitar a aprendizagem significativa, manipulando a estrutura cognitiva de quem aprende. Assim, Moreira (1985, p. 155), ao abordar a proposta de Ausubel no que se refere ao uso dos organizadores prévios, aponta que o autor “recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente”.

Além disso, Moreira complementa que:

Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si. [...] organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. [...], no entanto a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como ‘pontes cognitivas’ (MOREIRA, 1985, p. 155).

Fugindo das redundâncias, Moreira (2003, p. 2) enfatiza que a aprendizagem ocorre de modo significativo, portanto, quando o aluno passa a ser capaz de interpretar um novo problema ou conceito a partir dos conhecimentos que ele já possui, “quando novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele ou ela é capaz de explicar situações com suas próprias palavras”.

O autor ainda reforça que para uma efetiva aprendizagem significativa, é importante que os conhecimentos prévios do aluno sejam relevantes acerca do que se pretende aprender (quanto mais abrangentes e claros esses conhecimentos, melhor). Também o conteúdo lecionado deve apresentar significado lógico e estruturado, havendo sempre incentivo por parte do docente, através da seleção de recursos, abordagens e materiais que permitam trabalhar os conteúdos desde a forma mais abrangente até a mais específica.

Assim, sob a perspectiva do mundo contemporâneo, suas dinâmicas e acesso instantâneo às informações, torna-se cada vez mais imprescindível capacitar os alunos a filtrarem essas informações e compreenderem significativamente os novos conhecimentos. Isso de modo que entendam esses conhecimentos como construções históricas e científicas, integrando-os em seu cotidiano e na explicação de fenômenos. Em outras palavras, na atual sociedade, é fundamental que as pessoas aprendam a aprender, a relacionar e analisar informações de maneira crítica, lógica e reflexiva.

Dessa forma, a introdução de objetos digitais de aprendizagem no ensino de Física deve ser previamente organizada, com objetivos e etapas definidas, colocando o aluno em posição ativa diante da simulação ou qualquer outro recurso tecnológico empregado (BARBOSA *et al.*, 2017).

Além disso, o pressuposto de que um objeto digital deve permitir sua reutilização e readequação a novos contextos de aprendizagem, o coloca como ferramental relevante para a efetivação da aprendizagem significativa, à medida que ele proporciona a rápida assimilação de novos conhecimentos às estruturas cognitivas prévias, inclusive de maneira lúdica e intuitiva (CARVALHO *et al.*, 2019).

Fornaza e Webber (2014, p. 3) reforçam, nesse sentido, que a transposição de pressupostos teóricos como os da aprendizagem significativa de Ausubel para o contexto real do ensino “devem incluir a participação, a problematização, o diálogo e a reflexão crítica”. E complementam: “O processo de ensino dessa forma não se limita a seguir um caminho bem definido, pois ele precisa lidar com novas interpretações e pontos de vista que podem emergir, conduzindo o aluno a uma aprendizagem significativa, reflexiva e crítica” (FORNAZA; WEBBER, 2014, p. 3).

Os autores, ao conduzirem experimentos com robótica no ensino de Física, com o intuito de observar o impacto de tais experimentos nas concepções prévias dos alunos, apontaram que:

[...] a Robótica Educacional pode contribuir para o aprendizado científico e tecnológico, integrados a uma área de conhecimento. Sob esta perspectiva, a aprendizagem ultrapassa os limites da sala de aula, levando o aluno a elaborar conjecturas, criar soluções que interajam com o mundo real e testar como elas se comportam. **Assim, além de resolver os problemas curriculares, os alunos passam a reconhecer que tais situações são reais e a aprendizagem contextualizada pode se tornar significativa e, portanto, duradoura** (FORNAZA; WEBBER, 2014, p. 9, grifo nosso).

Nessa mesma linha, Rabelo (2016, p. 28) chama a atenção para a relevância do docente nesse processo, ressaltando que o mesmo deve atuar mediando “o conhecimento científico, adquirido na academia, e os conhecimentos dos alunos, identificados como senso comum” além de “promover conflitos cognitivos e construir novas ideias”.

Silva e Sales (2018) corroboram nesse sentido, ao pontuarem que:

O educador ajuda a transformar esses pensamentos iniciais em ideias formais através de uma mediação entre o que o aluno sabe e o conhecimento que se busca ensinar, criando, assim, um processo legítimo para mediar o espaço entre as complexidades e particularidades de situações comuns e das leis da Física em geral (SILVA; SALES, 2018, p. 4).

As possibilidades oferecidas pelo ensino de física através da robótica propiciam ao aluno a interpretação e solução de problemas, testagem de hipóteses e demais habilidades cognitivas – tão necessárias no âmbito contemporâneo. A autora complementa ainda, afirmando que “isto ocorre, pois o ensino de Robótica pode ser adaptado à realidade de cada faixa etária, através da mediação do professor em relacionar os conhecimentos de senso comum e científicos” (RABELO, 2016, p. 28).

Ao propor um material experimental de queda livre, utilizando os recursos da robótica no ensino de Física, Castilho, Oliveira e Dutra (2020) concluem que:

Apostar em novas metodologias centradas nos estudantes **proporciona a construção dos conhecimentos de forma mais significativa e mais próxima de sua realidade**. Além disso, por meio da apreensão de conceitos e, automaticamente, da produção de novos conhecimentos, visando a aproximação do conhecimento científico da realidade dos estudantes, **as atividades experimentais possibilitam que a construção do conhecimento seja mais aprofundada, a partir do acesso aos conhecimentos prévios e da ampliação e ressignificação desses conhecimentos num nível mais elevado** (CASTILHO; OLIVEIRA; DUTRA, 2020, p. 257, grifo nosso).

David Jonassen (1996) reforça a importância das experiências genuínas dos alunos junto ao aprendizado, o que, juntamente ao comprometimento em aprender, proporcionam uma base sólida ao processo de ensino aprendizagem. Além disso, o autor reforça a relevância da experimentação e tecnologias no ensino, ao afirmar que “os alunos manipulam de forma ativa os objetos e as ferramentas da interação, adquirindo, assim, a experiência, fator elementar da aprendizagem significativa (JONASSEN, 1996, p. 71).

Por sua vez, Moreira (2021) aborda uma série de desafios enfrentados no ensino da Física, especialmente no contexto da contemporaneidade e das novas tecnologias da informação e comunicação. O autor ressalta que, ainda hoje o ensino da física persiste na aprendizagem mecânica, enquanto deveria focar na aprendizagem significativa.

Ao elencar a falta de interesse como um dos maiores desafios no ensino da Física, o autor afirma que “a Física é importante na cidadania, está na base das tecnologias [...]. Não tem sentido ensinar Física sem despertar o interesse dos alunos” (MOREIRA, 2021, p. 7).

Nesse sentido, Moreira (2021, p. 7) aponta algumas propostas desafiadoras para serem empregadas no ensino da Física, dentre elas cabe especial ênfase a:

[...] utilizar laboratórios virtuais; computadores e celulares fazem parte do entorno dos alunos; laboratórios virtuais podem ser usados em simulações, modelos computacionais, experimentos virtuais; a experimentação deve fazer parte do ensino da Física.

Assim, a incorporação das tecnologias no âmbito do ensino de Física não se restringe a apenas nivelar o contexto da realidade externa com o da sala de aula, mas representa uma maneira de proporcionar uma interação e construção efetivas dos conhecimentos prévios com os novos conhecimentos, propiciando a aprendizagem significativa e estimulando a reflexão crítica sobre problemas, situações e fenômenos abordados – dentro e fora da sala de aula. Assim, é necessária toda essa compreensão da abordagem cognitiva da aprendizagem para perceber o conhecimento prévio.

2.3 Conhecimento prévio

Na busca por facilitar o processo ensino-aprendizagem, vários estudiosos avaliam a importância do conhecimento prévio nessa missão. Ou seja, como a utilização da estrutura cognitiva do aprendiz sobre determinado objeto ou tema a ser estudado pode ajudar na compreensão do assunto (Freire *et al.*, 2021). Rosa e Galvão (2017) afirmam que o conhecimento prévio do aprendiz influencia na forma de aprendizagem, possibilitando que o educador desenvolva outras formas de ensino frente ao conhecimento prévio identificado dos alunos.

Ausubel, Novak e Hanesian (1983) estabeleceram essa relação entre a aprendizagem e o conhecimento prévio e observaram que a aquisição de novas informações dependia substancialmente das ideias já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. E a aprendizagem efetiva surgiria da combinação dessas novas informações com as já existentes.

Freire *et al.* (2021, p. 24) conceituam o conhecimento prévio como:

[...] as experiências, conhecimentos e ideias do aluno sobre determinados tópicos, tópicos ou conceitos, que são aprendidos durante sua vida diária por meio da interação com seu ambiente social, que são organizados na mente na forma de estruturas cognitivas; que se caracterizam por serem construções de cada indivíduo, permitem interpretar desejos, intenções ou sentimentos de outras pessoas, nem sempre possuem rigor científico, são geralmente estáveis e resistentes a mudanças, e possuem um carácter implícito. Estas respondem a concepções: espontâneas, socialmente transmitidas e analógicas.

O conhecimento prévio pode ter origens diversas, porém López (2009) destaca três principais categorias: concepções espontâneas; concepções transmitidas socialmente e; concepções analógicas. Além disso, o autor evidencia que existem diversos métodos e técnicas para avaliar quais os conhecimentos prévios do aluno. Alguns exemplos são: questionários abertos, fechados ou múltipla escolha; situações problemáticas para resolução de problema; mapas conceituais; diagramas; desenhos; infográficos; chuvas de ideias; grupos de discussões etc. Assim neste trabalho se propôs usar o *Tinkercad* como um organizador prévio.

2.4 Organizador prévio

A aprendizagem significativa, conceito introduzido por David Ausubel (1968), defende que a nova informação é mais bem aprendida e retida quando conectada a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel (1980, 2000) contrasta a aprendizagem significativa com a aprendizagem mecânica, onde a nova informação é armazenada de forma arbitrária, dificultando a retenção. Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios - materiais introdutórios apresentados antes do conteúdo de aprendizagem.

Ampliando o conceito de Ausubel, Marco Antonio Moreira (1998) argumenta que os organizadores prévios atuam como uma "ponte cognitiva", conectando o

conhecimento prévio com as novas informações, facilitando a compreensão e assimilação de novos conteúdos. Eles não só promovem a aprendizagem significativa, mas também auxiliam na diferenciação da aprendizagem, acomodando diferentes estilos e capacidades cognitivas dos alunos.

Moreira (2011) indica que os organizadores prévios podem ter um impacto significativo na motivação e envolvimento dos alunos, fornecendo uma visão geral do que eles aprenderão. Este conceito se alinha com a visão de Paul Eggen (2012) sobre a importância da adaptação à diversidade de estilos de aprendizagem dos alunos.

Ausubel (1980, 2000) salienta que a aprendizagem ocorre através da organização e integração de novos materiais na estrutura cognitiva, que serve como "ancoradouro" para novas ideias. Moreira (2006) acrescenta que a experiência cognitiva pode abranger modificações significativas na estrutura cognitiva preexistente, interagindo com a nova informação e modificando-se em função dessa ancoragem.

Os organizadores prévios, segundo Ausubel, podem servir de "ancoradouro provisório" para a nova aprendizagem, levando ao desenvolvimento de conceitos que facilitam a aprendizagem subsequente. No entanto, é importante distinguir organizadores prévios verdadeiros, voltados para tópicos específicos, de pseudo-organizadores, que atuam como introduções gerais a diversos tópicos.

Apesar de algumas controvérsias, a eficácia dos organizadores prévios como facilitadores de aprendizagem e retenção de conhecimento tem sido comprovada. Os organizadores prévios podem assumir várias formas, como enunciados, perguntas, demonstrações, filmes e simulações, desempenhando a função crucial de preparar o aprendiz para o novo material de aprendizagem.

A aprendizagem significativa, conceito central na educação contemporânea, é um processo que envolve a conexão do novo conhecimento com o que já é conhecido pelo aprendiz. Neste contexto, os organizadores prévios, como apresentados por Marco Antonio Moreira, desempenham um papel crucial, atuando como "pontes cognitivas" e facilitando a compreensão e assimilação de novos conteúdos.

Os organizadores prévios ativam o conhecimento prévio dos alunos antes de introduzir novos conceitos, auxiliando na formação de uma estrutura mental coerente dos novos conhecimentos. Moreira argumenta que essa abordagem é eficaz na

promoção da aprendizagem significativa e útil na diferenciação da aprendizagem, acomodando diferentes estilos e capacidades cognitivas.

O conceito de aprendizagem significativa foi inicialmente proposto por David Ausubel, que defendeu que a nova informação é mais eficazmente aprendida e retida quando ancorada em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Moreira amplia este conceito, sugerindo que os organizadores prévios podem servir como essa âncora.

Ausubel contrastou a aprendizagem significativa com a aprendizagem mecânica, onde novas informações são aprendidas com pouca ou nenhuma relação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Ele propôs o uso de organizadores prévios como uma solução quando conceitos relevantes e inclusivos não existem na estrutura cognitiva do aprendiz.

Parte da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, os organizadores prévios são uma estratégia instrucional poderosa. Eles manipulam a estrutura cognitiva do aprendiz, tornando-o mais capaz de absorver e reter informações. No entanto, é importante notar que a teoria de Ausubel é mais ampla e não se restringe apenas ao uso de organizadores prévios.

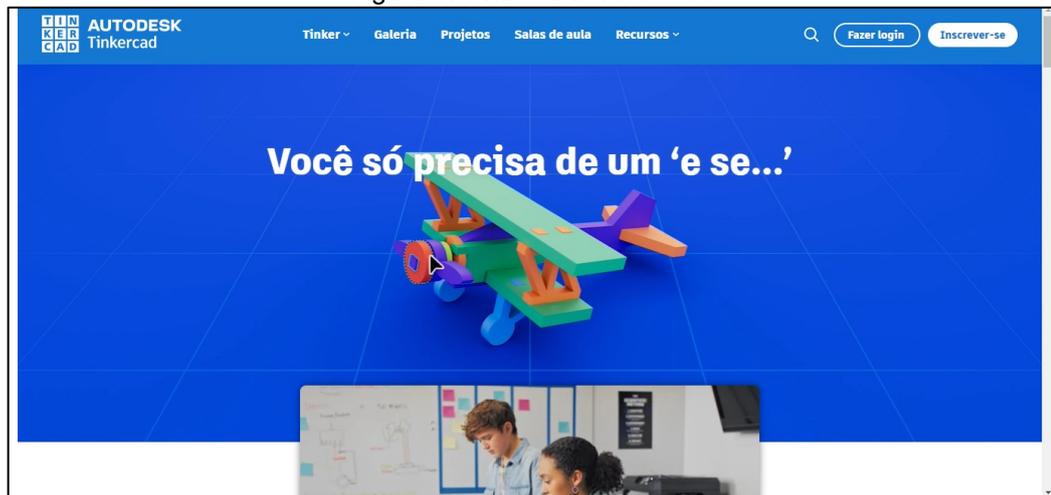
Existem diferenças entre verdadeiros organizadores prévios, que são voltados para tópicos específicos, e pseudo-organizadores, que servem como introduções gerais a diversos tópicos. Apesar de algumas controvérsias, a conclusão geral é que os organizadores prévios têm um efeito facilitador na aprendizagem e retenção de conhecimento.

Por fim, os organizadores prévios podem assumir várias formas, como enunciados, perguntas, demonstrações, filmes, simulações, etc. O mais importante é a função que eles desempenham em preparar o aprendiz para o novo material de aprendizagem, independentemente do formato. O trabalho de Moreira, juntamente com as obras de Ausubel e outros, contribui para o nosso entendimento das estratégias eficazes de ensino e aprendizagem. Sendo assim, a pesquisa utiliza-se do *Tinkercad* como um organizador prévio para aulas de física 3.

3 O TINKERCAD

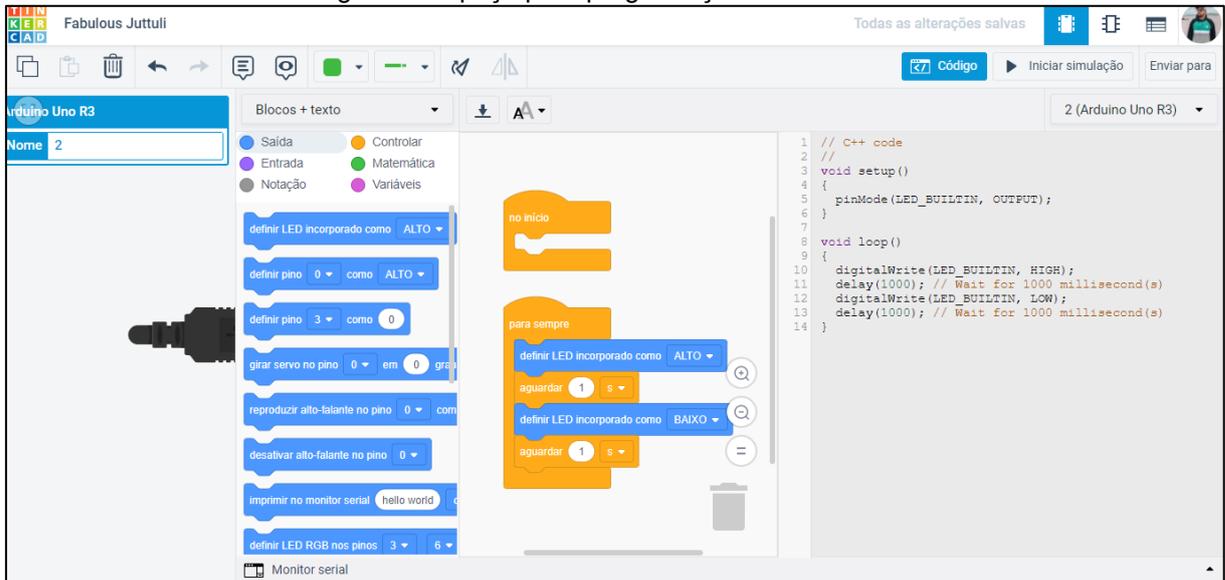
Dentro das simulações para o ensino de física, cabe aqui tratar da plataforma *Tinkercad*. Trata-se de um simulador online e gratuito de ferramentas e circuitos eletrônicos que possibilitam a montagem de circuitos, inclusive em Arduino. A plataforma é de autoria da Autodesk e é apresentada de maneira intuitiva para usuários. A seguir é apresentado uma imagem 1, a qual apresenta a página inicial da plataforma.

Figura 1: Tela inicial *Tinkercad*



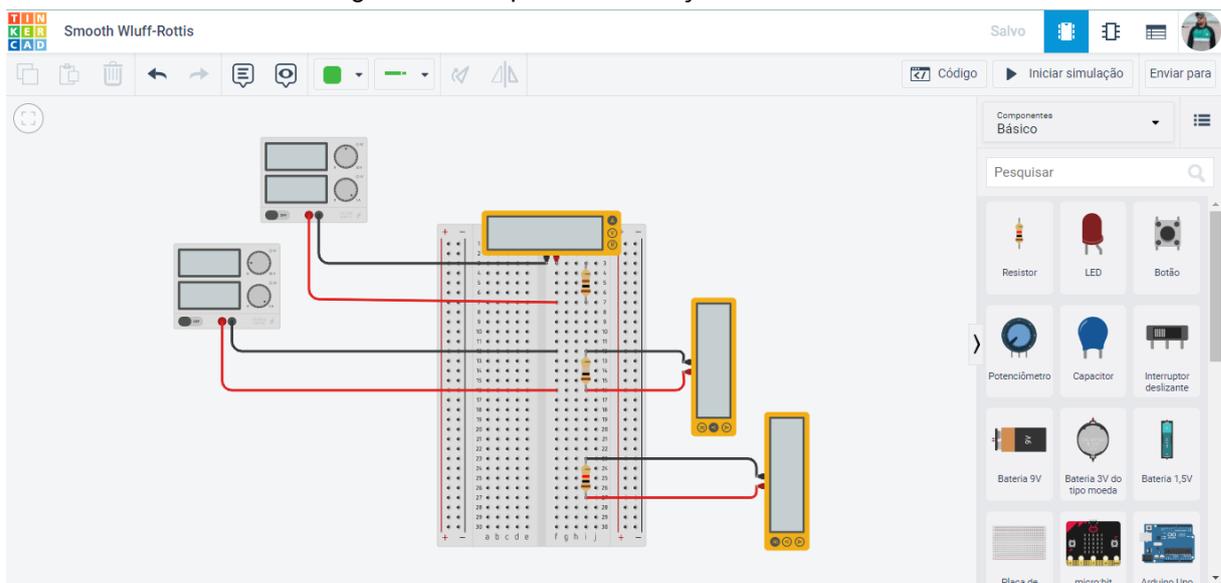
Fonte: Autodesk (2023)

A plataforma *Tinkercad* também dispõe de um espaço para a programação desses circuitos e componentes, seja na linguagem C ou de forma mista em blocos lógicos. (SILVA, 2018). Como apresentado na imagem 2 a seguir.

Figura 2: Espaço para programação no *Tinkercad*

Fonte: Tinkercad (2023)

As simulações desenvolvidas no *Tinkercad* reproduzem com considerável fidelidade a realidade dos circuitos e componentes físicos, bem como com a sua respectiva programação. A seguir é apresentado uma imagem 3, a qual apresente as possíveis simulações com a plataforma.

Figura 3: Exemplos de simulações no *Tinkercad*

Fonte: Tinkercad (2023)

Desse modo, a plataforma pode servir para introduzir aos seus usuários os conceitos iniciais de programação, circuitos e componentes eletrônicos de maneira lúdica e interativa, sem a preocupação com danos a equipamentos e reduzir custos com os kits e materiais inicialmente utilizados na computação física. Todavia, conforme De Medeiros e Wünsch (2016), é importante destacar que a plataforma *Tinkercad* é apropriada para ser utilizada como um aporte inicial na aprendizagem de programação, da robótica ou de demais disciplinas.

A respeito da utilização do simulador *Tinkercad* no ensino da física, Alves, Honorato e Tannus (2018) indicam que, além da economia com materiais e a redução dos riscos de danificação de equipamentos nos primeiros contatos com os componentes físicos, o simulador proporciona a possibilidade de experimentação dos circuitos, permitindo desenvolver e testar hipóteses, medir, alterar variáveis e componentes, tudo no simulador e com resultados muito próximos da realidade. Embora não descartem a importância do contato dos alunos com os componentes físicos, os autores complementam: “é certo dizer que o *software* online de simulação de circuitos eletrônicos pode ser usado tanto para fins didáticos quanto para outros fins” (ALVES; HONORATO; TANNUS, 2018, p. 2174).

Logo, diante dos recursos e possibilidades trazidos pela tecnologia para a educação, cabe o seu adequado emprego e utilização no ensino, tendo sempre de modo claro sua finalidade pedagógica. Além disso, o *Tinkercad* tratado nesse estudo, enquadra-se, conforme Gomes, Franco e Rocha (2020), como um software de simulação, pois possibilita a interatividade do aluno com a ferramenta, sendo que o mesmo é capaz de simular processos experimentais e fenômenos físicos que muitas vezes são impossíveis de serem observados em sala de aula, por exemplo.

Os autores complementam ainda que o emprego dos recursos computacionais para o ensino, especialmente da física, incentiva os alunos a experiencarem o que estão aprendendo, interagirem com os novos conceitos e construir seus conhecimentos de modo ativo, instigando neles o gosto pela ciência, bem como contribuindo para a aprendizagem significativa.

Sendo assim o *Tinkercad* é um objeto de estudo dessa pesquisa, o mesmo como apresentado pelos autores pode ser utilizado para facilitar a aprendizagem dos alunos. Na pesquisa a plataforma vai servir como um organizador prévio para a aprendizagem

de experimentos físicos, e assim, podendo facilitar a construção desses experimentos em laboratórios.

Para obter resultados mais específicos e saber como o *Tinkercad* tem favorecido nesses últimos tempos dentro do estudo de física e especificamente em elétrica foi realizado um panorama sobre a utilização da ferramenta *Tinkercad* na literatura nacional e internacional o qual é apresentado no próximo capítulo.

3.1 Tinkercad pesquisas recentes

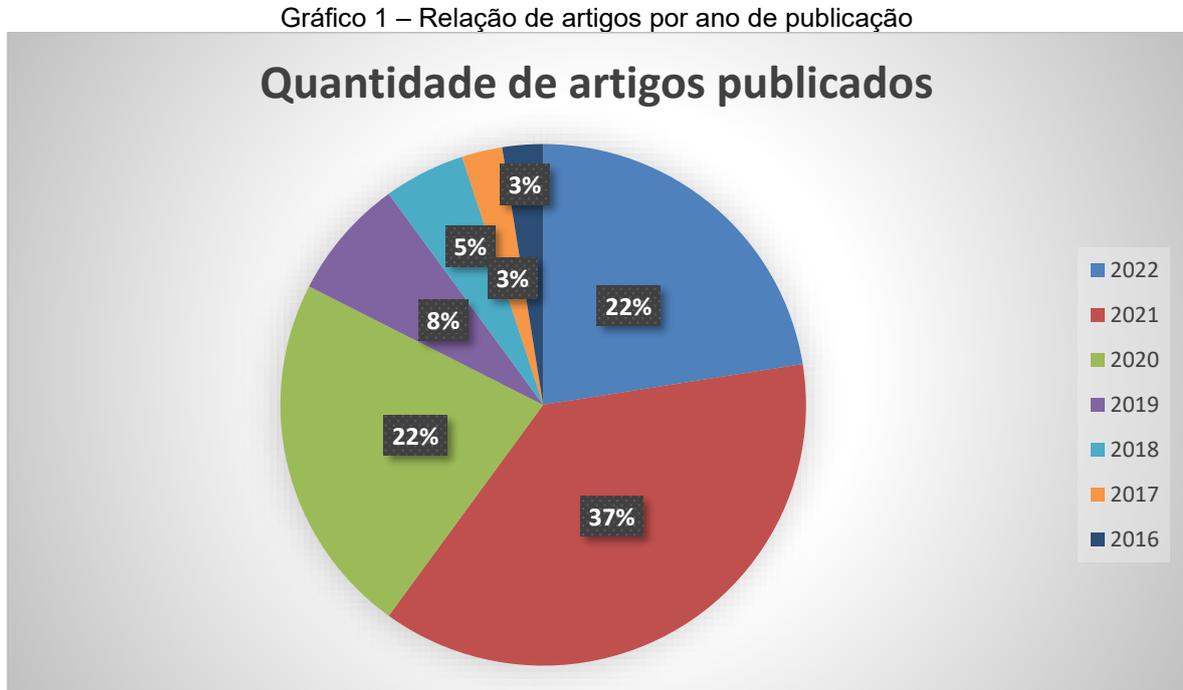
Para essa revisão buscou-se realizar uma revisão de escopo da literatura utilizando o PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses statement—extension to scoping reviews), que traz diretrizes com um conjunto mínimo de itens que devem ser relatados em uma revisão de escopo.

Foram considerados elegíveis para a revisão todos os artigos completos que trouxeram no título ou resumo o termo entre aspas *Tinkercad* e física 3 (eletricidade). Não serão analisados nesta revisão, artigos brasileiros, uma vez que já foram objeto desta mesma pesquisa anteriormente, apresentados no capítulo anterior. Ela trouxe um parâmetro nacional de como o *Tinkercad* pode auxiliar no ensino, e principalmente no ensino de física. Mostrando resultados favoráveis para o uso da plataforma na educação como e podendo ela servir como uma ferramenta para conhecimentos prévios. Também nessa pesquisa foram excluídos desta revisão artigos de literatura cinzenta (artigos que não são controlados pela publicação comercial).

Para a busca, foi utilizada a base de dados *Dimensions* que como estratégia de busca apenas utilizou o termo “*Tinkercad*”, sem a utilização de operador booleanos. E, como ferramenta de apoio para organizar os dados da pesquisa, foi utilizado o software *Mendeley*, que além de auxiliar na recuperação dos dados encontrados, também ajudou na identificação de resultados duplicados e no gerenciamento das referências para o processo de seleção conforme os critérios de elegibilidade.

A busca foi realizada em 29/07/2022 e obteve 92 resultados, dos quais 43 eram artigos completos. Após exportação do resultado para o *Mendeley*, verificou-se que 1 artigo estava duplicado e 6 eram da literatura brasileira, totalizando 36. Desse total,

verificou-se que 60% dos artigos foram publicados nos anos 2020 e 2021, conforme ilustrado no gráfico 1:



Fonte: Autoria própria (2023)

Verifica-se que o tema pesquisado vem aumentando ano pós ano, tendo destaque o ano de 2021, que resultou em 37% das publicações encontradas. Quanto ao tema, analisou-se que os resultados geralmente estão associados à dois grandes eixos temáticos: aprendizagem na educação ou tecnologias, conforme demonstrado na tabela 1. Além disso, muitas pesquisas a partir de 2019, tem relação com inovação ou aprendizagem devido à pandemia de Covid-19.

Quadro 1 – Relação de artigos por eixo temático

	TÍTULO	AUTOR	ANO	EIXO TEMÁTICO
1	Design and Implementation of an Energy Meter System for Optimized Cost using Internet of Things (IOT) Technology	Alattar, Feras N. Hasoon; Azeez, Athar	2021	Tecnologias

2	Arduino como elemento notable en prototipos electrónicos	Chiluisa Chiluisa, Marco; Guaña Moya, Javier; Carvajal Proaño, Andrés; Boada Flores, Rita Paulina	2022	Aprendizagem na educação
3	The Comparative Estimation of Primary Students' Programming Outcomes Based on Traditional and Distance Out-of-School Extracurricular Informatics Education in Electronics Courses during the Challenging COVID-19 Period	Panskyi, Taras; Biedroń, Sebastian; Grudzień, Krzysztof; Korzeniewska, Ewa	2021	Aprendizagem na educação
4	Technical note: A 3D-printed phantom for routine accuracy check of Gamma Knife Icon HDMM system	Wu, Chuan; Radevic, Marlyn B.; Glass, Jennifer S.; Skubic, Stan E.	2018	Tecnologias
5	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının 3D Teknolojilerini Öğrenme ve Uygulama Deneyimleri: Tinkercad Örneği	DOĞAN, Alev; ULUAY, Gülşah	2020	Aprendizagem na educação
6	Comparing Occlusive Balloon Performance Using 3-Dimensional Printed Models of Intracranial Aneurysmal Defects	Knox, Joseph; Sincic, Ryan; McCoy, David B.; Sostarich, Colby; Cooke, Daniel L.	2021	Inovação na saúde
7	An approach for simulating the fitting of rigid gas-permeable contact lenses using 3D printing technology	Zhao, Feng; Wang, Jing; Wang, Linnong; Chen, Lixun	2019	Inovação na saúde

8	Design and implementation of Sun Tracking Solar Panel and Smart Wiping Mechanism using Tinkercad	Patel, Keyur; Borole, Sanket; Ramaneti, Ketan; Hejib, Atharv; Raja Singh, R.	2020	Tecnologias
9	Design of Smart Temperature Monitoring and Automatic Sanitizer Dispenser	Varshney, Gunjan; Askari Rizvi, Syed Hasan; Gupta, Shreya; Tohangar, Riya; Mishra, Vedika; Srivastava, Tushar	2022	Inovação na saúde
10	Designing a Vehicle Collison-Avoidance Safety System using Arduino	Metar, Manas	2021	Tecnologias
11	Designing of Mikrokontroler E-Learning Course: Using Arduino and TinkerCad	Amalia, Direstu; IGAAMOKa, IGAAMOKa; Septiani, Virma; Fazal, M. Rafli	2020	Aprendizagem na educação
12	Diseño e impresión en 3d de protectores de pantallas faciales por docentes universitarios para proteger al personal sanitario ante el Covid-19	Hervás-Gómez, Carlos; Román Graván, Pedro; Domínguez-González, M ^a Ángeles; Reina Parrado, Manuel	2020	Aprendizagem na educação e inovação na saúde
13	Edge Models with the CAD Software: Creating a New Context for Mathematics in Elementary School	Pielsticker, Felicitas; Witzke, Ingo; Vogler, Amelie	2022	Aprendizagem na educação
14	Electronic currency note sterilizer machine	SivaKumar, S. A.; Naveen, R.; Dhabliya, Dharmesh; Shankar, B.	2021	Tecnologias e inovação na saúde

		Maruthi; Rajesh, B Naga		
15	Electronic Systems Design for Driver Alertness	Metar, Manas	2021	Tecnologias
16	Examining STEM Teaching at the Intersection of Informal and Formal Spaces: Exploring Science Pre- service Elementary Teacher Preparation	Douglass, Helen; Verma, Geeta	2022	Aprendizagem na educação
17	Experiencias y beneficios del uso de Arduino en un curso de programacin de primer ao	Tupac-Yupanqui, Miguel; Vidal- Silva, Cristian L.; Snchez-Ortiz, Aurora; Pereira, Felipe	2021	Aprendizagem na educação
18	Exploration of 3D printing to create zero-waste sustainable fashion notions and jewelry	Pasricha, Anupama; Greeninger, Rachel	2018	Tecnologias
19	Exploring the use of 3D Computer-Aided Design and 3D Printing for STEAM Learning in Mathematics	Ng, Oi-Lam	2017	Aprendizagem na educação
20	Implementasi simulasi elektronika dan arduino virtual dengan circuit tinkercad	Costaner, Loneli; Guntoro Lisnawita	2022	Aprendizagem na educação
21	Inexpensive 3D Printed Trainer for Combined Retrograde Intrarenal Surgery and Percutaneous Nephrolithotomy	Coles-Black, Jasmine; Tucker, Harrison; Ischia, Joseph; Woodruff, Maria; Webb, David; Bolton, Damien	2022	Aprendizagem na educação e inovação na saúde

22	Lessons on creating 3d models in SketchUp	Asanbekova, G. K.	2020	Aprendizagem na educação
23	Online training of students of applied physics in the field of circuitry	Luchaninov, D.; Bazhenov, R.; Sabirova, V.; Mamyrova, M.; Zholdosheva, A.	2021	Aprendizagem na educação
24	Organization of distance teaching robotics based on Arduino Uno microcontroller in the Autodesk Tinkercad Virtual Environment	Markushevich, M. V.	2020	Aprendizagem na educação
25	Pengembangan Computational Thinking Melalui IoT Apps Programming Dengan Tinkercad	Rochadiani, Theresia Herlina; Santoso, Handri; Mayatopani, Hendra	2022	Aprendizagem na educação
26	Product Design of Hydrogen Sensing System	Chakravarthi, Sharanya; Meda, Ujwal Shreenag; Harti, Akshit	2022	Tecnologias
27	Simulation of Drainage cleaning Robotics system using solid work Tinkercad software	Salim Sanadi, Mobina; Sardar Satpute, Priyanka; N. Mestri, Mazharhussain; Sanadi, Mobina Salim; Satpute, Priyanka Sardar; N. Mestri, Mazharhussain	2021	Tecnologias
28	Smart Sterilization System pada Ruang Kelas Berbasis UVC	Azza, Annisa Zulfa Nur; Amal, Dawam Faizul; Pinestiti, Farrastika Rey; Alfian, Ndaru Nuridho; Safiinatunnajah,	2021	Tecnologias e inovação na saúde

		Syifaa; Suroso, Dwi Joko		
29	Software Design for Adaptive Laser Headlights	Metar, Manas	2021	Tecnologias
30	Solid modelling as a method for developing space-spatial and creative thinking of primary school students	Klimina, N. V.	2019	Aprendizagem na educação
31	The Development of 3D Printable Stretch Bioreactors	Howell, Andrew P.; Fischer, Kristin	2020	Inovação na saúde
32	The Road to Ubiquitous Personal Fabrication: Modeling-Free Instead of Increasingly Simple	Stemasov, Evgeny; Rukzio, Enrico; Gugenheimer, Jan	2021	Tecnologias
33	TinkerCad - A Web Based Application for Virtual Labs to help Learners Think, Create and Make	Abhuri, Radha; Praveena, Manne; Priyakanth, R.	2021	Aprendizagem na educação
34	Usage abilities of tinkercad online service, in distanced electrotechnics classes	Klak, Dmytro	2020	Aprendizagem na educação
35	User-Friendly 3D Printed Colorimeter Models for Student Exploration of Instrument Design and Performance	Porter, Lon A.; Washer, Benjamin M.; Hakim, Mazin H.; Dallinger, Richard F.	2016	Aprendizagem na educação
36	Using Arduino in studying the section "algorithmization and programming" of the school informatics course as a preparation for learning the basics of engineering	Levushkina, A. S.	2021	Aprendizagem na educação

Fonte: Autoria própria (2023)

Dos 36 artigos apresentados no quadro acima, apenas 7 artigos são pertinentes para a pesquisa. Analisando os 36 artigos, muitos tratam da área da saúde e do *Tinkercad* como aplicação para uso do Arduino. Para utilização do *Tinkercad* como organizador prévio para ensino de física 3, especificamente para o conteúdo de eletricidade poucos artigos internacionais foram encontrados. Sendo assim no quadro 2 a seguir é apresentado os 7 artigos utilizados como análise para um parâmetro internacional da utilização dele no ensino de física.

Quadro 2 – Artigos utilizados como análise

	TÍTULO	AUTOR	ANO	EIXO TEMÁTICO
1	The Comparative Estimation of Primary Students' Programming Outcomes Based on Traditional and Distance Out-of-School Extracurricular Informatics Education in Electronics Courses during the Challenging COVID-19 Period	Panskyi, Taras; Biedroń, Sebastian; Grudzień, Krzysztof; Korzeniewska, Ewa	2021	Aprendizagem na educação
2	Electronic currency note sterilizer machine	SivaKumar, S. A.; Naveen, R.; Dhabliya, Dharmesh; Shankar, B. Maruthi; Rajesh, B Naga	2021	Tecnologias e inovação na saúde
3	Electronic Systems Design for Driver Alertness	Metar, Manas	2021	Tecnologias
4	Examining STEM Teaching at the Intersection of Informal and Formal Spaces: Exploring Science Pre-	Douglass, Helen; Verma, Geeta	2022	Aprendizagem na educação

	service Elementary Teacher Preparation			
5	Implementasi simulasi elektronika dan arduino virtual dengan circuit tinkercad	Costaner, Loneli; Guntoro Lisnawita	2022	Aprendizagem na educação
6	TinkerCad - A Web Based Application for Virtual Labs to help Learners Think, Create and Make	Abhuri, Radha; Praveena, Manne; Priyakanth, R	2021	Aprendizagem na educação
7	Usage abilities of tinkercad online service, in distanced electrotechnics classes	Klak, Dmytro	2020	Aprendizagem na educação

Fonte: Autoria própria (2023)

Como apresentado no quadro acima, os artigos selecionados para análise são pertinentes ao *Tinkercad* aplicado especificamente na área da educação e especificamente no conteúdo de elétrica e tecnologia. Apesar do artigo número 2 tratar especificamente da área da saúde vale uma análise por se tratar do conteúdo voltado a elétrica. A seguir vale o destaque para o artigo 1, o qual realizou experimentos de eletrônica para aulas a distância.

No primeiro artigo do quadro, os autores buscaram desenvolver atividades para aulas de informática no momento da pandemia da COVID-19. Sendo assim os mesmos usaram a plataforma *Tinkercad* para desenvolver aulas de eletrônica com Arduino. Os resultados alcançados na pesquisa demonstraram que os alunos não conseguiram apreender muito bem a programação, mas que a construção dos experimentos e os conceitos de eletrônica foram compreendidos.

Sendo assim, é possível concluir que outras pesquisas apontam como o *Tinkercad* pode auxiliar em aulas para eletrônica, especificamente com simulações.

4 METODOLOGIA

A pesquisa tem caráter quali-quantitativo no ponto de vista da abordagem do problema, uma vez que foi necessário realizar o levantamento de dados estatísticos e em seguida fazer a análise da coleta de dados.

No que se refere aos seus objetivos, a pesquisa é descritiva e empírica, sendo a mesma nos seus procedimentos uma pesquisa-ação, uma vez que envolveu a participação do pesquisador e do grupo que participou da pesquisa.

Por fim, ela se caracteriza como uma pesquisa de campo com natureza aplicada, de modo que ela visa solucionar um problema de um determinado contexto educacional.

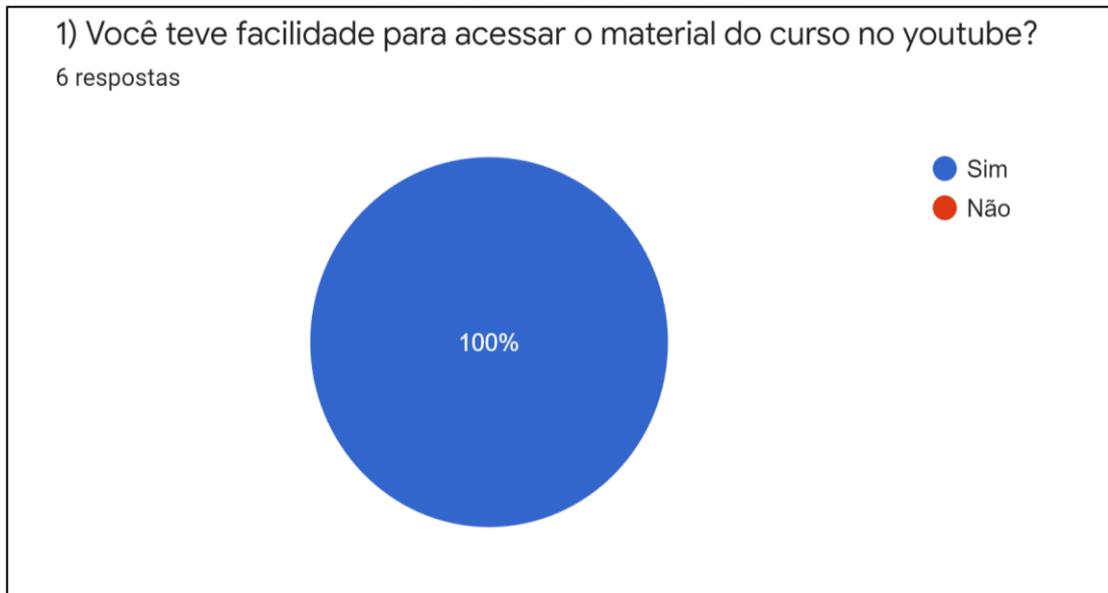
4.1 Pré teste

Com a finalidade de encontrar eventuais erros e riscos que poderiam acontecer na pesquisa, no primeiro semestre de 2022 foi elaborado um pré-teste da pesquisa. Esse pré-teste contou com a participação de alunos e professores internos e externos da instituição onde seria aplicada a pesquisa principal.

Durante esse processo foi explicado aos alunos e professores que o projeto ainda seria aplicado no segundo semestre de 2022. Assim foi explicado como seria esse pré-teste para os acadêmicos de Engenharia da instituição, esclarecido que ele serviria como um organizador prévio, uma vez que esse material poderia auxiliar nas atividades propostas pelo professor da disciplina de Física. Também foi apresentado aos alunos que esse material poderia auxiliar nas montagens de experimentos físicos no laboratório de física durante as aulas práticas. Para os professores que participaram desse pré-teste foi relatado que o material serviria como um organizador prévio, e assim eles poderiam contribuir com a pesquisa dando opiniões, bem como apontando pontos positivos e negativos para aulas futuras.

Em seguida, após o uso do material os participantes (alunos e professores) foram convidados a responder um questionário online, o qual se encontra nos anexos dessa pesquisa. A seguir é apresentado resultados, retirados desse pré-teste e que serviram como base para melhorias na pesquisa principal.

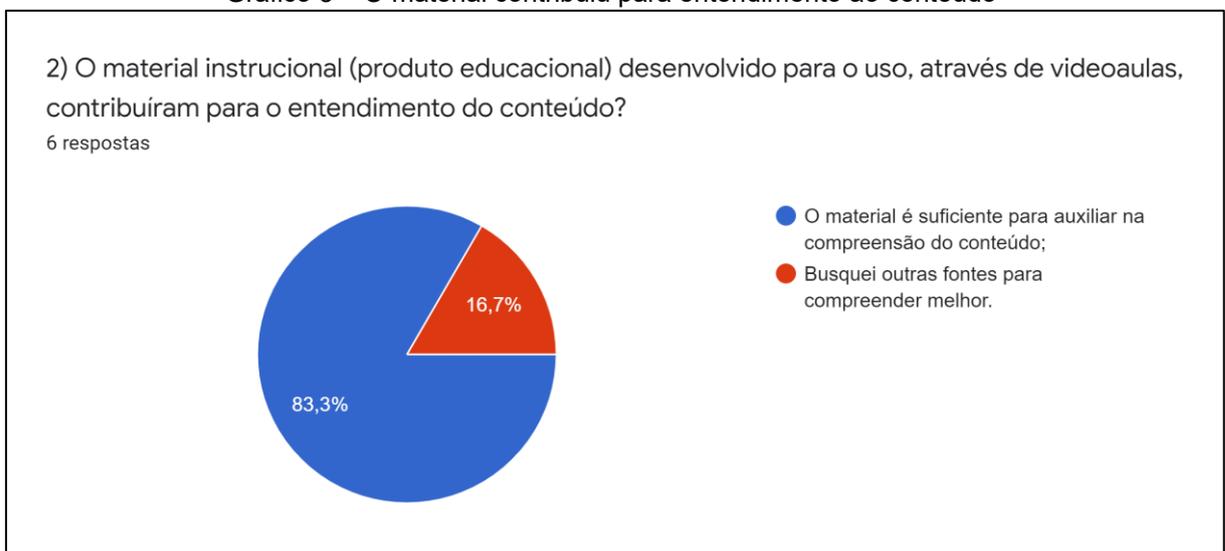
Gráfico 2 – Acesso ao material



Fonte: Autoria própria (2023)

De acordo com as respostas da primeira questão, todos que participaram da pesquisa conseguiram encontrar o material com facilidade. O que mostra que os vídeos na plataforma youtube não tiveram nenhum problema de acesso.

Gráfico 3 – O material contribuiu para entendimento ao conteúdo



Fonte: Autoria própria (2023)

Na segunda questão mais de 80% dos alunos responderam que o material foi suficiente para entendimento do conteúdo. Segundo esses dados o material pode facilitar a aprendizagem do aluno em uma aula à distância ou em momentos sem auxílio de um professor, servindo principalmente como um organizador prévio.

De acordo com a questão número 3, quando perguntado sobre as dificuldades na plataforma, todos os alunos conseguiram encontrar os materiais/componentes eletrônicos na plataforma *Tinkercad*. Os resultados dessa questão demonstram que os materiais auxiliares para plataforma *Tinkercad* junto com as vídeo aulas contribui suficientemente para auxiliar os alunos na construção de projetos a distância.

Ainda esses relataram na questão a importância do desenvolvimento de experimentos nas aulas de Física, uma vez que 100 % dos alunos responderam que a construção do experimento auxilia na compreensão do conteúdo. Isso demonstra a importância do laboratório virtual servindo como um organizador prévio.

Figura 4 – Questão 5

5) Visando a utilização do tinkercad como laboratório de física e do material instrucional para compreender os conteúdos, destaque 3 pontos positivos e 3 pontos negativo do mesmo.

6 respostas

Positivos: Interativo; similar ao real; ensino a distância. Negativos: Interação com equipamentos é insubstituível; por ser virtual o estudante fica muito livre a cometer erros não se concentrando nos acertos; não possibilita todas as possibilidades das medidas elétricas;

pontos positivos são todos, é uma plataforma muito boa e muito fácil acessar, agora pontos negativos até o momento acredito que não tenha.

A plataforma permite testes sem o perigo de errar, é muito completa, e os vídeos auxiliam a nos guiar dentro do site. Por outro lado, a plataforma exige um conhecimento da sua utilização, não apresenta sugestões de soluções para os problemas apresentados no circuito e possui muitas funções a serem compreendidas a curto prazo.

Muito prático para as aulas, bem didático e intuitivo, o que auxilia na compreensão do conteúdo. Senti falta nesse programa de um histórico das mudanças que foram feitas no decorrer do experimento, pois, em alguns momentos eu gostaria de voltar alguns passos e não foi possível.

Fonte: A autoria própria (2023)

Na questão 5 os alunos destacaram pontos negativos e positivos sobre o laboratório na plataforma *Tinkercad*. Como mostra as respostas, os alunos destacaram mais pontos positivos do que negativos. Destacado acima alguns relatos o que mostra que a plataforma pode auxiliar as aulas nas construções de projetos, uma vez que ela possui várias ferramentas elétricas de fácil acesso e manuseio.

As respostas da questão 6 complementam aquelas obtidas na questão 5. Perguntado, se os participantes indicariam ou utilizariam a plataforma no futuro, mais

uma vez as respostas foram positivas, demonstrando que a plataforma teve boa aceitação e pode auxiliar em outros momentos importantes para estudos.

Figura 5 – Questão 7

7) Você consegue destacar pontos positivo que o material tenha possibilitado na construção do seu conhecimento?

6 respostas

facilidade de montagem e análise de circuitos

Avaliações de código de cores de resistores; Montagem em série e paralelo de resistores; Medições com o amperímetro; voltímetro e ohmímetro

sim, já conhecia o gerador de Van der Graaf e foi muito bom descobrir o funcionamento para gerar corrente elétrica como uma introdução a disciplina, e seus fundamentos teóricos.

Auxiliou a entender o funcionamento da plataforma, e como funciona a montagem de um circuito, auxiliando a ter uma base para circuitos mais complexos.

Os vídeos auxiliaram muito na realização do experimento no tinkercad, tudo foi explicado bem detalhadamente, de modo que não houve dúvidas

Consgo destacar a explicação dada das trilhas da placa de ensaio, a escolha dos componentes para se formar o circuito como também a conexão de fios.

Fonte: Autoria própria (2023)

As respostas da questão 7 demonstram a facilidade que todos tiveram na construção do conhecimento através dos vídeos aulas e através da construção dos experimentos com o *Tinkercad*. As respostas destacam a importância do material na construção do conhecimento, o que facilitou os alunos na hora da aprendizagem.

Figura 6 - Questão 8

8) Quais as maiores dificuldades solucionadas depois que você conheceu a plataforma tinkercad? A mesma pode servir como auxílio para as próximas aulas?

6 respostas

ter todo o material necessário e poder fazer outros experimentos com rapidez

A interação dos estudantes com os circuitos elétricos mesmo a distância. Sim, se forem aulas no formato remoto.

nenhuma dificuldade, pode ela é excelente.

Sim! Na plataforma podemos testar sem o medo de errar. Mesmo levando algum tempo para entender seu funcionamento, é uma plataforma extremamente rica para se entender o funcionamento de circuitos elétricos.

Compreendi melhor o conteúdo e agora conheço uma nova plataforma que poderá me ajudar em outros conteúdos similares.

Depois que conheci a plataforma tinkercad pude esclarecer como se formar os circuitos. Pode servir sim para as próximas aulas

Fonte: Autoria própria (2023)

Na questão 8 os participantes demonstraram total satisfação com a plataforma, destacando mais uma vez que a plataforma é excelente para construção de projetos físicos. Ainda importante ressaltar que um participante apresentou a resposta afirmando que a plataforma facilita uma vez que podem acontecer erros e você não danifica o material, isso demonstra a importância de conhecer os materiais antes de iniciar a aula no laboratório físico.

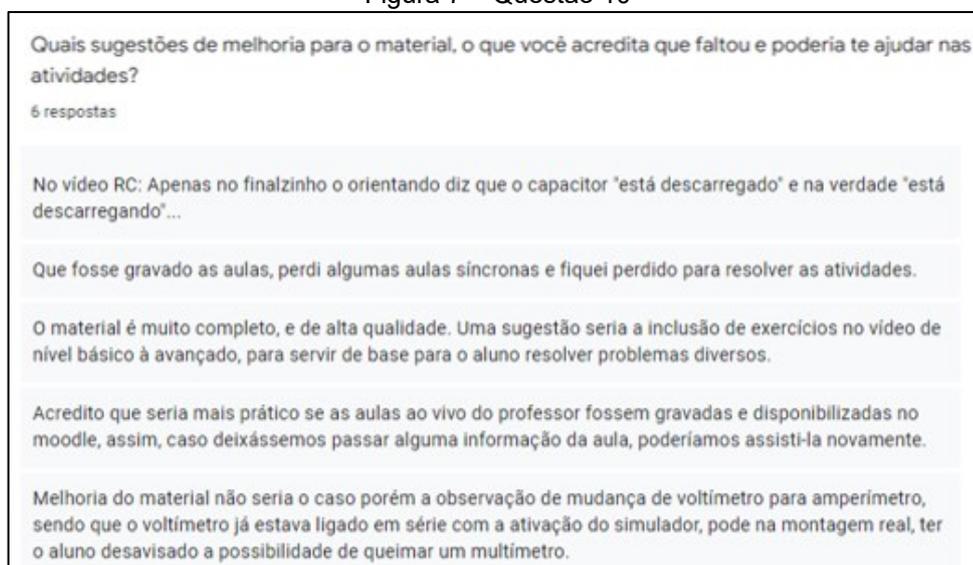
Gráfico 4 – Dificuldade com a atividade após as videoaulas



Fonte: Autoria própria (2023)

Na questão 9 os alunos demonstraram que as dificuldades foram mínimas após o uso do material disponibilizado no vídeo aula. Outros 50% apresentaram que não tiveram nenhuma dificuldade após o uso do material, o que demonstra que o material pode sim servir como apoio didático ao aluno.

Figura 7 – Questão 10



Fonte: Autoria própria (2023)

Na questão 10, perguntado sobre as melhorias. Muitos participantes destacaram um erro que o capacitor estava descarregando, porém ele estava carregando. Esse erro já foi corrigido para a pesquisa futura e ficou disponível a correção no material.

Como ressaltado no início desse pré-teste foi proposto que alguns professores avaliassem o mesmo, e assim fazer alguns ajustes. Uma vez que os professores sabem das necessidades de seus alunos e da importância de se ter um material didático em momentos que os alunos não estão com o professor, e que possa servir como organizador prévio. Também como um escape para a falta de materiais em laboratórios, e outros pontos como locais sem laboratórios podem ser destacado pelos professores para validação da pesquisa.

A seguir será apresentado as respostas dos professores participantes:

Com relação a primeira questão, todos os participantes afirmaram que o material pode ser encontrado facilmente na plataforma. Na pergunta 2 o gráfico mostrou uma resposta diferente dos alunos. Foi possível verificar que 100% dos participantes não precisaram de outros materiais para resolução dos exercícios. Mesmo sabendo que os professores podem ter um conhecimento maior do conteúdo, o material pode ser visto como positivo quando somado os dados com o dos alunos, onde mais de 90 % dos participantes apontam não precisarem de outro material como apoio.

Ainda 100% dos participantes apontaram que não tiveram dificuldades para encontrar as ferramentas na plataforma, demonstrando a facilidade e a praticidade que ela proporciona a seus usuários.

Através das respostas da questão 5 é possível verificar que o material teve muitos pontos positivos, tanto nas respostas dos alunos como a dos professores participantes. Vale destacar que alguns professores apontaram que o material é similar ao real, o que demonstra que o material pode servir como fonte de ensino mesmo em aulas a distância e como um organizador prévio, facilitando a compreensão de conteúdo dos alunos. A seguir é apresentado as respostas dos professores.

Figura 8 – Questão 5

5) Visando a utilização do tinkercad como laboratório de física e do material instrucional para compreender os conteúdos, destaque 3 pontos positivos e 3 pontos negativo do mesmo.

4 respostas

Positivos: Interativo; similar ao real; ensino a distância. Negativos: Interação com equipamentos é insubstituível; por ser virtual o estudante fica muito livre a cometer erros não se concentrando nos acertos; não possibilita todas as possibilidades das medidas elétricas;

pontos positivos, objetividade, facilidade de montagem dos circuitos elétricos, interface gráfica que reproduz fielmente os componentes elétricos reais. Pontos negativos: embora os componentes seja fiéis aos reais, somente a simulação não substitui a prática. A simulação não leva em conta os erros experimentais comuns nos valores nominais de dispositivos elétricos reais.

Positivos: o laboratório virtual possibilita a construção de experimentos em aulas a distância, o que possibilita o aluno a compreender o conteúdo.
Negativos: Se não tiver internet no local, o alunos pode não conseguir fazer a atividade.

Positivos: A plataforma é muito interativa, facilita o ensino em locais sem laboratórios ou até mesmo em aulas a distância. Negativos: Ainda é preciso ter a prática, apesar dos materiais serem parecidos é muito importante a prática.

Fonte: Aatoria própria (2023)

Ainda 100% dos professores apontaram que o material pode sim servir como base para aulas futuras. Isso representa que o material e a plataforma apesar de precisarem de ajustes, tais como o erro que o capacitor estava descarregando, mas ele estava carregando. Fazendo esses ajustes o material pode estar auxiliando professores e alunos nas aulas de Física.

Na questão 7 (mostrada a seguir), os professores participantes apontaram os conhecimentos construídos através do material. Assim como os alunos, ambos tiveram pontos a destacar. Vale o destaque para a resposta de alguns professores, os quais apontaram que:

- 1- Aulas práticas possibilitam a melhor compreensão do conteúdo.
- 2- Linguagem técnica, exposição rápida e objetiva.

Como as aulas são gravadas em vídeo aulas, é importante ter um material claro e objetivo. Isso facilita para que o aluno não canse em ficar em frente ao computador, tornando a aula desgastante ao aluno.

Figura 9 – Questão 7

7) Você consegue destacar pontos positivo que o material tenha possibilitado na construção do seu conhecimento?

4 respostas

Avaliações de código de cores de resistores; Montagem em série e paralelo de resistores; Medições com o amperímetro; voltímetro e ohmímetro

Linguagem técnica, exposição rápida e objetiva e a facilidade de reproduzir e expandir os estudos utilizando a plataforma tinkercad.

Aulas feitas com práticas, possibilitam à visualização do conteúdo de uma maneira mais simples.

Facilidade na compreensão de conteúdos como resistores, circuitos.

Fonte: Autoria própria

Na resposta da questão 8 alguns participantes apontaram que mesmo o material servindo como base, se faz necessário ter um contato físico junto com o professor em aulas presenciais. Porém é importante destacar, que a pesquisa buscar apresentar o material como organizador prévio, facilitando a compreensão do aluno e evitando erros e riscos nas aulas práticas com professores. A seguir é apresentado as respostas dos professores para questão 8.

Figura 10 – Questão 8

8) Quais as maiores dificuldades solucionadas depois que você conheceu a plataforma tinkercad? A mesma pode servir como auxílio para as próximas aulas?

4 respostas

A interação dos estudantes com os circuitos elétricos mesmo a distância. Sim, se forem aulas no formato remoto.

A plataforma permite simular diversas situações de circuitos eletrônicos. Ajudou nos momentos em que as aulas presenciais não puderam ocorrer de modo presencial.

Entender o conteúdo de uma maneira simples através da prática. Sim, pode servir como auxílio.

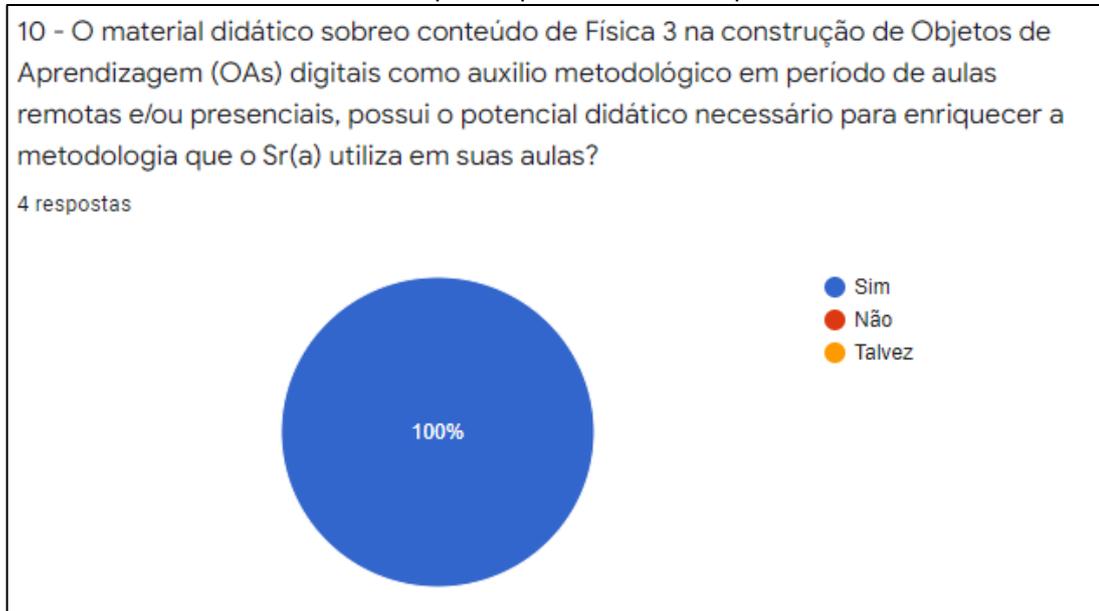
Desenvolvimento de experimentos a distância. Sim em locais que não tenham laboratórios e para aulas a distância.

Fonte: Autoria própria (2023)

Na questão 9 os professores responderam que o material foi suficiente para responder as questões apresentadas nas atividades. Isso mostra que as atividades

propostas estão de acordo com o material vídeo aula disponibilizada aos participantes da pesquisa.

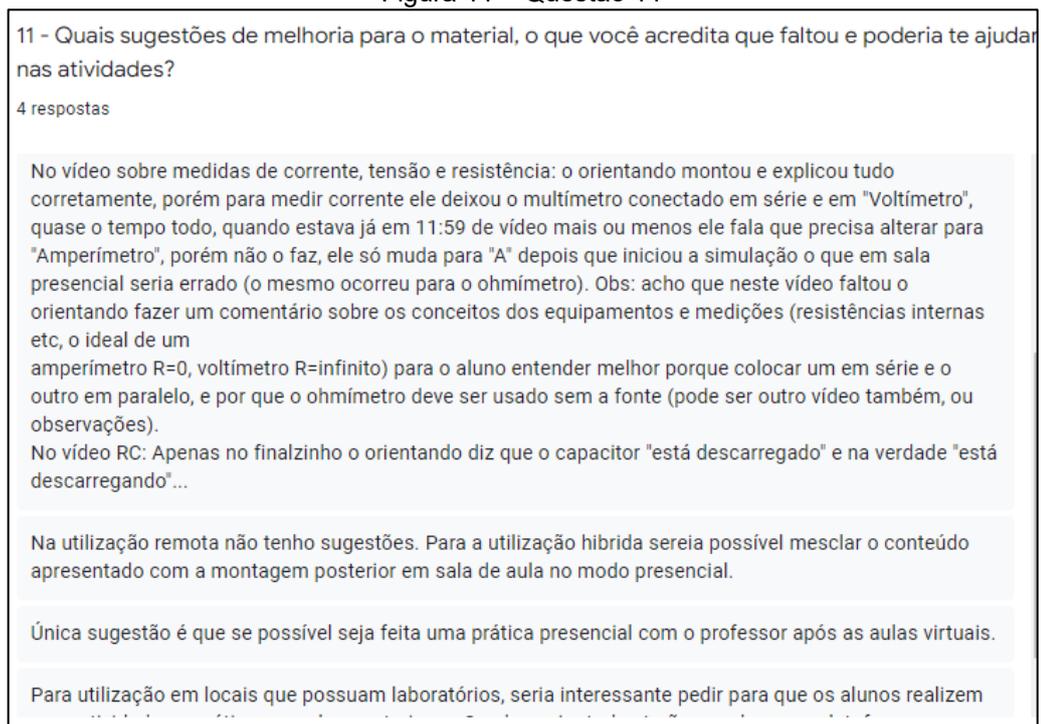
Gráfico 5 – O material possui potencial didático para aulas futuras



Fonte: Autoria própria (2023)

Na questão 10 tive o intuito de verificar com os professores se o material poderia contribuir para a construção do conhecimento dos alunos em momento de aulas a distância ou presenciais em locais sem laboratórios. 100 % dos professores responderam que sim, isso mostra a importância de levar a pesquisa a diante.

Figura 11 – Questão 11



Fonte: Autoria própria (2023)

E para finalizar a questão 11 os professores deixaram algumas sugestões para a pesquisa. Os participantes apresentaram o mesmo erro que os alunos tinham comentado, sobre o capacitor que estava descarregando, porém ele estava carregando, o qual já foi arrumado no material didático.

Sendo assim a participação desses alunos e professores para a pesquisa contribuem de maneira positiva. Demonstra que a pesquisa é de grande importância para construção do conhecimento dos alunos. Demonstrem também que as (ODAs) podem contribuir muito para educação, principalmente em locais que não possuem laboratórios e em aulas intercaladas com remotas e presenciais.

Também a importância dos mesmos para a correção de erros que poderiam acontecer na pesquisa principal. Como destacado por esses durante o pré-teste. Todos os erros apresentados, foram solucionados e refeitos no material. Para a coleta de dados foi elaborado um questionário online que foi aplicado através da plataforma *Google Forms*.

Assim após a aplicação do pré-teste e a correção do erro do capacitor, foi possível dar continuidade na pesquisa, a qual é apresentada no próximo tópico, bem como seu planejamento de aplicação.

4.2 Cronograma da pesquisa

Para dar início a pesquisa, em Agosto de 2022 foi encaminhado um convite aos participantes para participar efetivamente da pesquisa. Este convite realizado durante as aulas de Física, nas turmas de Engenharia da Produção e Bioprocessos da UTFPR – Campus Ponta Grossa, modelo do convite segue no anexo desse material.

Para a aplicação da pesquisa estipulou-se 4 etapas de forma totalmente ead (online):

- Primeira Etapa: Agosto de 2022;
- Segunda Etapa: Agosto de 2022;
- Terceira Etapa: Agosto e Setembro de 2022;
- Quarta Etapa: Setembro e Outubro de 2022.

Primeira Etapa

Essa etapa que aconteceu do dia 02 de Agosto ao dia 09 de Agosto de 2022, foi destinada a aplicação do questionário inicial, constituído de 10 questões, divididas em respostas abertas, fechadas (dicotômicas, múltipla escolha e resposta única), objetivando conhecer a realidade dos alunos. Buscou nesse questionário conhecer os participantes, também saber se os mesmos possuem conhecimento a respeito do uso da plataforma *Tinkercad*, a dificuldade desses com aulas de física sem experimento, para que assim pudesse servir a pesquisa como um organizador prévio.

Esta etapa da pesquisa foi realizada totalmente online através de um questionário elaborado no *Google Forms*, permitiu de forma gratuita obter as respostas e participação dos alunos.

Segunda Etapa

Na segunda etapa, que aconteceu entre o dia 09 de agosto ao dia 15 de agosto de 2022 os alunos participantes foram convidados a realizar o cadastro na plataforma *tinkercad*, de modo que pudessem participar ativamente do projeto.

Nesta etapa os alunos também conheceram e puderam explorar as diversas ferramentas dentro da plataforma *tinkercad*, uma vez que ele possui um laboratório virtual online com diversos materiais para construção dos experimentos.

Nessa etapa também foi apresentado o cronograma da pesquisa e ressaltado que ela teria atividades no *moodle* acadêmico da disciplina de Física. Apresentado também os conteúdos bem como as datas para realização de cada atividade. Ele seguiu as especificações do quadro a seguir.

Quadro 3 – Cronograma das aulas a serem realizadas no projeto.

Aula	Tema	Carga Horária	Data	Participantes
1	Introdução ao Tinkercad;	ead	17 de Agosto de 2022	Alunos Engenharia/ UTFPR
2	Materiais elétricos e Circuitos elétricos;	1 hora	24 de Agosto de 2022	Alunos Engenharia/ UTFPR

3	Resistores;	1 hora	07 de Setembro de 2022	Alunos Engenharia/ UTFPR
4	Leis de Kirchhoff (Lei dos nós e lei das malhas);	1 hora	14 de Setembro de 2022	Alunos Engenharia/ UTFPR
5	Capacitores;	1 hora	21 de Setembro de 2022	Alunos Engenharia/ UTFPR

Fonte: A autoria própria (2023)

Terceira etapa

Nesta etapa que aconteceu entre os dias 17 de Agosto e 21 de Setembro de 2022, os alunos foram convidados a desenvolver as atividades proposta de acordo com o calendário apresentado. Para desenvolver as atividades, os alunos seguiram o seguinte roteiro:

- Acessaram as atividades moodle;
- Abrir a disciplina proposta;
- Entrar na aula do dia;
- Acessar o link da vídeo aula com conteúdo e experimento proposto;
- Em seguida realizar a atividade que acompanha e encaminhar.

O conteúdo trabalhado durante cada vídeo aula, segue o roteiro apresentado na etapa 2. Todas as atividades desenvolvidas (aula a aula) estão no produto educacional vinculado a esta dissertação.

Quarta etapa

Durante o período dos dias 21 de Setembro a 20 de Outubro de 2022, a quarta etapa destinada a aplicação de questionário final, constituído de 10 questões, divididas em respostas abertas, fechadas (dicotômicas, múltipla escolha e resposta única), no sentido de avaliar o potencial didático no uso da plataforma *Tinkercad* para construção de experimentos e aprendizagem significativa de conceitos relacionados

a eletricidade.

Foi feito uma avaliação do ganho metodológico no ensino-aprendizagem em situação remota e a possível incorporação dessa metodologia durante e pós-pandemia através da coleta e análise dos dados de cada atividade e aula desenvolvida, podendo o mesmo servir como organizador prévio em aulas de laboratório de física.

A análise da pesquisa será mostrada no próximo capítulo através de gráficos e dados estatísticos para que possamos tabular os resultados e exercitar reflexões em cada uma das atividades propostas, o que dará maior versatilidade ao tema da pesquisa, fazendo uma relação direta com as respostas dadas pelos alunos via o questionário inicial.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A referida pesquisa contou com uma análise quali-quantitativa de objetivo descritivo e de procedimento através do levantamento de dados estatísticos e informações pertinentes a área pesquisada. A análise, aqui apresentada, incide sobre os dados coletados por meio dos questionários inicial e final respondidos pelos alunos participantes de forma totalmente online, também pelas atividades realizadas por esses.

As informações foram organizadas, classificadas e tabuladas de maneira que o pesquisador pudesse ter um perfil global dos alunos participantes e com esses dados em mãos fosse possível responder ao foco principal desse estudo que é a possibilidade da plataforma tinkercad ser favorável no desenvolvimento de experimentos e assim servir como um organizador prévio para o ensino de física, especificamente para o conteúdo de elétrica, facilitando a compreensão de conceitos físicos e evitando eventuais riscos em aulas no laboratório físico.

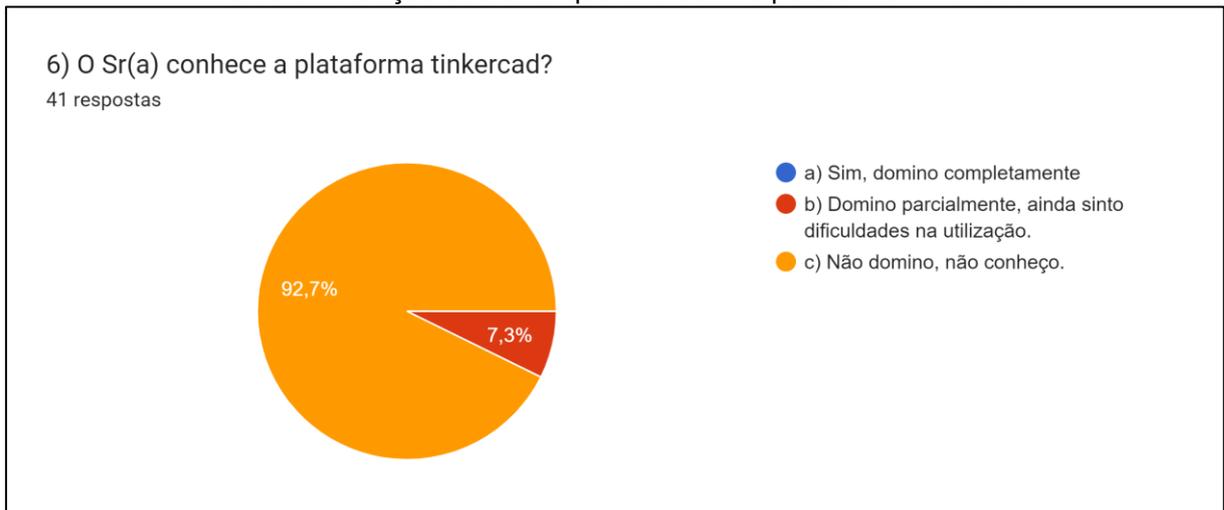
Para os resultados mostrados a seguir, todos foram computados a partir de uma pesquisa inicial e utilizou-se do gerador de gráficos da plataforma de pesquisa online *Formulários Google*. Os resultados a seguir apresentam as respostas do questionário inicial, em ordem das perguntas.

Também será apresentado uma análise de dois grupos, dos quais um ocorreu a aplicação da pesquisa como organizador prévio. Já o outro, não ocorreu aplicação da pesquisa, assim, foi realizada uma comparação entre notas e a eficiência da pesquisa.

5.1 Questionário

Primeira Etapa (Conhecimento da Plataforma *Tinkercad*)

O objetivo principal desta etapa era fazer uma análise criteriosa para obter o maior número possível de informações dos participantes a respeito do seu conhecimento com a plataforma *Tinkercad*. O resultado a seguir mostra um número expressivo de alunos que ainda não conheciam a plataforma.

Gráfico 6 – Relação de alunos que conhecem a plataforma *Tinkercad*

Fonte: Autoria própria (2023)

Isso mostra que a plataforma apesar de ser muito utilizada atualmente, ainda não é conhecida por uma grande parcela dos estudantes da universidade. Assim fica ainda mais claro a importância do material disponibilizado como introdução a plataforma *Tinkercad*, o qual encontra-se em anexo de trabalho. O mesmo tem objetivo de demonstrar todas as ferramentas que a plataforma disponibiliza de maneira online e gratuita aos seus usuários.

Segunda Etapa (Conexão com a Internet)

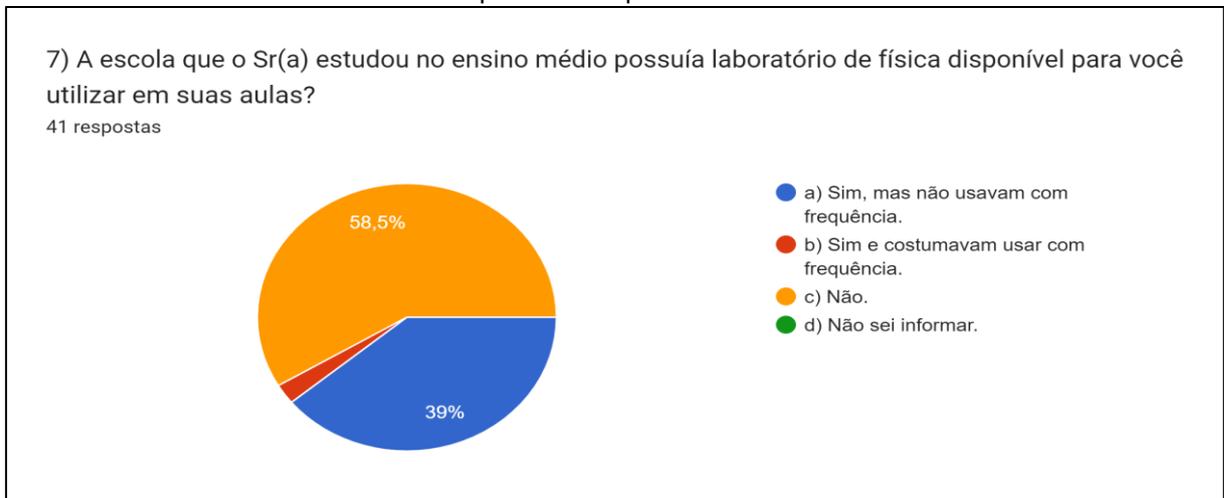
Na segunda etapa foi apenas questionado os estudantes sobre a conexão com a internet, uma maneira de garantir que todos poderiam participar da pesquisa mesmo que de suas residências. O resultado apresentado por eles, garantiu que a pesquisa seria feita sem problemas, pois todos possuíam internet de boa qualidade. Por garantia ainda as video aulas, ficaram expostas na plataforma youtube para acesso em momento oportuno.

Terceira etapa (Alunos que tinham contato com Laboratório de Física)

O objetivo principal desta etapá era buscar resultados sobre alunos que tinham laboratório de física na escola em que estudavam no ensino médio, que de alguma forma já tivera algum contato com laboratório. Isso se faz necessário, uma vez

que a pesquisa busca ser um organizador prévio para aulas de física.

Gráfico 7 – Escola que estudou possuía laboratório de Física.



Fonte: Autoria própria (2023)

O resultado demonstra que mais da metade dos alunos que participaram da pesquisa não tinham laboratórios para física experimental. Outros 39% apresentaram que tinham mas não costumavam utilizar e outros 2,5% demonstram que sim e costumavam usar com frequência. Esse resultado expressa um número muito alto de alunos que não tinham contato com laboratório, o que pode assegurar que a plataforma *Tinkercad* pode servir como facilitador em momentos como esse, servindo de organizador prévio, facilitando a vida acadêmica do aluno. Uma vez que a mesma possui quase todos os materiais de maneira virtual, precisando apenas de conexão com a internet.

Quarta etapa (Conhecimento com outra plataforma virtual)

Nesta etapa buscou-se medir a quantidade de participantes que conhecem outra plataforma virtual, assim esse resultado demonstra o número de pessoas que já utilizaram plataformas online para experimentos de física, ou para construção de projetos. Isso se faz importante uma vez que plataformas online possibilitam a interação e compreensão de conteúdo.

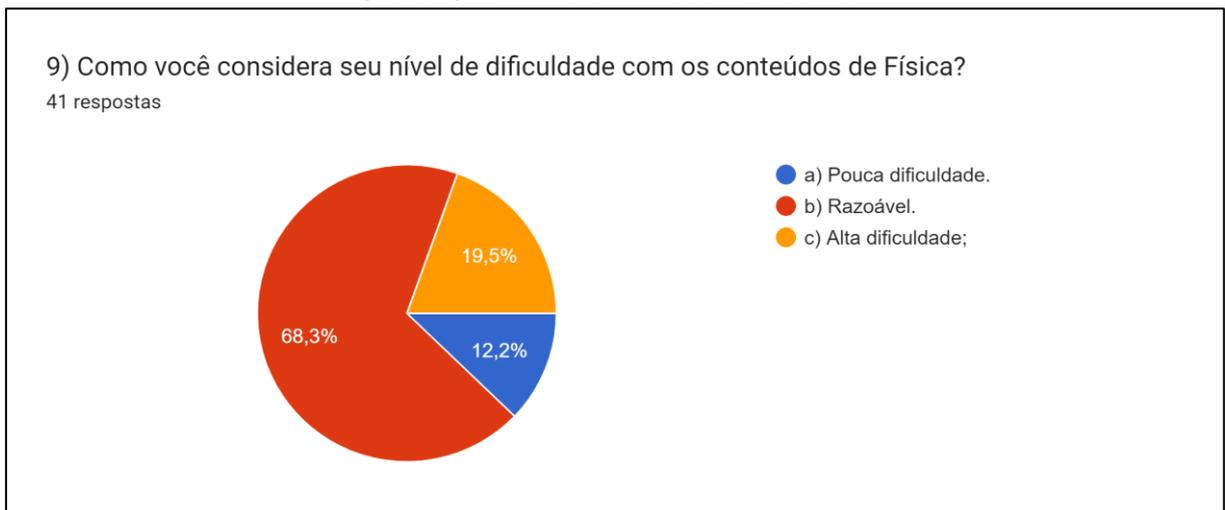
Um total de 92,7% dos participantes não conhece nenhuma plataforma online e gratuita, apesar de existirem muitas tecnologias, ainda que o mundo esteja cada vez mais conectado, a pesquisa demonstra que os estudantes não conhecem outros

meios para atividades fora do laboratório físico. Assim fica ainda mais clara a importância do projeto. Uma vez que além de apresentar o *Tinkercad* a todos os participantes da pesquisa eles podem realizar interação como todos os recursos disponíveis na plataforma.

Quinta etapa (Dificuldade com o conteúdo)

Aqui buscou-se medir o conhecimento que os alunos possuem com a disciplina de Física 3, para isso foi medido o nível de dificuldade que cada um possui. Essa questão se fez importante para medir o antes e depois dos alunos participantes da pesquisa.

Gráfico 8 – Nível de dificuldades em Física



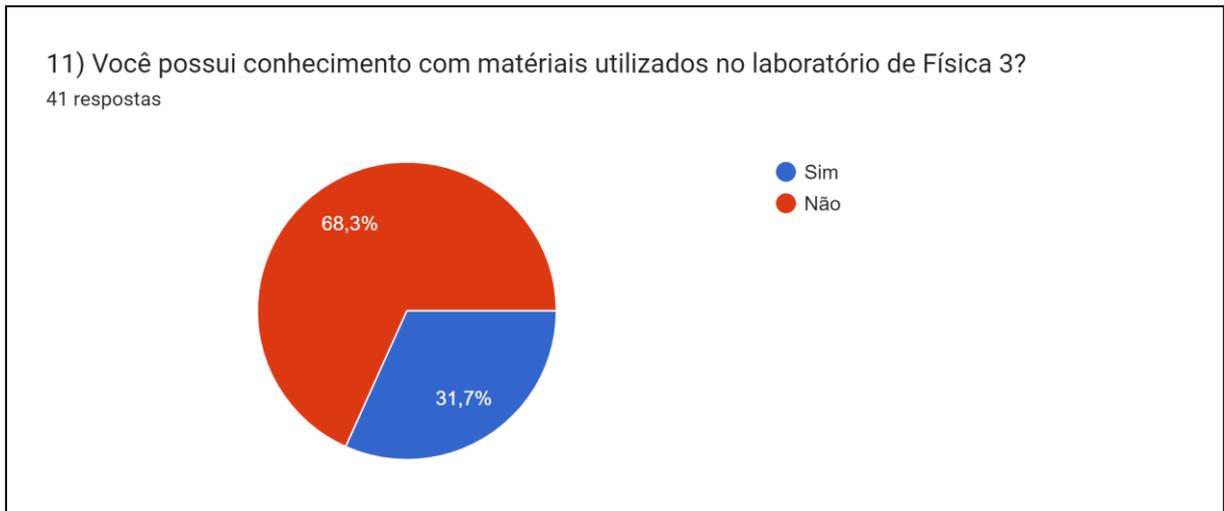
Fonte: Autoria própria (2023)

Conforme mostra o gráfico, 68,3% das pessoas relatou apresentar uma dificuldade mesma que razoável para a disciplina de física. Com isso fica clara a importância de mostrar toda uma base através de experimentos, para que eles possam compreender e ter um sentido de todo o conhecimento da disciplina.

Sexta etapa (Conhecimento com materiais do Laboratório)

Para esta etapa buscou-se descobrir quais alunos tinham conhecimento acerca dos materiais do laboratório de Física 3. Isso se faz importante uma vez que a pesquisa deseja utilizar a plataforma como organizador prévio, facilitando assim a hora da construção dos experimentos em laboratório físico.

Gráfico 9 – Conhecimento com materiais de física



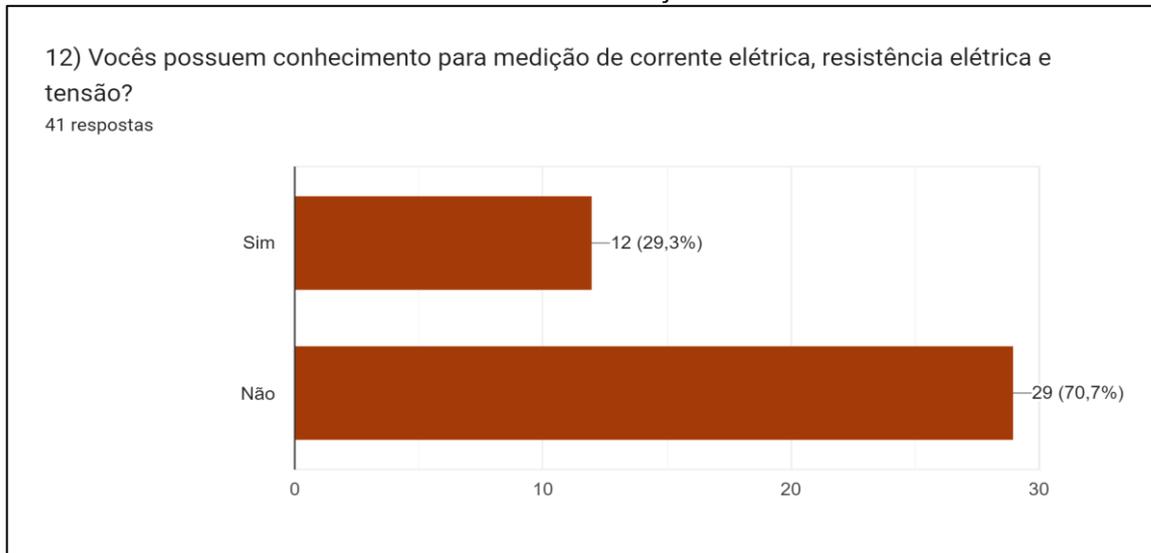
Fonte: Autoria própria (2023)

Conforme mostra o resultado, 68,3% dos alunos não tem conhecimento dos materiais de laboratório. Isso mostra a importância da pesquisa, uma vez que a mesma apresentou de maneira online todos os materiais, práticas e atividades para que nas aulas seguintes os alunos pudessem estar usando laboratório físico. Isso também possibilita uma análise a respeito da importância de apresentar antes o conteúdo de maneira virtual utilizando a plataforma *Tinkercad*, diminuindo os riscos de danos com materiais na hora das aulas práticas em laboratórios reais.

Sétima etapa (Conhecimento para medição de corrente elétrica)

Esta etapa buscou resultados afim de medir o conhecimento dos alunos com materiais específicos de Física 3, como a medição de corrente elétrica. Isso se faz importante uma vez que a pesquisa foi voltada para laboratório de física 3. Assim buscou-se entender qual o nível de conhecimento dos participantes com esse conteúdo.

Gráfico 10 – Conhecimento com medições de corrente elétrica



Fonte: Autoria própria (2023)

Como mostra o gráfico 70,7% ainda não possuem conhecimento suficiente com o conteúdo, aqui se faz importante ressaltar a importância mais uma vez do material apresentado aos participantes. Uma vez que o mesmo possibilitou uma introdução de conteúdo, assim eles tiveram um conhecimento prévio do que desenvolveriam na prática em laboratório físico.

O primeiro questionário apresentado acima buscou descobrir pontos importantes para a pesquisa e medir a importância da mesma para os acadêmicos. Assim através deste questionário inicial a pesquisa pode ser realizada e uma abordagem de conteúdos pode ser feita afim de tornar a mesma um organizador prévio, e a partir do qual os alunos pudessem ter uma base de conhecimento para então seguirem com os conteúdos e darem continuidade na disciplina.

A seguir será apresentado o segundo questionário, o qual teve por finalidade medir o avanço que os alunos tiveram no conhecimento e também na construção de experimentos de física 3.

As resposta do próximo questionario tambem está apresentada por etapas, afim de analisar cada situação isolada, para obter um melhor resultado.

5.2 Questionário 2

Participaram do questionario 2 apenas 17 participantes dos 41 que iniciaram,

por motivo de desistência da disciplina ou do curso. Com esse número fez-se uma análise sobre o resultado da pesquisa.

Primeira etapa (Auxílio do vídeo para construção dos experimentos)

Nesta etapa buscou entender como o vídeo auxiliou os alunos na construção dos experimentos, uma vez que as vídeo aulas ficaram disponíveis para que estes pudessem acessar e desenvolver os experimentos. Para essa primeira questão todos os participantes responderam que os vídeos auxiliam na hora da prática e isso deixa clara a importância de se ter um vídeo aula disponibilizada aos usuários para que possam seguir com a construção de qualquer projeto na plataforma *Tinkercad*. Esse resultado também demonstra o quanto o material pode auxiliar os alunos em uma aula futura em laboratório físico, uma vez que o material fica disponibilizado de maneira gratuita a todos os participantes.

Segunda etapa (Auxílio do material como organizador prévio)

A fim de medir a associação do material como organizador prévio, a seguinte pergunta foi feita aos alunos no final do projeto.

Gráfico 11 – Ligação dos componentes do vídeo com o projeto físico



Fonte: Autoria própria (2023)

Como pode-se observar 94,1% dos participantes responderam que sim, que o material pode auxiliar na hora da construção do projeto físico. Isso demonstra a importância de se ter um material para conhecimento antes das aulas práticas em laboratório físico, uma vez que o aluno já vai com o conhecimento para o laboratório,

evitando assim erros e perda de material. As aulas com organizador prévio podem também facilitar o entendimento do aluno nas leituras específicas dos materiais, como mostra o resultado do gráfico a seguir.

Gráfico 12 – Relação dos alunos que fizeram leitura facilmente do projeto



Fonte: Autoria própria (2023)

Como mostrado no gráfico 82,4% dos alunos responderam que conseguiram identificar facilmente as leituras quando o experimento foi feito em laboratório físico. Um percentual alto que demonstra que o organizador prévio auxilia e muito na aprendizagem antecipada do aluno.

Outro fator importante nesta etapa é que os alunos responderam que as vídeo aulas auxiliaram na construção do conhecimento, como podemos ver nos resultados a seguir.

Gráfico 13 – Os vídeos auxiliaram a sua aprendizagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Também procurou-se avaliar o resultado que o material obteve com os participantes, foi questionado os mesmo sobre a importância de ver as vídeo aulas antes de construí um experimento em laboratório físico. As respostas a seguir foram apresentada de forma descritiva por 11 participantes, número que demonstra a importância do mesmo.

Figura 12 – Questão 7

7) Descreva sua experiência com o uso da vídeo aula antes da montagem do circuito em laboratório, bem como vantagens e desvantagens se tiver.

11 respostas

Assistir o vídeo antes da aula é de grande apoio, pois temos noção de como será o experimento e o que esperar dele

Auxiliou muito no entendimento de como associar os resistores com o multímetro e o voltímetro, além de auxiliar a compreender como utilizá-los de forma física

Com o auxílio do vídeo eu consegui ter mais facilidade em montar o circuito em sala de aula

No começo eu tive bastante dificuldade pois o vídeo e a plataforma estavam um pouco diferentes, porém depois que eu consegui compreender os estágios em que o vídeo se tratava a atividade ficou mais fácil, e o no laboratório ficou ainda melhor com a explicação do professor

A vídeo aula proporciona um entendimento mais detalhado do experimento.

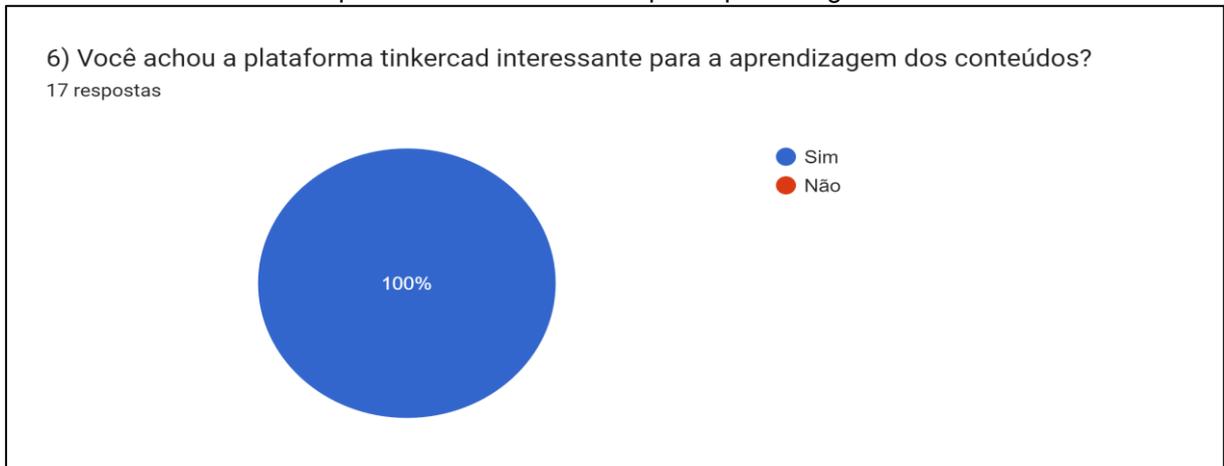
Fonte: Autoria própria (2023)

Importante destacar que não teve resultados negativos, 100% dos 11 participantes apresentaram total satisfação com o conteúdo apresentado e da maneira como foi apresentado, garantido assim um conhecimento prévio aos participantes.

Terceira etapa (Plataforma *Tinkercad* como auxiliadora na aprendizagem)

Por fim foi questionado aos participantes sobre a aprendizagem através da plataforma *Tinkercad*.

Gráfico 14 – A plataforma é interessante para aprendizagem dos conteúdos



Fonte: Autoria própria (2023)

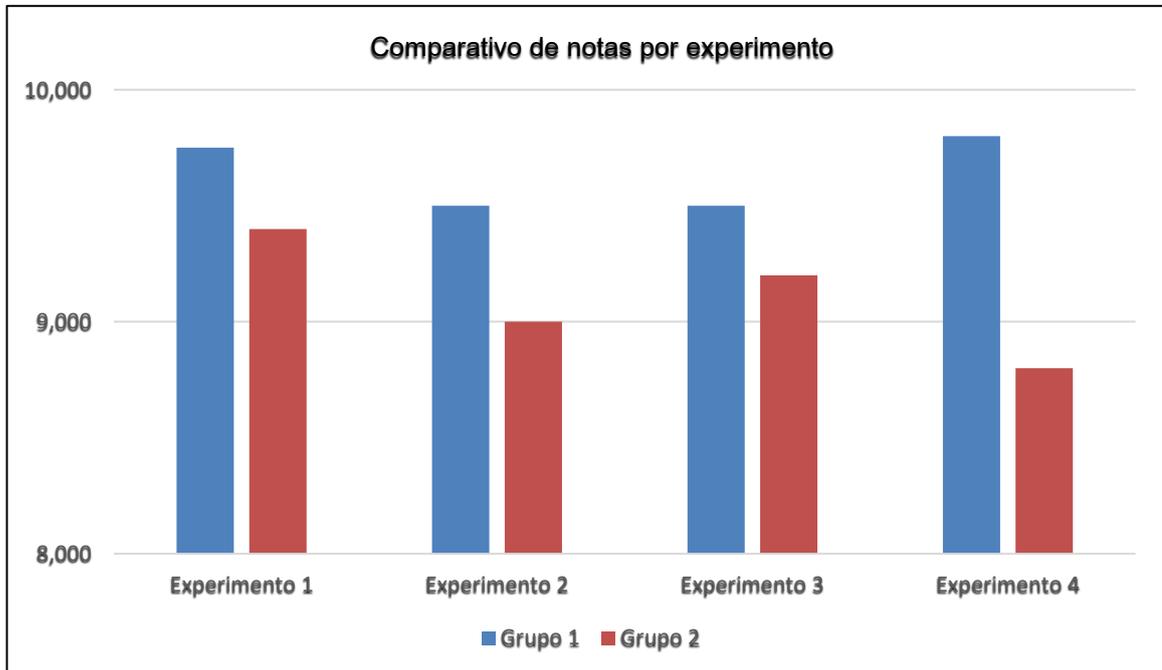
Dos participantes, 100% responderam que a plataforma pode auxiliar na aprendizagem. Isso corrobora nossa hipótese da pesquisa, uma vez que a mesma como organizador prévio pode servir como base para professores e estudantes, auxiliando na aprendizagem.

5.3 Análise dos grupos (Participantes e não participantes)

Ainda afim de avaliar se a pesquisa ocasionou uma evolução nos participantes, foi analisado duas turmas, das quais uma delas não participou da pesquisa. Essa análise se faz necessário para comparar a evolução e o progresso dos alunos que participaram da pesquisa e tiveram um organizador prévio antes de ter o contato com o experimento físico. Assim é possível construir um panorama e validar se a pesquisa pode auxiliar e servir como um organizador prévio.

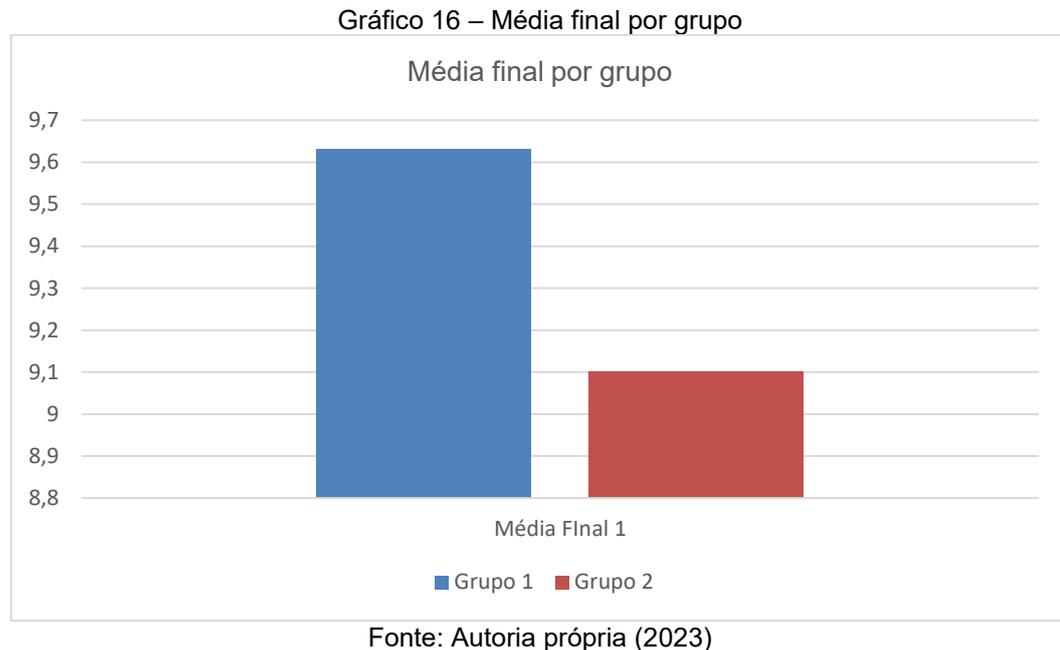
Os resultados apresentados a seguir fazem a comparação dessas duas turmas. Na qual o grupo 1 são os participantes da pesquisa, e no grupo 2 os que não participaram. Os resultados apresentados levam em consideração a média de cada turma por experimento e o resultado final de cada turma.

Gráfico 15 – Comparativo de notas por experimento



Fonte: Autoria própria (2023)

Conforme mostrado acima, é possível fazer uma análise como forma de complementação para validação da pesquisa. O grupo (1), o qual participou da pesquisa, obteve uma média superior que ao grupo (2) em relação a média por experimento. Análisisando o gráfico é notório que o grupo (2) teve médias próximas a 9.0, já o grupo 1 médias superior a 9.0. Isso reflete diretamente no resultado final. Como mostrado no próximo gráfico. Vale ressaltar que as médias foram feitas de acordo com análises de resultados durante o processo de aplicação da pesquisa, nas quais o grupo (1) apresentou médias de (9.75; 9.5; 9.5; 9.8), e o grupo (2) apresentou médias de (9.4; 9.0; 9.2; 8.8) assim fez-se a média final para cada um.



O gráfico acima mostra que o grupo (1) obteve média final de 9.63, enquanto o grupo (2) obteve média final de 9.1. Isso vem de encontro com os registros apresentados por esses alunos, os quais fizeram relatos de que a pesquisa contribuiu para evolução do conhecimento e que esse organizador prévio pode sim auxiliar os mesmos em aulas práticas em laboratório.

Ainda olhando os outros experimentos realizados durante o semestre, é possível observar que o grupo (1) conseguiu tirar uma maior média de nota 10 nos experimentos, principalmente nos 4 primeiros. Demonstrando assim, que um organizador prévio pode auxiliar os alunos, fazendo com que os mesmos, conheçam os materiais, se relacionem com o experimento, tenham um contato antecipado do que será estudado nas aulas, e assim conseguir tirar um proveito maior de cada aluno. Uma vez que os mesmos já vão estar cientes do conteúdo na hora da aula.

Apesar de 47 alunos iniciarem a pesquisa, o resultado experimental apresentado, é resultado de uma média pela qual finalizou, e responderam questionários. Sendo assim, alguns participantes desistiram do curso, e esses resultados não puderam ser computados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação buscou apresentar um organizador prévio para o ensino de Física 3. Com as mudanças que tivemos nos últimos tempos, devidas as complicações da Pandemia da Covid-19, muitas instituições de ensino passaram a buscar inovações para desenvolver os conteúdos das disciplinas com os alunos de forma remota. Se tratando do ensino de Física, os Objetos Digitais de Aprendizagem, especificamente a plataforma *Tinkercad*, proporciona aos professores uma maneira de realizar simulações mesmo que a distância, servindo como organizador prévio para aulas de laboratório. Sendo assim essa plataforma pode auxiliar os professores também para aulas presenciais, uma vez que ela diminui danos aos materiais, apresentando um conhecimento prévio aos alunos. Para isso foi desenvolvido na pesquisa um material que serviu de auxílio durante as aulas de física, os participantes fizeram as atividades propostas de maneira virtual e em seguida puderam construir o mesmo projeto em laboratório físico.

Com isso o resultado apresentado pelos participantes através de questionário e analisando a tabela de notas finais de alguns participantes da pesquisa, foi possível concluir que a plataforma *Tinkercad* tem grande potencial para o ensino de Física, uma vez que os participantes demonstraram total satisfação com o material. Muitos ainda afirmaram que após a utilização do material tudo ficou mais simples e fácil para o desenvolvimento do projeto físico, demonstrando a potencialidade que esse organizador prévio pode trazer a professores e estudantes. E esse resultado expressivo apresentado por eles, foi possível verificar através da comparação de notas entre as duas turmas, uma que participou e outra que não participou da pesquisa.

A pesquisa foi validada através de uma aplicação de experimentos para ensino de Física 3 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Ponta Grossa), afim de buscar indicativos que permitissem avaliar o quanto a plataforma *Tinkercad* pode auxiliar na aprendizagem significativa dos alunos como uma ferramenta de organizador prévio. Contudo cabe ainda para trabalhos futuros, estabelecer um número maior de experimentos, uma vez que para essa pesquisa foram utilizados apenas 4 experimentos.

Mesmo sabendo que outras áreas da física também são importantes, a pesquisa abordou conceitos de elétrica, uma vez que a plataforma *Tinkercad* permite

desenvolver projetos relacionados a essa área de assunto. Isso demonstra que a pesquisa pode ser ampliada para outras áreas de conhecimento da física, encontrando plataformas gratuitas que possam realizar as atividades.

Todo o material elaborado na dissertação está no produto educacional o qual está vinculado nessa pesquisa. O mesmo conta com atividades, roteiros de experimentos e uma base para que professores possam utilizar em suas aulas. Além, de aulas que estão disponibilizadas na plataforma youtube no meu canal intitulado como (@paranaemfoto), onde o mesmo conta com uma playlist exclusiva chamada de robótica. Este serve como forma de complemento para os roteiros de experimentos.

Como proposta de melhoria na pesquisa, para trabalhos futuros sugere-se um maior número de experimentos e a aplicação do mesmo em outras áreas da física, podendo assim ampliar o nível de conhecimento e de organizadores prévios para aulas práticas. Por fim, a pesquisa buscou demonstrar como o Tinkercad pode servir como organizador prévio para aulas práticas de eletricidade no ensino de física.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. V. C. G.; HONORATO, G. A.; TANNUS, A. Utilização de software online para desenvolvimento de circuitos eletrônicos de amplificadores. **CIPEEX**, v. 2, p. 2165-2174, 2018.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo**. Trillas, 1983.
- AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: A Cognitive View**. Holt, Rinehart and Winston. 1968.
- AUSUBEL, D.P. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. 1980.
- AUSUBEL, D.P. **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 2000.
- BARBOSA, C. D.; *et al.* O movimento de cargas elétricas em um fio condutor: cuidados com as simplificações das simulações no ensino de física. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017.
- CARVALHO, A.; *et al.* Objetos digitais de aprendizagem no ensino de Física básica: um estudo de caso com simuladores virtuais em uma escola de ensino público estadual. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 3, p. 263-272, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/99481>. Acesso em: 16 abr. 2021.
- FRANZOIA, F.; *et al.* Programando para criar objetos de aprendizagem digitais de ondulatória. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, p. 1063, out. 2018. ISSN 2316-6533. Disponível em: <https://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/8065>. Acesso em: 21 abr. 2021.
- FREIRE, E.; ESPINOZA, E.; *et al.* Transcendência do conhecimento prévio no processo de ensino-aprendizagem. **Revista Sociedad & Tecnología**, v. 4, n.2, p. 235-247, 2021.
- GOMES, E. C.; FRANCO, X. L. S. O.; ROCHA, A. S. **Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino de Física**. EDUFT, 2020.
- GREIS, L. K.; REATEGUI, E. Um simulador educacional para disciplina de física em mundos virtuais. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 2, 2010.
- LOPEZ, R. J. La importancia de los conocimientos previos para el aprendizaje de nuevos contenidos. **Revista Innovacion y Experiencias Educativas**, n. 45, 2009.

MARTINS, E. F.; BASSO, M. V. A. Concepção de objetos digitais de aprendizagem para combinatória nos anos iniciais. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/86032>. Acesso em: 15 abr. 2021.

MEDEIROS, L. F.; WÜNSCH, L. P. Ensino de programação em robótica com Arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 26, n. 2, 2019.

MERCADO, L. P. L.; SILVA, A. M.; GRACINDO, H. B. R. Utilização didática de objetos digitais de aprendizagem na educação on-line. **Eccos - Revista Científica**, São Paulo, v. 10 n. 1, p. 105-123, jan./jun. 2008. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/eccos/article/download/1055/1007>. Acesso em: 15 abr. 2021.

MOREIRA, J. A.; HENRIQUES, S.; BARROS, D. M. V. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Dialogia**, São Paulo, n. 34, p. 351-364, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/9756>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília, Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo, Livraria Editora da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Energia, entropia e irreversibilidade. Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, nº9, 1998.

MOREIRA, M. A. Linguagem e aprendizagem significativa. In: **IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Maragogi, AL, Brasil, 8 a 12 de setembro de 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

ROSA, G. D. A.; GALVÃO, A. C. T. **Diferenças de conhecimento prévio e processos de estudo**: interações entre nível de expertise e aprendizagem. **Acta Scientiarum**, v. 39, n. 3, p. 319-328, 2017.

SÁ FILHO, C. S.; MACHADO, E. C. O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem. In: **Seminário Nacional de Educação à Distância**, Abed, 2003. Disponível em: <http://www.abed.org.br/seminario2003/texto11.htm>. Acesso em: 18 abr. 2021.

SILVA, S. C. R.; SCHIRLO, A. C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de Física ante a nova realidade social. **Imagens da Educação**, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/download/22694/PDF/0>. Acesso em: 5 abr. 2021.

SILVA, W. C. Aplicando a computação física e o arduino para o apoio ao ensino de programação com base na abordagem motivacional ARCS: uma proposta de curso a distância com o uso de simulador. **Monografia** (Licenciatura em Computação) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

APÊNDICE A – Questionário inicial aplicado aos participantes da pesquisa

QUESTIONÁRIO INICIAL APLICADO AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Título da Pesquisa: A utilização do Tinkercad como proposta metodológica para a aprendizagem significativa de eletricidade e magnetismo.

1) Qual a sua faixa etária?

- a) 18 – 24 anos
- b) 25 – 34 anos
- c) 35 – 45 anos
- d) Mais de 45 anos

2) Qual o seu gênero?

- a) Masculino
- b) Feminino
- c) Outro (Por favor especifique)
- d) Prefiro não dizer

3) Qual a sua cidade e estado?

4) Qual o seu nível de formação acadêmica?

- a) Graduação
- b) Especialização
- c) Mestrado (Profissional/Acadêmico)
- d) Doutorado
- e) Outro (Especifique)

5) Possui acesso à internet de boa qualidade em sua casa?

- a) Sim
- b) Não

6) O Sr(a) conhece a plataforma *tinkercad*?

- a) Sim, domino completamente
- b) Domino parcialmente, ainda sinto dificuldades na utilização.

c) Não domino, não conheço.

7) A escola que o Sr(a) estudou no ensino médio possuía laboratório de física disponíveis para você utilizar em suas aulas?

- a) Sim, mas não usavam com frequência.
- b) Sim e costumavam usar com frequência.
- c) Não.
- d) Não sei informar.

8) Você conhece algum laboratório virtual para realizar testes de maneira totalmente gratuita?

- a) Sim.
- b) Não.

9) Como você considera seu nível de dificuldade com os conteúdos de Física?

- a) Pouca dificuldade.
- b) Razoável.
- c) Alta dificuldade;

10) Você consegue realizar aplicações da física no seu cotidiano, ter o real sentido do conteúdo estudado?

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Não, apenas resolvo os cálculos.

APÊNDICE B – Questionário final aplicado aos participantes da pesquisa

QUESTIONÁRIO FINAL APLICADO AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Título da Pesquisa: A utilização do Tinkercad como proposta metodológica para a aprendizagem significativa de eletricidade e magnetismo.

1) Você teve facilidade para acessar o material do curso?

a) Sim.

b) Não.

2) O material instrucional (produto educacional) desenvolvido para o uso da plataforma *tinkercad*, e-books e as videoaulas, contribuíram para o entendimento do conteúdo?

a) O material é suficiente para auxiliar na compreensão do conteúdo.

b) Busquei outras fontes para compreender melhor.

3) Com relação ao experimento na plataforma *tinkercad*, teve dificuldade para encontrar as ferramentas na construção dos experimentos?

a) Sim.

b) Não.

4) A construção do experimento, possibilitou uma melhor compreensão do conteúdo?

a) Sim.

b) Não.

c)

5) Visando a utilização do *tinkercad* como laboratório de física e do material instrucional para compreender os conteúdos, destaque 3 pontos positivos e 3 pontos negativo do mesmo.

6) O material disponibilizado pode servir como auxílio para aulas futuras? Você recomendaria o mesmo para alguém?

7) Você consegue destacar pontos positivo que o material tenha possibilitado na construção do seu conhecimento?

8) Quais as maiores dificuldades solucionadas depois que você conheceu a plataforma *tinkercad*? A mesma pode servir como auxílio para as próximas aulas?

9) Com relação as atividades propostas para solução após as videoaulas, você teve alguma dificuldade?

- a) Sim.
- b) Razoável.
- c) Não.
- d) Não, os vídeos contribuíram para realização da mesma.

10) Deixe aqui sugestões de melhoria para o material, o que você acredita que faltou e poderia te ajudar nas atividades?

APÊNDICE 3 – Modelo de convite enviado aos alunos para participar da pesquisa

Modelo de convite enviado aos alunos para participar da pesquisa

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARRANÁ - UTFPR
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - PPGET

Caro Aluno(a), o Sr(a) está sendo convidado a participar da pesquisa de mestrado, sob a responsabilidade do acadêmico Douglas Cristiano Santos, intitulada:

A utilização do Tinkercad como proposta metodológica para aprendizagem significativa de Eletricidade e Magnetismo

A pesquisa transcorrerá através de um curso ministrado durante as aulas no período de Agosto de 2022 á Setembro de 2022, onde será discutido conteúdos de elétrica através de uma metodologia inovadora por meio da plataforma **Tinkercad**. De forma que a mesma possa servir como auxílio para instituições de ensino que não possuem laboratório para práticas de conceitos Elétricos e Magnetismo no ensino de Física.

Interessados em participar da pesquisa, favor entrar em contato com Douglas pelo WhatsApp: (42) 99865-5725 ou através do email: docsantos62@gmail.com

Observações:

- Vagas somente para os 20 (vinte) primeiros interessados em participar;
- Não será enviado certificado;
- Demais condições serão expostas e esclarecidas nos termos de aceite TCLE/TCUISV

AGRADEÇO E CONTO COM A SUA VALIOSA PARTICIPAÇÃO!!