



UNIFESSPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MIDIAN ALVES DE ALMEIDA LACERDA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ELETROMAGNETISMO USANDO O
PACOTE BLENDER**

Marabá, PA
2022

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ELETROMAGNETISMO USANDO O PACOTE BLENDER

MIDIAN ALVES DE ALMEIDA LACERDA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em ensino de Física, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Tarciso de Andrade Filho

Marabá, PA
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Biblioteca Setorial Campus do Tauarizinho

L131s Lacerda, Midian Alves de Almeida
Uma sequência didática de eletromagnetismo usando o pacote Blender / Midian Alves de Almeida Lacerda. — 2022.
96 f. : il. (algumas color.)

Orientador(a): Tarciso de Andrade Filho.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Marabá, 2022.

1. Eletromagnetismo. 2. Blender (Programa de computador). 3. Animação por computador. 4. Tecnologia educacional. 5. Computação gráfica. I. Andrade Filho, Tarciso de, orient. II. Título.

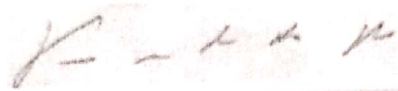
CDD: 22. ed.: 537.2

Elaborado por Adriana Barbosa da Costa – CRB-2/994

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

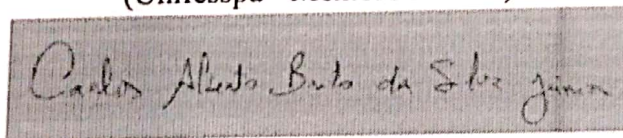
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata da apresentação e defesa de dissertação de Mestrado intitulada: "UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ELETROMAGNETISMO USANDO O PACOTE BLENDER" para concessão do grau de Mestre em Ensino de Física, realizada às 08:30 horas do dia 28 de fevereiro de 2022, de forma remota, via Google Meet, link da defesa: <https://meet.google.com/tip-vzuz-yfd>. A dissertação foi apresentada durante 50 minutos pela mestranda: Midian Alves de Almeida Lacerda, diante da banca examinadora aprovada pela Sociedade Brasileira de Física, assim constituída, membros: Prof. Dr. Tarciso Silva de Andrade Filho (Orientador/Presidente), Prof. Dr. Rodrigo do Monte Gester (Membro Interno) e Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior (Membro Externo). Em seguida, a mestranda foi submetida à arguição, tendo demonstrado suficiência de conhecimento no tema objeto da dissertação, havendo à banca examinadora decidido pela **Aprovação** da dissertação. Para constar, foram lavrados os termos da presente ata, que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e da mestranda.

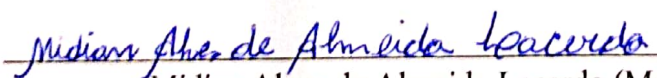


Prof. Dr. Tarciso Silva de Andrade Filho
(Unifesspa - Orientador/Presidente)

Prof. Dr. Rodrigo do Monte Gester
(Unifesspa - Membro Interno)



Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior
(UFPA - Membro Externo)


Midian Alves de Almeida Lacerda (Mestranda)

Dedico este trabalho a Deus por me fortalecer nessa jornada. Aos meus pais Manoel Messias e Maria Rita Alves (in memoriam), pelo exemplo de integridade, aos meus alunos e amigos que queiram utilizar este trabalho como pesquisa.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter me fortalecido nesta jornada de pesquisa.

Aos meus pais Manoel Messias e Maria Rita Alves (in memoriam), que não tiveram a oportunidade de experimentar os saberes da educação.

A todos meus irmãos, em especial ao meu irmão Miguel Alves e minha irmã Marinalva Alves (in memoriam), pelo exemplo de integridade.

Ao meu esposo Elson Alves , aos meus filhos Lucas Ferreira, Mozart Maçu, às minhas enteadas Kalina, Kolcina, Kalene, Kirla, aos meus netos Miguel, Gabriel e às minhas noras Ana Barbara e Vitoria Gabryelly. Todas estas fontes de inspiração para minha vida.

Ao meu orientador, Prof. O Dr. Tarcísio de Andrade Filho, que a sua intensa rotina de vida acadêmica, aceitou me orientar, minha eterna gratidão pelo seu acolhimento e pela contribuição no desenvolver desta pesquisa, que é o grande colaborador para a conclusão deste trabalho.

Aos estimados professores do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Polo Unifesspa, em especial os professores Dr. Rodrigo Gester, prof. Dr. Luiz Gomes, prof. Dr^a Fernanda e prof. Dr. Erico Novais Coordenador do MNPEF. Todos estes pelo elevado conhecimento de ensino e por dividir os saberes sempre com humildade. Aos meus meus colegas do curso de mestrado (Alvaro, Anderson, Cláudio, Claudeana, Emerson, Leandro, Vagno), pelo companherismo nas etapas de duração do curso . Um carinho especial o meu amigo Ms. Thiago Andrade por colaborar na parte técnica do meu produto educacional. À UNIFESSPA , por fazer a diferença na construção do meu conhecimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de Financiamento 001.

A SBF/CAPES por oportunizar através do programa MNPEF a atualização dos currículos dos professores no Ensino de Física.

A minha eterna gratidão a todos, que de maneira direta ou indireta a todos que contri- buíram para a realização de mais esse sonho em minha vida.

Ora, a realidade é constituída por essências e existências particulares e, portanto, o conhecimento verdadeiro tem que ser um conhecimento que preserve o particular sem destruí-lo numa nomenclatura abstrata.

Baruch de Espinosa

RESUMO

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ELETROMAGNETISMO USANDO O PACOTE BLENDER

MIDIAN ALVES DE ALMEIDA LACERDA

Orientador

Prof. Dr. Tarciso de Andrade Filho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O trabalho consiste na produção de animações de uma sequência didática de eletromagnetismo usando o pacote Blender. Tal abordagem possibilita a modelagem, animações e controle dos ambientes de um laboratório virtual de eletrostática. Tendo como objetivo agir como uma ferramenta facilitadora complementar do processo da aprendizagem dos conceitos específicos de eletromagnetismo para alunos do 3º ano do Ensino Médio. De maneira, que as animações dos experimentos físicos produzidos no pacote blender apresentadas no laboratório virtual de eletrostática, podem rodar em computadores, celulares e smartfone é uma ferramenta educacional computacional, em conformidade com a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), pode ser usado pelos docentes como “organizador prévio” dos conteúdos de física ministrados em sala de aula de forma presencial ou em sala de aula de forma remota. O laboratório virtual de eletrostática Blender animações 3D de eletromagnetismo contempla os currículos do campo de cargas positivas, cargas negativas, cargas de sinais contrários, eletroscópio de folhas, gerador de Van De Graaf e força elétrica. Para aplicação e comprovação deste produto educacional, foi realizado coleta de dados pré-teste e pós-teste respondido pelos alunos em questionário do google formulários e a partir da análise de dados quantitativos comprovou-se como ferramenta auxiliar pedagógico educacional de aprendizagem significativa sendo o suporte fundamental desta dissertação .

Palavras-chave: Animações, Eletromagnetismo, Educacional.

Marabá, PA,

2022

ABSTRACT

A TEACHING SEQUENCE OF ELECTROMAGNETISM USING THE BLENDER PACKAGE

MIDIAN ALVES DE ALMEIDA LACERDA

Advisor

Prof. Dr. Tarciso de Andrade Filho

Master's Dissertation presented to the Graduate Program of the Federal University of the South and Southeast of Pará (Unifesspa) in the Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the title of Master in Physics Teaching .

The work consists of producing animations of a didactic sequence of electromagnetism using the Blender® package. Such an approach makes possible the modeling, animations and control of the environments of a virtual electrostatics laboratory. Aiming to act as a facilitating tool to complement the process of learning the specific concepts of electromagnetism for students of the 3rd year of high school. So that the animations of the physical experiments produced in the blender package presented in the virtual electrostatic laboratory, can run on computers, cell phones and smartphones is a computational educational tool, in accordance with the National Common Curriculum Base (BNCC), can be used by teachers as “previous organizer” of the physics contents taught in the classroom in person or in the classroom remotely. The virtual laboratory of electrostatics Blender 3D animations of electromagnetism contemplates the curricula of the field of positive charges, negative charges, charges of opposite signs, leaf electroscope, Van De Graaf generator and electric force. For the application and verification of this educational product, pre-test and post-test data were collected, answered by students in a google forms questionnaire, and from the analysis of quantitative data, it proved to be an auxiliary educational pedagogical tool for significant learning, being the support foundation of this dissertation.

Keywords: Animations, Electromagnetism, Educational.

Marabá, PA,

2022

Lista de figuras

Figura 1 – Esquema de conceitos relativos a aprendizagem significativa de Ausubel	10
Figura 2 – Exemplo de eletrização por atrito	11
Figura 3 – Exemplo de eletrização por indução	12
Figura 4 – (Esquerda) Exemplo de um gerador de Van de Graaff, e (direita) um exemplo do que acontece com o cabelo de uma pessoa quando toca o gerador de Van Graaff	14
Figura 5 – Exemplo de eletrização por contato	15
Figura 6 – Exemplo de eletrização por indução	15
Figura 7 – Exemplo de eletrização por indução	16
Figura 8 – Campo elétrico de um corpo carregado positivamente	17
Figura 9 – Linhas de campo de cargas positivas e negativas	18
Figura 10 – Mapa conceitual de tópicos de eletromagnetismo	18
Figura 11 – Imagem inicial do Laboratório virtual de Eletrostática	24
Figura 12 – Linhas de campo para uma carga positiva	24
Figura 13 – Linhas de campo para uma carga negativa	24
Figura 14 – Simulação de um eletroscópio de folhas	25
Figura 15 – Simulação de um gerador de Van de Graaff	25
Figura 16 – Avaliação pré-teste	27
Figura 17 – Imagem do primeiro caderno de atividades da turma M3NR01	28
Figura 18 – Imagem da SALA DE AULA DA TURMA M3NR01	28
Figura 19 – Imagem da SALA DE AULA DA TURMA M3NR02	29
Figura 20 – Imagem do Caderno de At. entregue de forma remota M3NR02	29
Figura 21 – Imagem da atividade proposta - Turma M3TR01	30
Figura 22 – Imagem da atividade proposta - TURMA M3TR01	30
Figura 23 – Registro de Resposta do aluno/pós teste aula complementada com laboratório - TURMA M3TR01	31
Figura 24 – Registro de Resposta do aluno/pós teste aula complementada com laboratório - TURMA M3TR01	31
Figura 25 – Registro de Aplicação do produto/Aula complementada com laboratório - TURMA M3TR01	32
Figura 26 – Aula tradicional questionário pós-teste turma M3NR01 e M3NR02	32
Figura 27 – 1ª questão do questionário pós-teste	32
Figura 28 – 2ª questão do questionário pós-teste	33
Figura 29 – 3ª questão do questionário pós-teste	33
Figura 30 – 4ª questão do questionário pós-teste	34

Figura 31 – 5ª questão do questionário pós-teste	34
Figura 32 – Questionário pós-teste	35

Lista de abreviaturas e siglas

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
SEDUC	Secretaria de Educação
EAD	Ensino a Distância
ERE	Ensino Remoto Emergencial
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Introdução	1
1.2	Objetivos	3
1.2.1	Geral	3
1.2.2	Específicos	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	O uso de animações aplicadas ao ensino e aprendizagem de física	4
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
3.1	Aprendizagem significativa e organizadores prévios	7
3.2	Um breve contexto sobre David Paul Ausubel	7
3.3	Assimilação	9
3.4	Reconciliação	9
3.5	Abordagem Ausubeliana	9
3.6	Mapa conceitual segundo a teoria de Ausubel	9
3.7	Eletromagnetismo	10
3.8	Processos de eletrização	11
3.9	Eletrização por atrito	12
3.10	Cargas Elétricas	12
3.11	A Quantização da Carga	13
3.12	Eletrização por contato	14
3.13	Eletrização por indução	14
3.14	Lei de Coulomb - A Força Elétrica	15
3.15	Campo Elétrico	16
3.16	Mapa conceitual dos tópicos de eletromagnetismo	17
4	METODOLOGIA	19
4.1	Materiais e métodos	19
4.2	Plano da pesquisa	19
4.3	Ambiente de pesquisa	20
4.4	Sequência didática	20
4.5	Participantes da pesquisa	21
4.6	Questionários	21
4.6.1	1º etapa aula virtual de forma tradicional:	21

4.6.2	2º etapa: Aula virtual de forma tradicional complementada como o uso do laboratório em eletrostática:	22
4.6.3	3º etapa: Aula virtual usando apenas o laboratório virtual:	22
4.6.4	4º etapa: Foi aplicado um questionário pós teste de opinião, visando melhorar o processo de aprendizagem:	23
4.7	Laboratório virtual em eletrostática complementar as minhas aulas de física	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES DURANTE A APLICAÇÃO	26
5.0.1	1ª etapa aula virtual de forma tradicional:	26
5.0.2	2ª etapa aula virtual de forma tradicional, usando o laboratório virtual de eletrostática e mapa conceitual:	27
5.0.3	3ª etapa aula virtual de forma mecânica:	28
5.0.4	4ª etapa, Socialização das metodologias aplicadas:	29
5.1	Questionários	29
5.1.1	Aula ministrada de modo tradicional	29
5.2	Aula ministrada de modo tradicional complementada com o laboratório virtual de eletrotática	31
5.3	Análise dos resultados da aulas ministrada de forma mecânica com uso dos experimentos de física do Laboratório Virtual	35
6	APRENDIZAGEM	37
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICE A – PLANO DE AULA	43
	APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	47
	APÊNDICE C – EXPERIMENTOS COM FÍSICOS COM MATERIAL RECICLÁVEL	49
	APÊNDICE D – PRODUTO EDUCACIONAL	54

1 INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

A cada dia percebe-se que a escola passa por mudanças e desafios devido a rapidez dos avanços mundiais e tecnológicos que estamos vivendo sendo necessário o rompimento de velhos paradigmas na educação básica por ser parte integrante e fundamental na formação e qualificação humana, não podendo ficar alheio a tais mudanças. De forma que, a escola não pode continuar seguindo modelos de ensinamentos tradicionais, sem a devida adequação dos currículos disciplinares é fundamental que os professores se disponham a participar de formação continuada como também, os sistemas de ensino oportunizar formação continuada aos professores.

A escola, que é essencial no processo de socialização e no combate à discriminação e desigualdades, terá de refletir e atualizar os conceitos e estratégias de ensino. É claro que a mudança conceitual e inovação tecnológica terá que passar pela colaboração dos professores, muitas vezes relutantes em mudar (FERNANDES, 2011, p.3).

Neste contexto, o uso de animações como estratégia facilitadora de aprendizagem é uma das diferentes maneiras pedagógicas de ensino que podem ser adotadas pelos professores, por possibilitar aos aprendizes ancoragem dos conceitos novos de física de forma interativa, moderna, diferente uma aprendizagem tradicional composta por uma infinidade de problemas propostos que são resolvidos mecanicamente.

As animações podem ser apresentadas aos aprendizes durante as aulas virtuais, ou durante as aulas presenciais. Ressaltando que, estamos vivendo um Ensino Remoto Emergencial (ERE), adotado durante a pandemia causada pelo covid-19 que ocasionou um momento adverso e conturbado na educação mundial, na educação brasileira, com o fechamento das escolas por conta do isolamento social, alterando de forma repentina desde o mês de março às técnicas de ministrar aula, no ensino nas redes públicas e, no ensino nas redes particulares.

Contudo, em 2020, o Anuário deve refletir, no seu texto de abertura, uma abrupta e inesperada guinada na história. A pandemia da Covid-19, que impactará, por tempo indeterminado e de maneira inédita, a presença humana no planeta, será um marco, também, na história da Educação. A crise global que interrompeu, criou ou acelerou tantas tendências sociais, veio para se tornar um potencial catalisador das diferenças de oportunidades de aprendizagem de qualidade para alunos pobres e ricos, de redes públicas e privadas, entre pretos, pardos e brancos, nas diferentes regiões do País. O social: enquanto escolas privadas e algumas

redes públicas conseguiram organizar rapidamente a oferta de ensino remoto, grande parte dos alunos brasileiros ficou em casa sem a presença da escola por um longo período (BÁSICA, 2020, p.14).

Em meio a esse contratempo, a mudança repentina na vida dos professores e alunos devido a pandemia intensificou a necessidade do uso de recursos computacionais como ferramenta complementar da aprendizagem. De forma que o professor deve fazer o uso de ferramentas pedagógicas de forma planejada e integrada aos novos conceitos a serem ensinados, potencializando um conhecimento de forma ancorada na estrutura cognitiva do aprendiz. Neste contexto, adequar os planejamentos e projetos de ensino a modalidade de Ensino a Distância (EAD), é a alternativa encontrada para dar continuidade aos cursos presenciais que foram iniciados.

A solução foi a utilização de uma modalidade de educação mediada por recursos tecnológicos bem parecida com o EAD e ERE. A partir desse momento se instauraram diferentes condutas dessas instituições frente ao problema comum. A rede privada de ensino prontamente adotou diversas plataformas online para manter as atividades à distância e, em poucos dias, os alunos já iniciaram nessa nova modalidade. Já na rede pública não aconteceu da mesma forma, cada governo teve que procurar entender os problemas de suas intuições e as diversas realidades vividas pelos estudantes, além das dificuldades com recursos para investir em tecnologia eficiente que alcançasse todas as pessoas (ALVES et al., 2020, p.2).

Sabemos que, muitos aprendizes não dispõem de uma internet adequada e nem de smartphone que suporte uma série de aplicativos que professores indicam para serem baixados de forma aleatória. Nesse contexto, um laboratório virtual de eletrostática é perfeitamente adaptável às aulas remotas nesta pandemia, pois visa diminuir as muitas dificuldades encontradas pelos professores e alunos em relação ao consumo de suas escassas internet.

À Educação um papel central em todos os aspectos da vida. Esta transformação coloca inúmeros desafios aos educadores forçando-os a repensar os princípios básicos da educação, a desenvolver as novas tecnologias educacionais de formas criativas e produtivas, a reestruturar a escolarização e o ensino, para que se possa responder de maneira construtiva e progressista às mudanças tecnológicas e sociais que agora experimentamos (REIS, 2008, p.1).

Dessa forma, buscar alternativas para facilitar a aprendizagem de ciências é oferecer ao aprendiz ferramentas para uma aprendizagem mais rápida, mais objetiva e mais incorporada ao conhecimento cognitivo. Tendo em vista que há vários recursos computacionais de animações disponíveis na internet de forma gratuita e estão em contínuo desenvolvimento.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Facilitar o processo de aprendizagem dos alunos do 3º ano do Ensino Médio em tópicos específicos de eletromagnetismo através do uso de laboratório virtual produções de animações de eletrostática com o pacote blender em sala de aula de modo presencial ou remoto (virtual).

1.2.2 Específicos

- Compreender fenômenos físicos relacionados ao eletromagnetismo;
- Relatar o resultado das aulas com e sem animações;
- Tentar melhorar e inspirar o ensino de física com uso de animações;
- Potencializar o conhecimento cognitivo com o conhecimento cotidiano do aprendiz;
- Promover o interesse pelo estudo de física.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O uso de animações aplicadas ao ensino e aprendizagem de física

Atualmente existem vários softwares computacionais de animações que podem ser usados como ferramentas pedagógicas educacionais complementares aos conceitos teóricos da aprendizagem de física. São softwares inovadores na aprendizagem que estão sendo utilizados por muitos professores como ferramentas pedagógicas educacionais auxiliando na aprendizagem dos conceitos teóricos abordados nos currículos de física. Segundo os alunos desenvolvedores desses softwares, as animações consistem em objetos esclarecedores e provedores imagens dos fenômenos físicos antes da abordagem dos conceitos novos pelos professores de maneira abstrata.

A animação consiste no ponto de partida para a produção de um objeto de aprendizagem mais elaborado, evoluindo, por exemplo, para um aplicativo interativo. Afirmam ainda que, “qualquer recurso audiovisual é sempre interessante para complementar uma explicação teórica, pois desperta maior interesse sobre o conteúdo que foi exposto, suprimindo dúvidas que tenham ficado em explicações prévias (ENSINO, 2015, p.48).

Neste contexto, os sistemas de ensino, as escolas da educação básica e os professores precisam se adequar a realidade atual, buscar estratégias de aprendizagem inovadoras que realmente estimulem os aprendizes a ter gosto em aprender ciências e, os professores sejam empenhados na adequação dos currículos de física em relação ao uso das tecnologias como também na formação de um cidadão crítico, perceptível na sua visão de mundo. Vale ressaltar que existem diversos estudos sobre o uso de aplicativos e sobre o uso de animações como ferramentas auxiliares na aprendizagem. Esses softwares computacionais educacionais são desenvolvidos em laboratórios virtuais de baixo custo financeiro que podem ser adequados aos currículos de física para promover uma aprendizagem ancorada no conhecimento cognitivo do aprendiz.

Entende-se que a simulação não deve ocupar todo o processo de ensino de Física, substituindo artifícios e materiais usados tradicionalmente por alunos e professores. A simulação computacional deve ser usada como ferramenta de ensino de maneira consciente e estruturada, fazendo parte das atividades dos alunos de forma constante, mas não exclusiva. Essa suposição é tão verdadeira que, para inserir a simulação computacional no estudo de um determinado conteúdo, por meio de um roteiro de atividades elaborado segundo a estrutura da teoria de Ausubel, foi necessário considerar a utilização de recursos como vídeos, textos, imagens, e

questionários de avaliação. Dessa maneira, compreende-se que não se pode transformar o ensino de Física somente com o uso de informática, computadores e simulações computacionais, mas pode-se ampliar a oportunidade de ocorrer a construção do conhecimento em contextos que passem por processos informatizados, de vários conteúdos e disciplinas, principalmente a Física (CARDOSO; DICKMAN, 2012).

Dessa forma, é relevante que os professores entendam que o uso de softwares de animação em física é ferramenta relevante complementar as aulas teóricas que ao serem adotadas, somam ao subsunção do aprendiz. Destacando -se que, os professores não precisam ser programadores ou especialistas em tecnologias computacionais para também produzirem suas próprias animações. Os softwares são avançados dispõe de tutoriais em vídeos e textos explicativos com seus diversos recursos tecnológicos facilmente adaptáveis e adequados aos conceitos teóricos a serem ministrados. Seguindo as habilidades e competências de ciências da natureza e suas tecnologias propostas para o ensino médio na (BRASIL, 2018, p.553).

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (TARNOWSKI; LAWALL; DEVEGILI, 2021).

Percebemos que há inúmeros softwares de animações computacionais educacionais e, o uso dessas novas tecnologias em sala de aula de forma presencial ou em sala de aula online, não vai substituir as teorias, nem ficar no lugar de outros experimentos físicos. As animações físicas através do laboratório virtual em eletrostática é uma ferramenta complementar dos conceitos físicos abordados em sala de aula presencial ou online, age como “organizador prévio”. Para sua aplicação é necessário que a turma não tenha iniciado o assunto em sala de aula. Pois o laboratório de eletrostática vai proporcionar ao aprendiz uma visualização dos fenômenos físicos de maneira mais rápida e potencialmente significativa. As animações físicas em eletrostática podem ser repetidas pelo aprendiz quantas vezes quiser, ficará disponível o link fornecido pelo professor, postado em mural na sala de aula virtual . Essa é uma possível maneira de produzir conhecimento por interação com o professor, com os colegas de classe, com o ambiente escolar e de facilitar a descoberta para a solução de problemas. Segue o destaque de alguns softwares gratuitos para download.

Segundo Lopes (2019, p.14). "O software de simulações PhET, que também é um software de fácil manipulação e entendimento, que pode demonstrar, por meio de simulações computacionais, vários fenômenos como campo elétrico, campo magnético, fluxo elétrico e fluxo magnético". A diferença desse software para o Modellus é que esse consiste em animações desenvolvidas para demonstrar uma gama de fenômenos. Nesse

programa não podemos inserir as equações da física sobre esses fenômenos, nem criar gráficos, tabelas e animações. Cada aplicação já tem sua animação e podemos somente mudar alguns parâmetros e observar os resultados.

Para [Silva \(2019, p.4\)](#) existe uma diferença entre o professor escolher usar aplicativo e escolher usar animação. “A animação computacional serve como guia para o professor utilizar em suas aulas. Já o aplicativo para smartfone será para uso dos alunos fora da sala de aula de preferência. Nele o aluno terá informações adicionais sobre o conteúdo da disciplina fornecido pelo professor”.

Assim, compreende-se que existem várias maneiras de romper com os paradigmas de uma educação formal, pois temos muitos produtos pedagógicos educacionais disponíveis com tutoriais gratuitos ao alcance de quem queira interagir no processo de aprendizagem. São softwares relevantes como Phet, Python, modellus, Javascript, e dentre esses softwares pedagógicos educacionais escolhi uso do software Blender, um laboratório virtual de animação físicas em eletrostática complementar no ensino da física. De maneira que a interação do aprendiz ocorre através do uso do celular que é muito usado em sala de aula pelos alunos.

Neste contexto, apresentamos aos professores e alunos do Ensino Médio o laboratório virtual em eletrostática, que vai servir como complementação do aprendizado das aulas presenciais e das aulas online apresentadas pelo professor através do Google Meet. Este produto pedagógico educacional virtual Blender animação 3D em tópicos de eletromagnetismo contempla a aprendizagem do campo de cargas positivas, cargas negativas, cargas de sinais contrários, eletroscópio, gerador de Van De Graaf e força elétrica. Dessa forma, este trabalho refere-se a uma proposta para professores de física do 3º anos Ensino Médio usarem o laboratório virtual em eletrostática, como complementação do ensino e aprendizagem dos fenômenos físicos em aulas presenciais ou em aulas online.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Aprendizagem significativa e organizadores prévios

Uma das grandes dificuldades encontradas pelos professores em sala de aula é ensinar conceitos novos aos seus alunos. Essas dificuldades tornam-se potencializadas e desafiadoras quando os conceitos e problemas apresentados aos aprendizes são expostos de forma tradicional e desassociada da realidade de suas vidas. Com o objetivo de facilitar o aprendizado dos conteúdos novos, apresentamos a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel como uma proposta facilitadora de integração entre os novos conceitos e os conceitos cognitivos presentes na mente do aprendiz. Neste contexto, o teórico sugere o uso de ferramentas facilitadoras como estratégia de aprendizagem. Sendo que as ferramentas atuam como instrumentos introdutórios identificáveis a realidade do aprendiz denominados de “organizadores prévios” (ROCHA, 2012).

Neste contexto, apresento a teoria significativa de David P. Ausubel, por sua relevância no processo de aprendizagem ao valorizar os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, na busca de aprendizagem significativa, assimilação, reconciliação, processo instrucional segundo uma abordagem ausubeliana. Mostrando-se uma possibilidade de aprendizagem desta temática através do uso de ferramentas instrucionais realizadas em uma pesquisa visando, a aprendizagem significativa e as considerações finais, onde aponta-se as reais possibilidades de aprendizagem, não fugindo do rigor científico e tecnológico, como também a possibilidade de estudos futuros.

3.2 Um breve contexto sobre David Paul Ausubel

David Paul Ausubel (1918-2008) nasceu em Nova York, nos Estados Unidos. Era descendente de imigrantes europeus pobres, que imigraram para os Estados Unidos. Foi professor conceituado da Universidade de Columbia, em Nova York - Graduado como médico psiquiatra. Faleceu no ano de 2008 aos 90 anos. Dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional. O pesquisador teórico ficou famoso por ter proposto o conceito de aprendizagem significativa. Destacando-se o sua teoria no conceito de “organizador prévio” por valorizar a diversidade de instrumentos pedagógicos utilizados pelo professor no processo de ensino para facilitar a aprendizagem significativa de tópicos específicos ou de série de ideias estreitamente relacionadas (MOREIRA, 2006, p.11), baseadas na integração dos conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz. Oportunizando uma aprendizagem significativa e relacionada a realidade do aprendiz.

Organizadores prévios são recursos empregados para estimular a estrutura cognitiva dos alunos possibilitando o desenvolvimento dos conceitos subsunçores que facilitarão a aprendizagem significativa dos assuntos a serem ainda apresentados (SCHIMIGUEL et al., 2013).

Considerando que o aprendiz aprende significativamente, quando possui a habilidade de relacionar as novas informações com conceitos importantes existentes em sua mente e admitindo que a relação dessas informações ocorra de forma específica em seu conhecimento cognitivo definido por Ausubel como “Subsunçor” Moreira (2012, p.161). Para Sanches e Schimiguel (2012), “quando o indivíduo incorpora novos conceitos sem que estes se liguem a um ou mais subsunçores, então se diz que está havendo aprendizagem mecânica.

Quando o conteúdo escolar a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Assim, a pessoa decora fórmulas, leis, mas as esquece após a avaliação (MAIA, 2011, p.21).

A partir da descrição acima da aprendizagem adquirida de maneira aleatória e sem interação com a realidade do conhecimento cognitivo do aprendiz, segundo a teoria ausubeliana é definida como aprendizagem mecânica. Percebe-se então que há duas formas de aprendizagem a considerar. Ressaltando que a aprendizagem significativa deve sobrepor a aprendizagem mecânica. Sendo necessária a aprendizagem mecânica no caso em que o aprendiz não tenha conhecimento algum sobre as novas informações a ele transferidas. Considerando que para qualquer forma de aprendizagem se tornar modificada e potencialmente significativa o aprendiz tem que manifestar interesse em aprender. O professor tem que dominar os conceitos a serem transferidos como também dominar as ferramentas facilitadoras da aprendizagem na forma representacional.

Ao usar animações é de extrema importância que tanto o professor quanto o aluno estejam conscientes de que eles são um modelo simplificado da realidade sob risco de assimilar uma ideia errada do fenômeno em estudo e, portanto sendo uma ferramenta de auxílio à compreensão e não de completa compreensão do fenômeno ou técnica (HECKLER; SARAIVA; FILHO, 2007, p.267).

Segundo Darroz, Rosa e Ghiggi (2015, p.70) a aprendizagem representacional “... símbolos sejam inseridos na aprendizagem de conceitos para que a tarefa de aprender tenha significado de ideias em forma de proposição.

Um recurso bastante flexível vem das Tecnologias de Comunicação e Informação, na forma de simuladores e vídeos que ilustram situações concretas. Além de favorecer a atenção dos alunos e ser um motivador potencial, os vídeos também constituem um meio privilegiado para representação de conteúdos por permitirem mesclar imagens reais, desenhos, gráficos e textos.

3.3 Assimilação

Para Ausubel, se o aluno já possui em sua estrutura cognitiva um conceito sobre energia, e a ele é ensinado um conceito novo mais específico, por exemplo sobre eletromagnetismo. Nesse caso, é possível observar que a assimilação do novo conceito é ancorada em sua mente de forma remodelada.

A assimilação dos novos conceitos potencialmente significativos ocorre sob uma ideia ou “conceito mais inclusivo, o conceito subsunçor A, com o qual ele se relaciona tornando um subsunçor modificado” (MOREIRA, 2012, p.166).

3.4 Reconciliação

Ausubel valoriza o subsunçor do aprendiz, sugere que o professor faça uso de mapas mentais, de forma que o aprendiz relacione as diferenças e saiba fazer concordância com as ideias de conteúdos específicos que estão no topo e os outros conceitos vão se integrando progressivamente de maneira hierárquica inclusiva e diferenciada. Assim a reconciliação Inter gradativa é o princípio segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparente. Outra maneira de promover a diferenciação progressiva é a reconciliação integrativa é a utilização de “mapas conceituais” (MOREIRA, 2012).

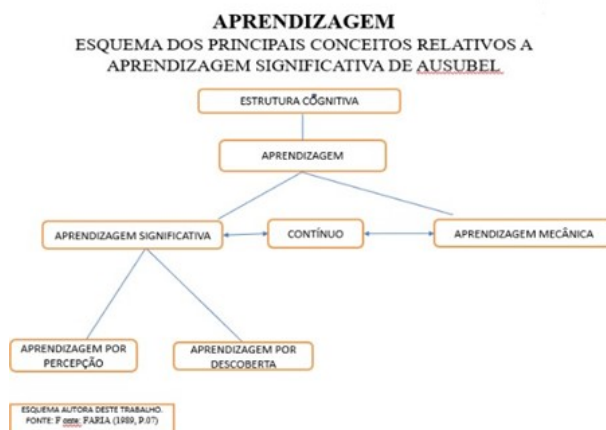
3.5 Abordagem Ausubeliana

Segundo Tavares (2008, p.7) o papel do professor envolve identificar subsunçores, diagnosticar aquilo que o aluno já sabe, identificar estrutura conceitual e auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nesta área do conhecimento.

3.6 Mapa conceitual segundo a teoria de Ausubel

Ausubel sugere o uso de mapas mentais como um recurso didático que pode ser adotado pelo professor para auxiliar no processo de ensino aprendizagem dos conceitos. De modo que o aprendiz seja capaz de relacionar as diferenças dos conceitos e saiba fazer as concordâncias com as ideias de conceitos específicos que estão no topo com outros conceitos que vão se integrando progressivamente de forma hierarquizada, integrada, inclusiva e relacionada no seu conhecimento cognitivo. Neste diagrama segundo a teoria ausubeliana o processo de aprendizagem na mente do aprendiz pode ser ancorado de forma contínua e significativa por recepção ou por um processo de aprendizagem significativa por descoberta e podendo ocorrer um processo de aprendizagem de forma mecânica.

Figura 1 – Esquema de conceitos relativos a aprendizagem significativa de Ausubel



Fonte: Criação da Autora

3.7 Eletromagnetismo

Neste capítulo, será abordado o estudo do fenômeno eletromagnetismo, que é observável desde a antiguidade, recebendo destaque no século XIX através do experimento do cientista Christian Oersted por ter descoberto a relação entre os fenômenos magnéticos e elétricos. Segundo [Silva \(2014\)](#), na história da ciência, “Hans Christian Oersted (1777 – 1851) inaugurou o eletromagnetismo ao descobrir a interação entre agulhas imantadas e correntes elétricas. Sua descoberta representou a demonstração do fenômeno das agulhas imantadas de modo experimental um choque para os físicos da época. Por demonstrar o fenômeno de modo experimental”.

A epistemologia moderna fornece, com relação à definição de conhecimento, duas lições gerais. A primeira é que conhecimento é algo no qual acreditamos e que, portanto, tem associado a si atitudes proposicionais: posturas de compromisso com relação a certos enunciados concretos e abstratos que, no caso da ciência, são os fatos científicos, as leis da natureza e as teorias científicas. A segunda lição é que conhecimento não pode ser um tipo qualquer de crença. Ela precisa ser verdadeira justificada ([MASSONI, 2010](#)).

Dessa forma o fenômeno eletromagnetismo faz parte do funcionamento de quase todos os equipamentos tecnológicos existentes no mundo atual. Esse estudo tem como objetivo promover a compreensão de uma infinidade de fenômenos físicos existentes na natureza, e são currículos essenciais do Ensino Médio de acordo com os PCN’S. Segundo os parâmetros nacionais comuns.

Um Ensino Médio concebido para a universalização da esse Educação Básica precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania e não como prerrogativa de especialistas. O aprendizado não deve ser centrado na interação individual de alunos

com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional numa prática de elaboração cultural (CRUZ; MADRUGA, 2013).

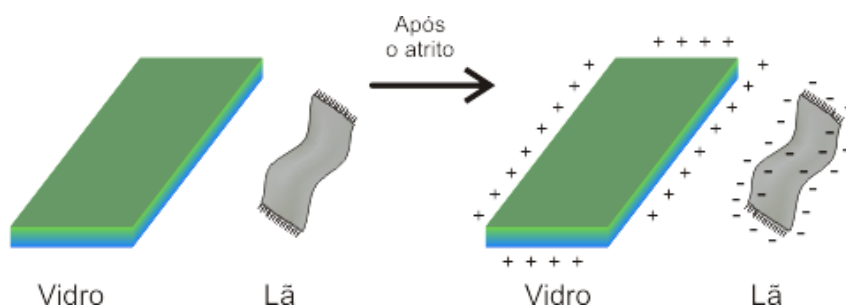
uso de experimentos físicos é uma alternativa relevante no sentido de aproximar o conhecimento cognitivo presente na mente do aprendiz, também, facilita a relação dos conceitos de tópicos específicos de eletromagnetismo com o cotidiano do aprendiz, como também desenvolve competências e habilidades voltadas para a sua região aliados as propostas dos PCN'S (CRUZ; MADRUGA, 2013). A metodologia interativa entre alunos, professores e o ambiente escolar promove estímulo e confiança do aprendiz, fazendo-o refletir sobre, a origem, as causas, as consequências e suas aplicações nas mais diversas áreas e no mundo real.

Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem. Conhecer fontes de informações e formas de obter informações Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados (SASSERON, 2010).

3.8 Processos de eletrização

As observações dos fenômenos físicos, sempre despertaram a curiosidade na humanidade e por mais que passem os séculos os fenômenos do eletromagnetismo causam fascínio nos olhos. Eles mostram a importância e a nossa dependência da eletricidade. Dessa forma, justificamos a presença do eletromagnetismo em quase todos os equipamentos que precisamos manusear, nos relâmpagos em dias chuvosos e, em cada fenômeno que queiramos relatar, é visível a existência de cargas elétricas. Percebemos e sentimos que as cargas elétricas se atraem e se repelem surgindo os processos de eletrização (BISCUOLA, 2007, p.10).

Figura 2 – Exemplo de eletrização por atrito



Fonte: (BORGES, 2019)

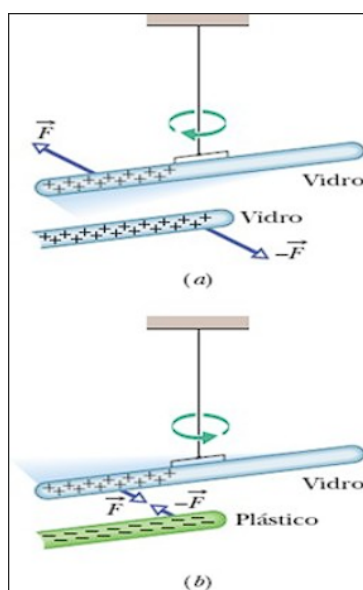
Ainda segundo o autor:

A história da eletricidade inicia-se no século VI a.C. com uma descoberta feita pelo matemático e filósofo grego Tales de Mileto (640-546 a.C.), um dos sete sábios da Grécia antiga. Ele observou que o atrito entre uma resina fóssil (o âmbar) e um tecido ou pele de animal produzia na resina a propriedade de atrair pequenos pedaços de palha e pequenas penas de aves. Como em grego a palavra usada para designar âmbar é *élektron*, nela vieram as palavras *elétron* e eletricidade (BISCUOLA, 2007).

3.9 Eletrização por atrito

A eletrização por atrito é a forma de carregar ou descarregar um corpo carregado ou um corpo descarregado. Neste contexto, ao atritarmos dois corpos de superfícies diferentes os corpos ficam carregados com cargas de sinais contrários. Como exemplo, consideremos dois corpos de superfícies diferentes interagindo, como o vidro e a lã. Ao se atritar a lã no vidro, observa-se após o processo que os dois corpos ficam com cargas de sinais contrários.

Figura 3 – Exemplo de eletrização por indução



Fonte: (HALLIDAY, 2016, p.3 e p.4)

3.10 Cargas Elétricas

O uso da experimentação para a confirmação dos conceitos físicos é a alternativa encontrada desde os tempos da física clássica para a explicação dos fenômenos físicos (HALLIDAY, 2016, p.3 e p.4) Sendo que a figura 1 representa o processo de eletrização realizado entre um bastão de vidro atritado a um pedaço de lã, em um dia de baixa umidade do ar. Conforme representado na figura 2 (a) o bastão de vidro que antes fora pendurado a suporte por um barbante. Em seguida, atritados em um outro bastão de

vidro com o pedaço de seda e o aproximam do primeiro bastão. Nota-se nesse processo que os bastões se repelem.

Na figura 2 (b), o segundo bastão foi trocado por um bastão de plástico e nesse processo de eletrização esfregou-se o bastão de plástico a um pedaço de lã. Dessa vez, o bastão que está pendurado é atraído pelo segundo bastão, como mostra na figura 2 (b). Como no caso da repulsão, a atração acontece sem que haja contato entre os bastões.

Através dessas pesquisas e demonstrações os cientistas concluíram que existem duas forças, que essas forças, se deve a existência da carga elétrica, passada de um bastão para o outro no processo de eletrização ao serem esfregados com seda ou lã.

Percebendo a relevância dos experimentos para as comprovações dos conceitos dos fenômenos físicos conforme é relatado pelo cientista e político americano Benjamin Franklin, sobre a existência de dois tipos de cargas elétricas das quais, “chamou de carga positiva e carga negativa e considera também um número igual de partículas de carga positiva e de carga negativa e, portanto, a carga total é zero. Nesse caso, dizemos que as cargas se compensam e o objeto está eletricamente neutro (ou, simplesmente, neutro).

De forma, que o uso dos experimentos em sala de aula por meio de laboratório virtual nos processos de eletrização facilita a compreensão de conceitos novos dos fenômenos físicos do eletromagnetismo e eletricidade. Reconhecendo que a eletricidade e o eletromagnetismo, são fenômenos unificados, presentes nos equipamentos por eles manuseados no cotidiano.

É possível transferir uma grande quantidade de cargas elétricas de um objeto para o outro por atrito. Algumas máquinas elétricas, cujo princípio de funcionamento baseia-se nessas transferências, foram construídas no século XVIII e fizeram muito sucesso. O engenheiro Robert J. de Van de Graaff construiu um gerador que foi o primeiro utilizado em pesquisas nucleares. O gerador de Van de Graaff é formado por uma correia de borracha acionada por um motor ou por uma manivela que gira entre duas polias. Ao mover-se atrita-se com uma flanela e eletriza-se positivamente. Com excesso de cargas positivas, a correia passa a atrair elétrons de uma ponta metálica, que eletriza positivamente a esfera externa. Como o processo é contínuo, pode-se acumular muita carga na esfera do gerador, obtendo uma tensão de até cinco milhões de volts entre a esfera e a Terra (AURELIO; TOSCANO, 2016, p.74).

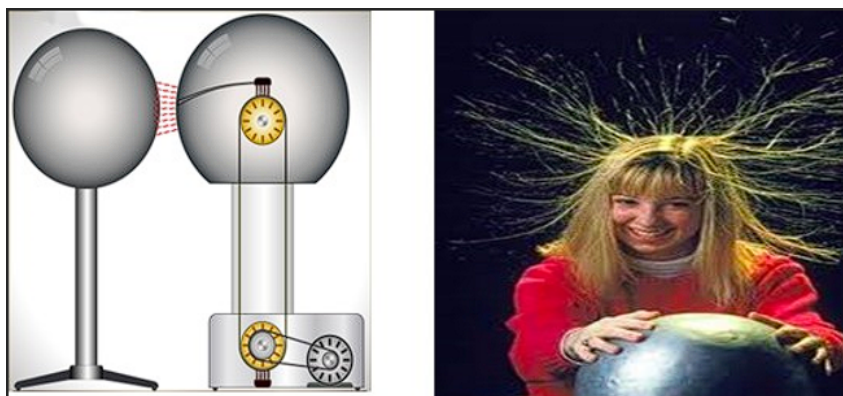
3.11 A Quantização da Carga

Percebe-se no processo de eletrização por atrito que os corpos ao serem eletrizados doam ou ganham elétrons. Carga elétrica é quantizada e é um múltiplo inteiro da carga

elétrica elementar (BISCUOLA, 2007, p.14). Sendo a expressão da carga Q , de um corpo eletrizado dado por:

$$Q = n.e$$

Figura 4 – (Esquerda) Exemplo de um gerador de Van de Graaff, e (direita) um exemplo do que acontece com o cabelo de uma pessoa quando toca o gerador de Van Graaff



Fonte: Google Imagens

(3.1)

onde $n = 1, 2, 3, \dots$ e a carga do elétron elementar é dada por $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$.

3.12 Eletrização por contato

No processo de eletrização por contato os dois corpos são condutores eletrostáticos, sendo que uma condição inicial para que ocorra a eletrização é que um dos corpos condutores esteja descarregado previamente. Especialmente nesse caso, antes do contato, temos a esfera A neutra e a esfera B carregada negativamente. Durante o contato esfera A toca a esfera B até atingir o equilíbrio eletrostático, depois do contato separa-se as esferas e observamos que as duas esferas ficaram carregadas com a mesma quantidade de cargas e cargas de mesmo sinal.

3.13 Eletrização por indução

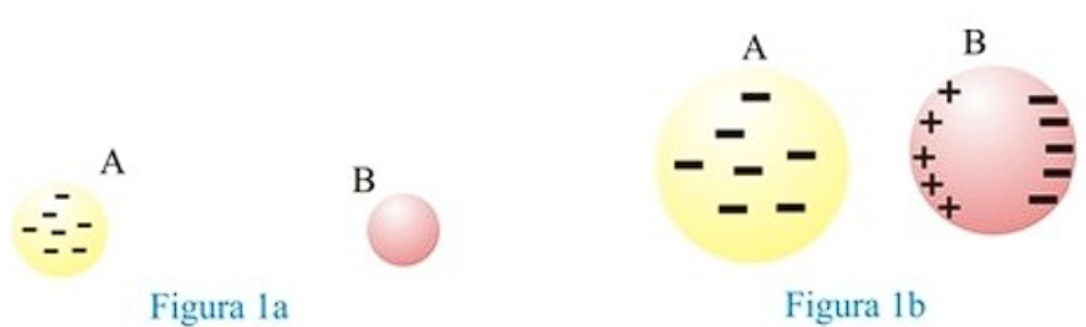
Na demonstração que segue apresenta uma esfera A condutora, carregada negativamente e, uma esfera B também condutora eletrostática. Mas, que inicialmente se encontra neutra. Nesse processo de eletrização por indução ao aproximar (sem encostar) a esfera carregada A próximo da esfera neutra B. É estimulada uma indução eletrostática surgindo por indução no corpo que antes era neutro uma redistribuição das cargas em positivas e negativas. Que nesse processo chamamos de eletrização por indução. Concluindo que uma esfera é indutora e a outra é induzida.

Figura 5 – Exemplo de eletrização por contato



Fonte: (FISMATICA, 2022)

Figura 6 – Exemplo de eletrização por indução



Fonte: (FISMATICA, 2022)

3.14 Lei de Coulomb - A Força Elétrica

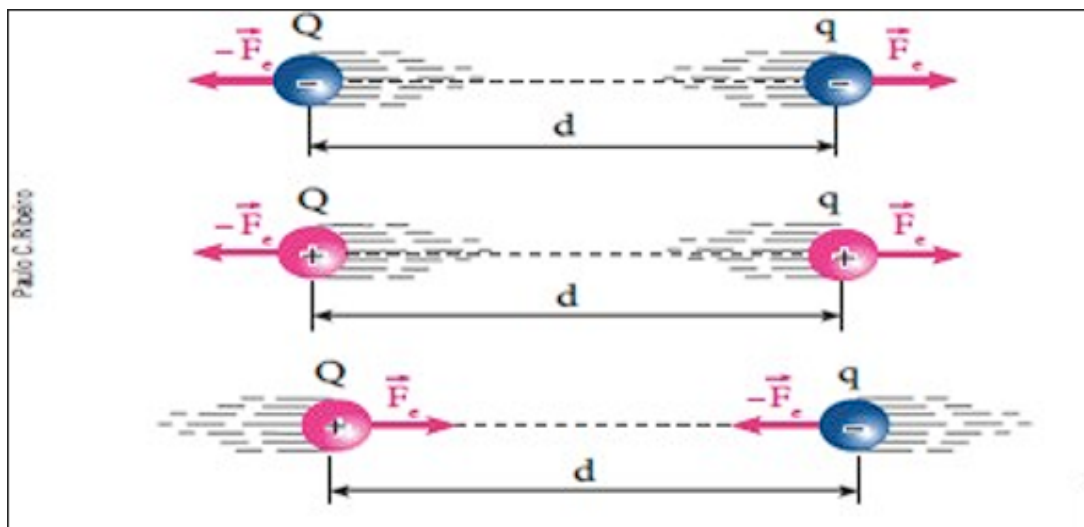
Duas cargas q_1 e q_2 , separadas por uma distância r , surgem entre as cargas uma força recíproca entre as cargas; A força é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância r que as separa. Chamada de Lei de Coulomb (NUSSENZVEIG, 1997, p.6, p.7 e p.8).

$$\vec{F}_{12} = \frac{q_1 q_2}{|4\pi\epsilon_0|} \hat{r}_{12} \quad (3.2)$$

Sendo que no SI, K é uma constante de proporcionalidade no vácuo.

$$K = \frac{1}{|4\pi\epsilon_0|} \quad (3.3)$$

Figura 7 – Exemplo de eletrização por indução



Fonte: (BISCUOLA, 2007, p.21)

O sentido da força elétrica depende do sinal das cargas elétricas fazendo surgir a força de atração e repulsão das partículas.

3.15 Campo Elétrico

O conceito de campo elétrico pode ser concebido através da análise das forças de repulsão e atração entre as cargas. Que existe uma região de influência criada pela carga Q , onde qualquer carga de prova que nessa região for colocada, ficará sujeita a ação de uma força de origem elétrica. Esta região de influência denomina-se campo elétrico (HUGH; ROGER, 2015).

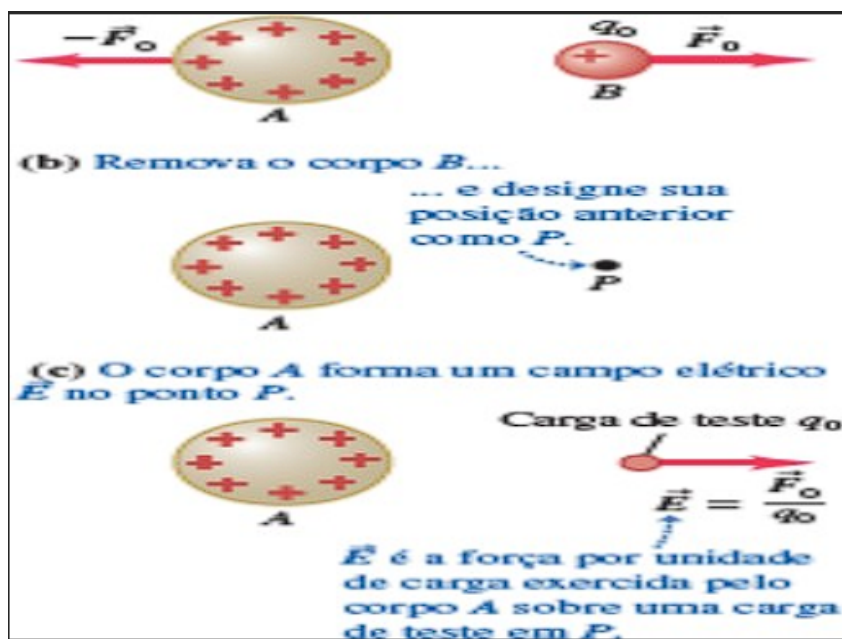
Quando uma carga q_0 é, a seguir colocada no ponto P , ela sofre a ação da força elétrica F_e . Adotamos o ponto de vista de que essa força é exercida sobre a carga q_0 pelo campo elétrico no ponto P (Figura p.14). Portanto, o campo elétrico serve de intermediário para comunicar a força que A exerce sobre q_0 . Visto que a carga puntiforme q_0 sofre a ação da força em qualquer ponto nas vizinhanças de A , o campo elétrico produzido por A está presente em todos os pontos ao redor de A . constituição da matéria (HUGH; ROGER, 2015, p.13 e p.14).

$$\vec{F}_e = q_0 \vec{E}$$

(3.4)

Carga q_0 pelo campo elétrico, levando em consideração a constante de proporcionalidade k , no vácuo.

Figura 8 – Campo elétrico de um corpo carregado positivamente



Fonte: Google Imagens

Assim, a partir do conceito de força elétrica a expressão do campo elétrico criado por uma carga puntiforme é dado por:

$$\vec{E} = \frac{q_0}{|4\pi\epsilon_0 r^2|} \hat{r} \quad (3.5)$$

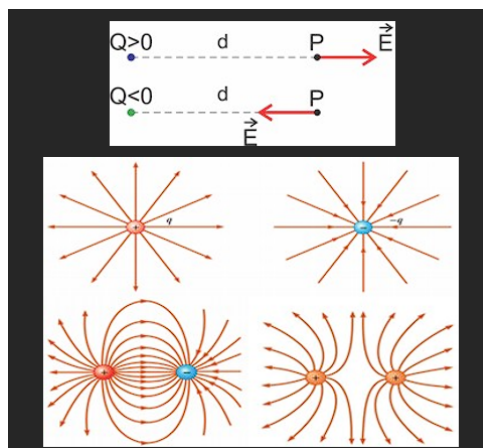
O sentido do vetor campo elétrico gerado por uma carga elétrica positiva em um ponto P é de afastamento e, o sentido do vetor campo elétrico gerado por uma elétrica carga negativa em um ponto P é de aproximação.

Carga positiva cria em torno de si um campo elétrico de afastamento. Carga negativa cria em torno de si campo elétrico de aproximação. As linhas de força dos campos elétricos criados pelas cargas positivas e negativas são bem representadas nas figuras dadas.

3.16 Mapa conceitual dos tópicos de eletromagnetismo

O mapa conceitual apresentado demonstra graficamente um recurso didático adotado como ferramenta de ancoragem dos conceitos em tópicos específicos de eletromagnetismo. Este exemplo foi desenvolvido visando instigar o subsunçor do aprendiz segundo a teoria ausubeliana que valoriza a aprendizagem em sala de aula. “ Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas, na medida em que conceitos relevantes e

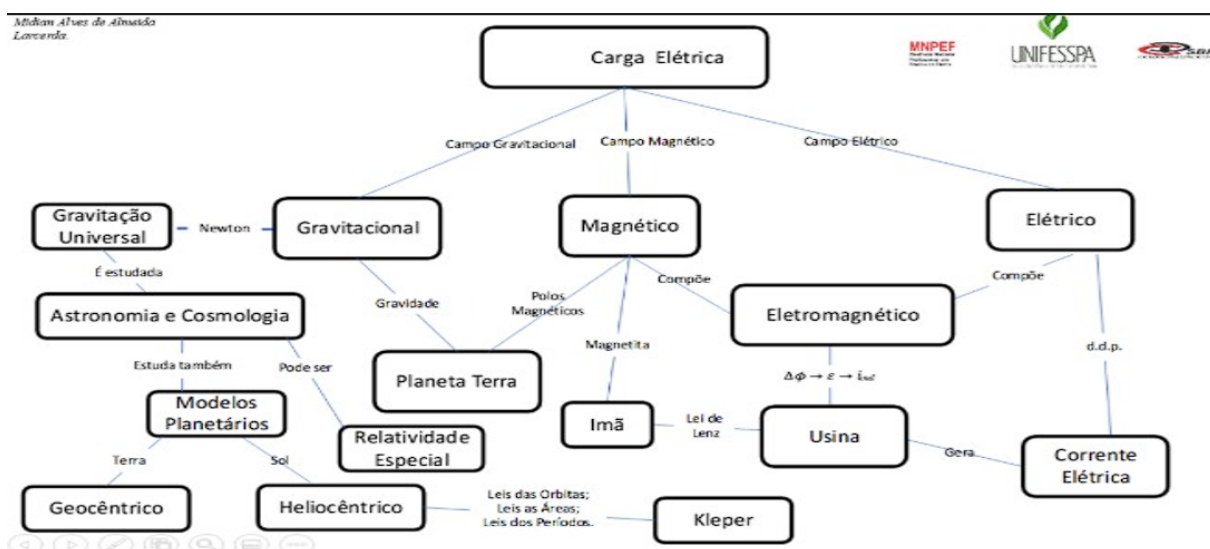
Figura 9 – Linhas de campo de cargas positivas e negativas



Fonte: Google Imagens

inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos. [Moreira \(2012, p.152\)](#) Para a ancoragem dos novos conceitos de forma relacionada e modificada no topo do mapa o conceito da Carga elétrica foi abordado como elemento intuitivo e integrador dos outros conceitos, Campo gravitacional, Campo magnético e Campo elétrico de forma que esses três conceitos estão relacionados de maneira interativa como possíveis estratégias de aprendizagem significativa dos outros conceitos.

Figura 10 – Mapa conceitual de tópicos de eletromagnetismo



Fonte: Criação da Autora

4 METODOLOGIA

4.1 Materiais e métodos

Neste capítulo 4 serão apresentadas as metodologias que conduziram as etapas de aplicação e obtenção de dados deste produto educacional. Tais etapas seguidas foram a base de sustentação para a elaboração da análise sobre os resultados da pesquisa, na busca de atingir os objetivos desta dissertação. O caráter da pesquisa é descritivo dentro dos parâmetros considerados sobre os procedimentos metodológicos de trabalho científico, que se processa conforme sua natureza, do problema, dos objetivos e procedimentos metodológicos. Na sequência serão apresentadas as informações sobre o ambiente de sala de aula e os participantes envolvidos na aplicação deste produto educacional.

4.2 Plano da pesquisa

A presente pesquisa se considera de cunho quantitativo, pois consiste na validação da testagem de três metodologias de aulas ministradas de formas diferentes, com formulação do problema, coleta de dados, avaliação, análise de dados e apresentação de resultados. Tendo como foco principal desta pesquisa a aprendizagem dos alunos através de uma sequência didática de eletromagnetismo usando o pacote blender. As informações são coletadas e testadas nas metodologias de aulas ministradas forma tradicional, nas metodologias de aulas ministradas de forma tradicional complementada com o laboratório virtual de eletrostática e nas metodologias de aulas ministradas de forma mecânica. O professor pesquisador participa, apresenta, propõe, observa, ouve, compreende e na sequência analisa os dados e faz a apresentação de resultados. O professor pesquisador é envolvido em todas as etapas da pesquisa que decorre.

Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a temática objetivando conhecer os materiais disponíveis, livros, dissertações, artigos periódicos especializados e etc.

O seguinte passo foi selecionar as turmas do ensino médio da rede Pública de ensino; Dividi-las em três grupos. No primeiro grupo ministrar apenas aulas teóricas. No segundo grupo, além dessa metodologia (aulas teóricas) usar também as animações do laboratório virtual. No terceiro grupo ministrar aulas mecânicas. Aplicar, nos três grupos, testes iguais para coletar dados e observar qual dos três grupos obteve melhor aproveitamento; Comparar os resultados sobre o rendimento dos alunos nas três situações (aulas teóricas; aula teórica mais animações e aula mecânica); Nas turmas onde foram ministradas as

aulas teóricas e laboratório virtual de eletrostática, será aplicado um questionário, afim de se avaliar se houve, ou não, um melhor aprendizado na opinião dos discentes.

4.3 Ambiente de pesquisa

A pesquisa foi idealizada e aplicada em uma escola de ensino médio na cidade de Marabá do interior do estado do Pará, Instituição de Ensino pertencente à rede pública estadual, sobre a gestão da 4^a URE, é a única escola de que oferta o Ensino Médio regular do bairro São Felix com um total de 880 alunos matriculados em 2021 no três turnos. A aplicação envolveu 98 alunos das 3^a séries turmas M3NR01 e M3NR02 (noturno), 52 alunos da 3^a série da turma da tarde M3TR01 e 107 alunos das 1^a séries do turno da tarde. A escolha desta instituição foi por conta da pesquisadora ser professora regente do ensino de física destes dois turnos da (tarde e noite), o que facilitou a aplicação e o cumprimento de todas as etapas que compõe a pesquisa, bem como o planejamento e execução.

4.4 Sequência didática

Para a aplicação das animações do “laboratório virtual de eletrostática” era necessário que as turmas não tivessem iniciado o assunto em sala de aula, para que a metodologia proposta fosse testada, a fim de que o nosso objetivo fosse alcançado. O laboratório virtual de eletrostática é um “organizador prévio” que atua como ferramenta complementar interativa nas minhas aulas de física ministradas de forma presencial ou complementar nas minhas aulas de física ministradas de forma remota.

No início a proposta deste trabalho era para ser aplicado em três turmas de terceiro ano de forma presencial, no entanto, as aulas de forma presencial foram interrompidas por causa de uma pandemia mundial e como medida protetiva de preservação de nossas vidas. Como a pandemia não foi passageira, e ainda se alonga por tempo indeterminado devido a gravidade que os casos requerem e a construção da educação escolar não pode parar. Este trabalho teve que ser readequado à realidade de nosso país e região. Então, percebemos que o laboratório virtual de eletrostática era perfeitamente adaptável ao Ensino/Aprendizagem de forma remota por poder ser uma alternativa eficiente de ensino. Neste contexto, para a comprovação e testagem deste produto educacional, foi escolhida a escola pública EEEM Walkise da Silveira Vianna de Marabá – PA.

A sequência didática foi organizada todas de maneira interativa entre aprendiz/aprendiz e aprendiz/professor. Dividida da seguinte forma, duas turmas de terceiro ano do turno da noite, uma turma de terceiro ano do turno da tarde e três turmas de primeiro ano do turno da tarde. Nas duas primeiras turmas (noturno), as aulas foram ministradas de modo tradicional e remoto. Na turma do terceiro ano (tarde), as aulas foram

ministradas de forma tradicional e interativa pelo uso do laboratório virtual de eletrostática em tópicos específicos de eletromagnetismo. As três turmas dos primeiros anos da tarde foram ministradas de forma mecânica, usando o laboratório virtual de eletrostática. Assim, a sequência didática em eletromagnetismo contempla os currículos de física sobre a carga elétrica isolada, carga positiva, carga negativa, cargas de sinais contrários, eletroscópio de folhas, gerador de Van de Graaf e força elétrica. Para autoavaliação foi aplicado um questionário de sondagem (pré-testes/ pós-testes), para os alunos.

4.5 Participantes da pesquisa

- Duas turmas com 98 alunos (M3NR01 e M3NR02) do 3º ano do turno noturno da EEEFM Walkise da Silveira Vianna;
- Uma turma com 52 alunos (M3TR01) do 3º ano do turno vespertino da EEEFM Walkise da Silveira Vianna;
- Três turmas com 107 alunos (M1TR01, M1TR02 e M1TR03) de 1º ano do turno vespertino da EEEFM Walkise da Silveira Vianna.

A aplicação da sequência didática para utilização do laboratório virtual em eletrostática interativo e complementar ao ensino de física foi realizada em algumas etapas:

4.6 Questionários

4.6.1 1º etapa aula virtual de forma tradicional:

Acolhimento da turma de modo virtual, apresentação dos tópicos específicos em eletromagnetismo abordados e, orientação sobre as metas que desejamos alcançar. Administrado aulas online de forma tradicional apresentando os tópicos específicos de eletromagnetismo. Aplicado um questionário de sondagem (pré-testes / pós-teste), para os alunos que foi postado no google sala de aula, contendo as seguintes perguntas:

1. Quais as dificuldades que você tem em relação ao aprendizado de física?
2. Qual dos tópicos apresentados você sentiu mais dificuldade?
3. Você já estudou sobre eletromagnetismo ou eletricidade?
4. Você pode representar, através de um desenho as linhas de força gerada por uma carga elétrica positiva e as linhas de força gerada por uma carga elétrica negativa?

5. O que você acha do uso de um laboratório virtual em eletrostática como ferramenta complementar a nossa aulas de física?

4.6.2 2º etapa: Aula virtual de forma tradicional complementada como o uso do laboratório em eletrostática:

Acolhimento da turma de modo virtual, apresentação dos tópicos específicos em eletro- magnetismo, alunos orientados sobre as metas que desejávamos alcançar.

Administrado aulas online sobre tópicos específicos de eletromagnetismo de forma tradicional, complementando os conceitos abordados com os experimentos do laboratório virtual em eletrostática. Visando manipular os subsunçores do aprendiz, segundo a teoria de Ausubel, apresentamos um mapa conceitual usando o mapa conceitual para potencializar a aprendizagem de forma significativa.

Aplicado um questionário de sondagem (pré-testes / pós- teste), para os alunos que foi postado no google sala de aula, contendo as seguintes perguntas:

1. Quais as dificuldades que você tem em relação ao aprendizado de física?
2. Qual dos tópicos apresentados você sentiu mais dificuldade?
3. Você já estudou sobre eletromagnetismo ou eletricidade?
4. Você pode representar, através de um desenho as linhas de força gerada por uma carga elétrica positiva e as linhas de força gerada por uma carga elétrica negativa?
5. O que você acha do uso de um laboratório virtual em eletrostática como ferramenta complementar a nossa aulas de física?

4.6.3 3º etapa: Aula virtual usando apenas o laboratório virtual:

Acolhimento da turma de modo virtual, apresentação dos tópicos específicos que foram abordados e as metas que queremos alcançar. Apresentado aos alunos os experimentos de física em tópicos específicos de electromagnetismo, usando o laboratório virtual de eletrostática de modo a instigar o subsunçor, segundo a teoria de Ausubel. Aplicação de um questionário de sondagem (pré-teste / pós teste), para os alunos.

1. Quais as dificuldades que você tem em relação ao aprendizado de física?
2. O que você sentiu mais dificuldade?
3. Você já estudou sobre eletromagnetismo ou eletricidade?

4. Você pode representar, através de um desenho as linhas de força gerada por uma carga elétrica positiva e as linhas de força gerada por uma carga elétrica negativa?
5. Você achou que o uso do um laboratório virtual em eletrostática como ferramenta complementar da nossa aula de física, facilitou a compreensão dos conceitos ensinados?

4.6.4 4º etapa: Foi aplicado um questionário pós teste de opinião, visando melhorar o processo de aprendizagem:

Socialização das aulas propostas de modo virtual. Agradecimento aos alunos por colaborarem com a pesquisa de aprendizagem no ensino da física Direcionamento da dissertação no processo de aprendizagem.

Questionário: O questionário que segue não é avaliativo, faz parte do seu processo de aprendizagem e, é necessário que você responda para que possamos melhorar o processo de aprendizagem.

1. Você gostou da aula sobre tópicos de eletromagnetismo? ()Sim ()Não;
2. O método de ensino adotado pelo professor facilitou a aprendizagem dos tópicos de eletromagnetismo? ()Sim ()Não;
3. Você consegue relacionar com facilidade os conceitos de eletromagnetismo ensinados pelo professor no seu cotidiano ? ()Sim ()Não;
4. Você encontrou dificuldade em entender os conceitos de eletromagnetismo? ()Sim ()Não;
5. O método de ensino adotado pelo professor em tópicos de eletromagnetismo estimulou você a se interessar por ciências ? ()Sim ()Não.

4.7 Laboratório virtual em eletrostática complementar as minhas aulas de física

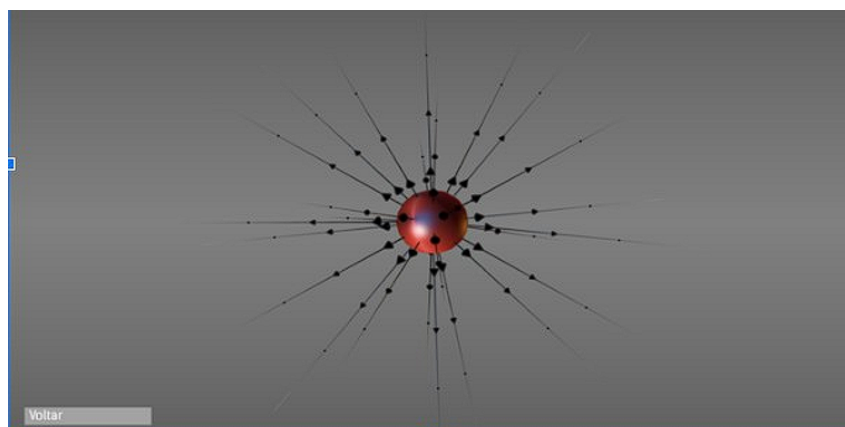
As imagens apresentadas a seguir demonstrarão o laboratório virtual de eletrostática, com o roteiro de experimentos que foram aplicados como ferramenta de intervenção didática através do uso do pacote de animação.

Figura 11 – Imagem inicial do Laboratório virtual de Eletrostática



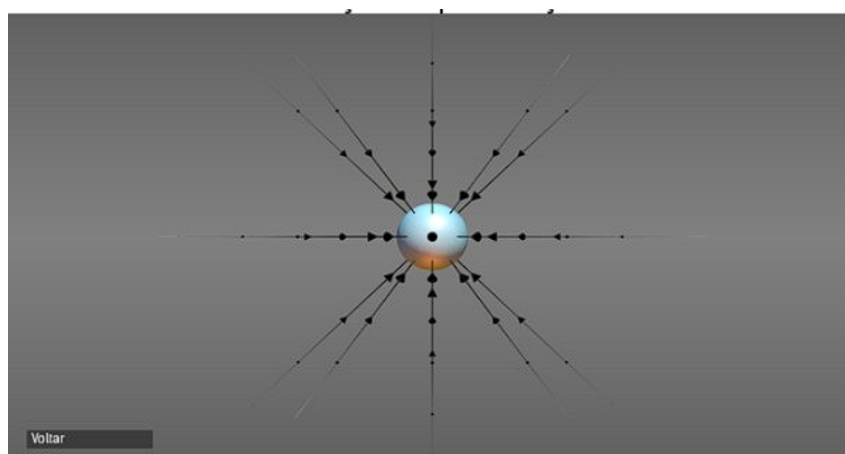
Fonte: Criação da Autora

Figura 12 – Linhas de campo para uma carga positiva



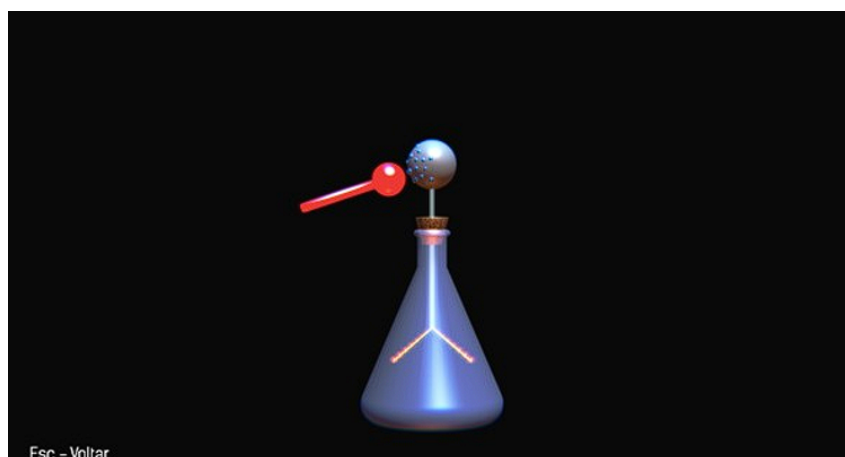
Fonte: Criação da Autora

Figura 13 – Linhas de campo para uma carga negativa



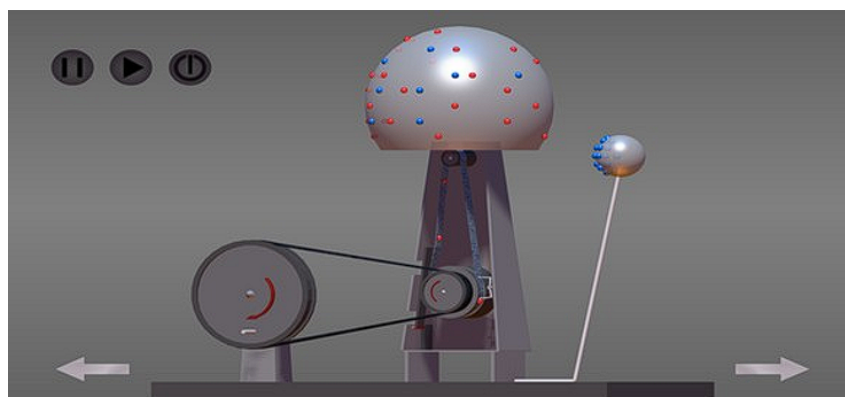
Fonte: Criação da Autora

Figura 14 – Simulação de um eletroscópio de folhas



Fonte: Criação da Autora

Figura 15 – Simulação de um gerador de Van de Graaff



Fonte: Criação da Autora

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES DURANTE A APLICAÇÃO

A aplicação do produto educacional ocorreu na escola pública Walkise da Silveira Vianna durante o primeiro bimestre nos meses de fevereiro, março e abril, em duas turmas de 3º ano do turno da noite composta por 98 alunos, uma turma 3º ano do turno da tarde com 52 alunos e três turmas do turno da tarde de 1º ano com 107 alunos. Nas duas primeiras turmas (noturno) as aulas foram ministradas de modo tradicional e remoto. Na turma do terceiro ano (tarde), as aulas foram ministradas de forma tradicional, e de modo interativo pelo uso do laboratório virtual de eletrostática em tópicos específicos de eletromagnetismo. As três turmas dos primeiros anos da tarde as aulas foram ministradas de forma mecânica, usando o laboratório virtual de eletrostática.

A partir deste momento, apresenta-se as observações nas seis turmas sobre o desenvolvimento da aprendizagem dos conceitos com cada metodologia adotada. Neste primeiro momento da etapa de aula tradicional nas turmas M3NR01 e M3NR02 do turno da noite, foi feito o acolhimento das turmas na aula remota, aplicado uma avaliação diagnóstica individual, que encontra-se no apêndice B, na sequência foi iniciado uma aula tradicional com o objetivo apresentar a importância das contribuições da eletricidade para a humanidade, que está presente em todos os eletrônicos utilizados por nós no cotidiano. Nesta turma, todos os conceitos abordados nas aulas foram ministrados com a metodologia de aula tradicional.

Para melhor compreensão e entendimento dos conteúdos de eletromagnetismo, disponibilizei um caderno de atividades com roteiro de estudos e questões propostas na plataforma google sala de aula SEDUC-PA. O propósito desta observação era perceber se os alunos tinham compreendido os conceitos de eletromagnetismo conseguiam relacionar estes conceitos com a realidade do seu cotidiano com a metodologia de aula tradicional (apresentação de conceitos e resolução de problemas propostos). As respostas desses questionamentos foram dada pelos alunos através de um questionário pós-teste respondido pelos alunos no google formulários.

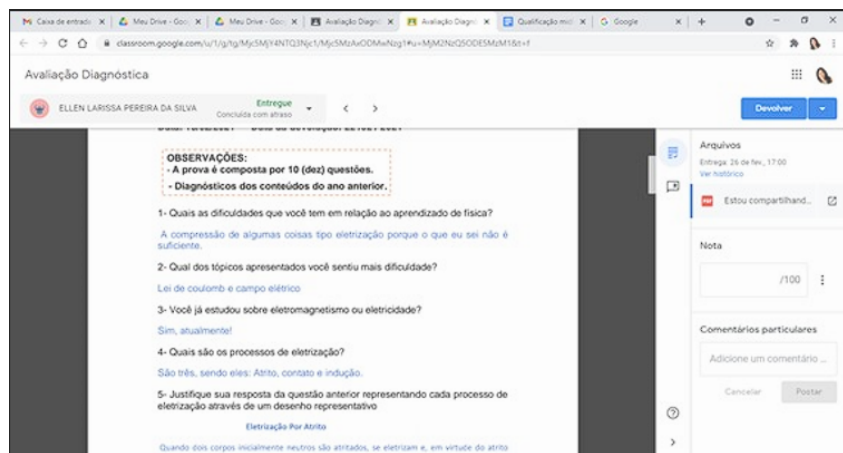
5.0.1 1ª etapa aula virtual de forma tradicional:

Primeiramente enviamos um link através do WhatsApp para os alunos entrarem em sala de aula de forma remota, os alunos entraram na plataforma do google meet. Foi feito o acolhimento, apresentação dos currículos a serem ensinados, foi aplicado um questionário diagnóstico para os alunos de duas turmas do noturno M3NR01 e M3NR02

disponibilizado na plataforma google sala de aula da SEDUC-PA. No questionário pré-teste havia perguntas sobre quais as dificuldades que eles tinham na aprendizagem de física, foi feito o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos no formato de aula tradicional. Enviado um link de aula no google meet para fazer o acolhimento dos alunos e apresentação dos currículos a serem ensinados e aplicação do questionário diagnóstico, postado roteiro de estudos e material de apoio pedagógico.

Nesta etapa foi enviado um link de aula no google meet para fazer o acolhimento dos alunos e apresentação dos currículos a serem ensinados, em seguida foi aplicado um questionário diagnóstico para avaliação dos conhecimentos cognitivos dos os alunos da turma do 3º ano noturno M3NR01 e M3NR02, postado um PDF contendo roteiro dos currículos de física abordados no primeiro bimestre e entregue aos alunos. Essa foi a metodologia tradicional de ensino realizada que pode ser demonstrada conforme imagens da sala de aula remota da plataforma SEDUC-PA.

Figura 16 – Avaliação pré-teste



Fonte: Criação da Autora

5.0.2 2ª etapa aula virtual de forma tradicional, usando o laboratório virtual de eletrostática e mapa conceitual:

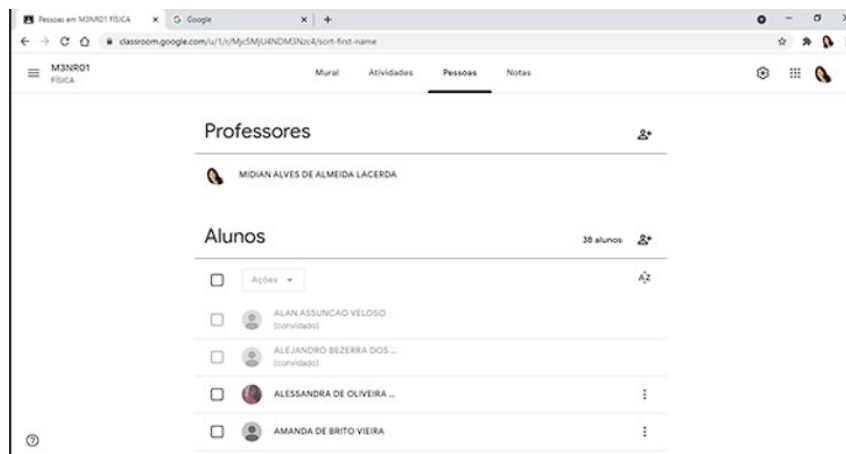
A segunda parte da experiência, foi realizada na turma M3TR01 e foi aplicado o produto deste trabalho através de aula expositiva de forma tradicional com uso do recurso didático do laboratório virtual de eletrostática em tópicos específicos de eletromagnetismo e com uso de mapas mentais que induzem a relação dos conceitos. Nesta etapa os alunos foram bem participativos também relataram dificuldades nos currículos de física a eles apresentados. Mas, com a complementação do uso do laboratório virtual eles conseguiram relacionar os conceitos abordados com o seu cotidiano.

Figura 17 – Imagem do primeiro caderno de atividades da turma M3NR01



Fonte: Criação da Autora

Figura 18 – Imagem da SALA DE AULA DA TURMA M3NR01

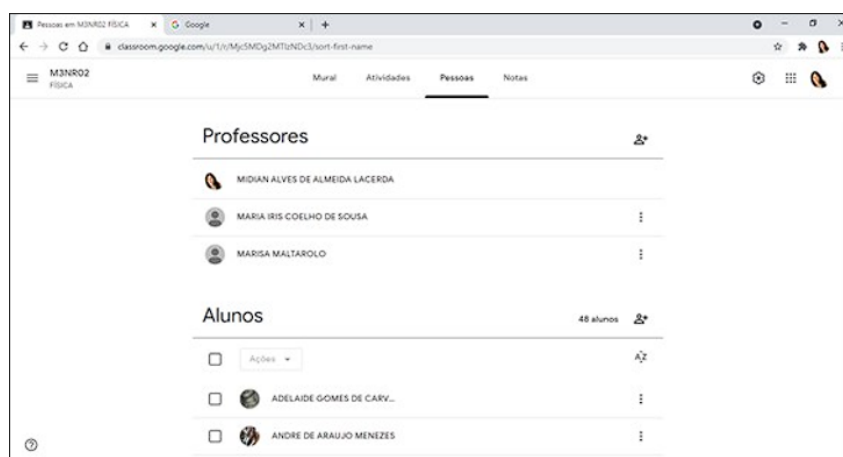


Fonte: Criação da Autora

5.0.3 3ª etapa aula virtual de forma mecânica:

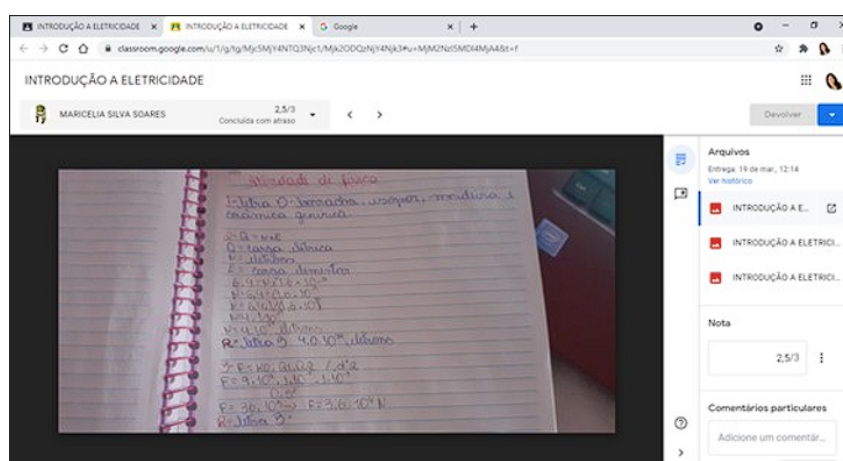
A terceira parte da experiência, foi realizada em três turmas de primeiros anos, os alunos foram bem participativos, e o produto educacional proposto foi aplicado através do uso das animações físicas do laboratório virtual de eletrostática em tópicos específicos de eletromagnetismo. Os alunos foram bem participativos, porém fizeram confusões na aprendizagem dos conceitos porque faltava a parte dos currículos. Confundiram as respostas dos experimentos do laboratório virtual com outras demonstrações de experimentos de eletromagnetismo.

Figura 19 – Imagem da SALA DE AULA DA TURMA M3NR02



Fonte: Criação da Autora

Figura 20 – Imagem do Caderno de At. entregue de forma remota M3NR02



Fonte: Criação da Autora

5.0.4 4ª etapa, Socialização das metologias aplicadas:

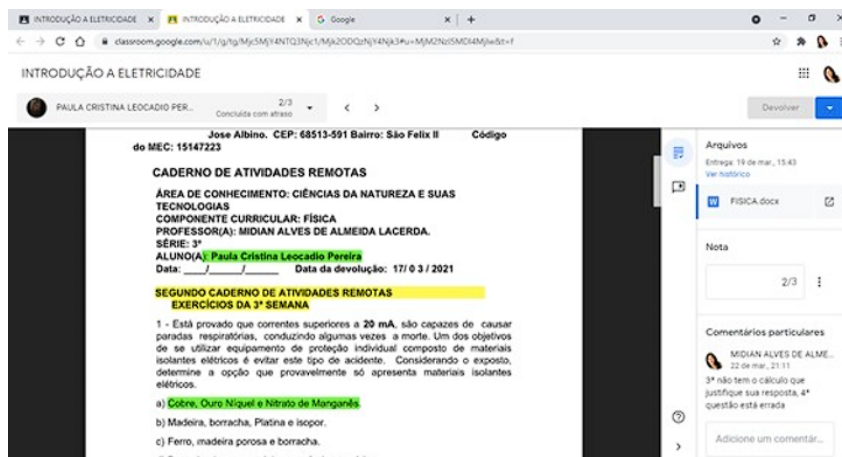
Foi aplicado um questionário pós teste de opinião, visando melhorar o processo de aprendizagem. Socialização das aulas propostas de modo virtual. Agradecimento aos alunos por colaborarem com a pesquisa de aprendizagem no ensino da física. Direcionamento da dissertação no processo de aprendizagem.

5.1 Questionários

5.1.1 Aula ministrada de modo tradicional

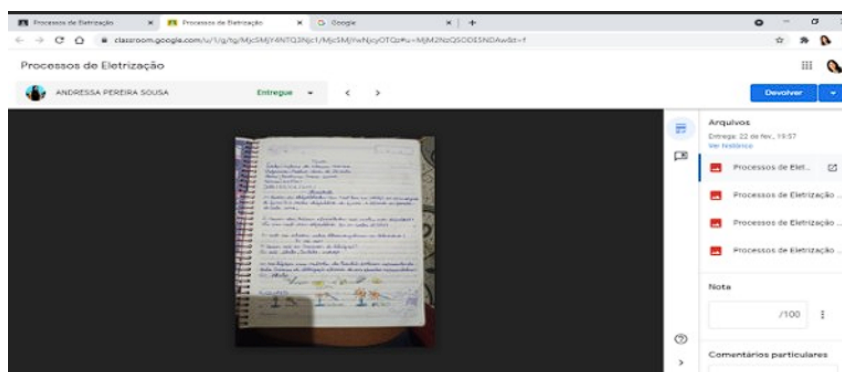
Para dar sequência e análise da nossa pesquisa foi enviado, um questionário pós-teste não avaliativo respondido pelos alunos no google formulários, que permitiu verificar como

Figura 21 – Imagem da atividade proposta - Turma M3TR01



Fonte: Criação da Autora

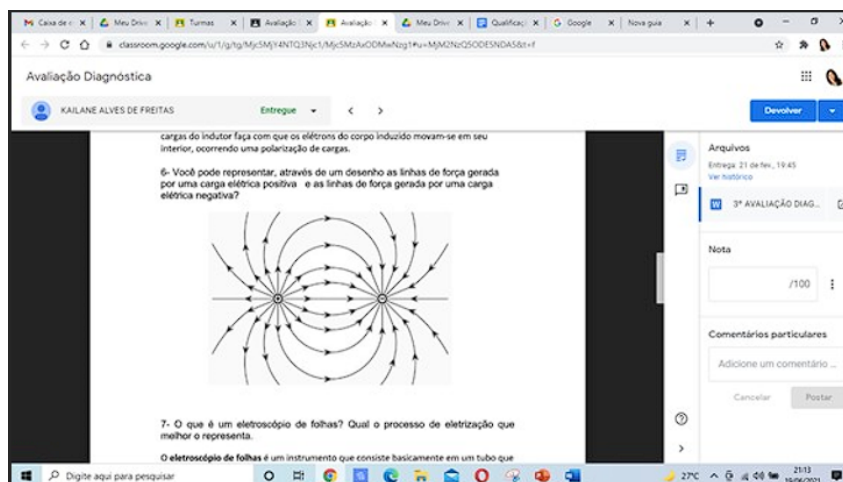
Figura 22 – Imagem da atividade proposta - TURMA M3TR01



Fonte: Criação da Autora

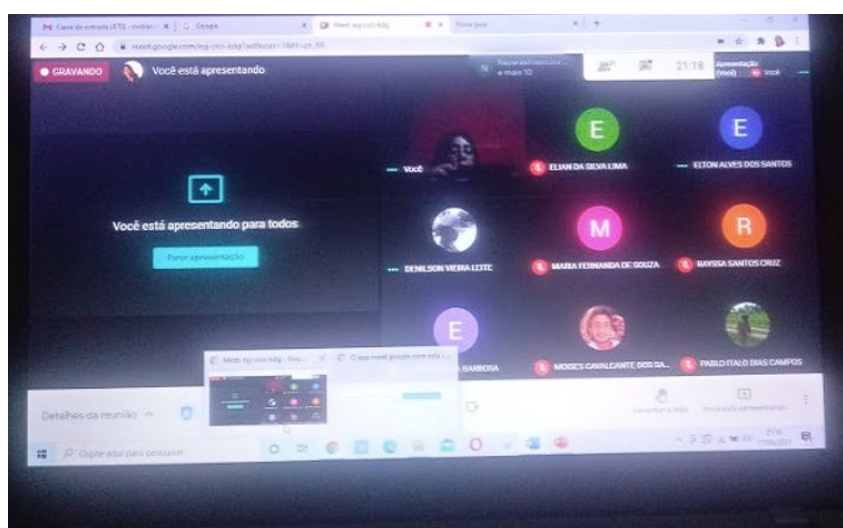
ocorreu o processo de aprendizagem em cada metodologia testada. Desta forma, a imagem do gráfico 5.1 do questionário pós – teste de pesquisa da metodologia de aula ministrada forma tradicional observamos que 54,1% responderam que não consegue relacionar os conteúdos com o cotidiano, 25,5% relacionam os conteúdos com o cotidiano com dificuldade e 20,4,% conseguem fazer, nos a leva a reflexão da aprendizagem segundo a teoria de David Ausubel que os conceitos físicos ensinados de maneira tradicional não resulta em uma aprendizagem significativa. Havendo a necessidade do professor romper com paradigmas na metodologia docente. Observou-se que mesmo com dificuldades no processo de aprendizagem dos conceitos de física, os alunos foram bem participativos nas atividades desta pesquisa no entanto, não conseguiam relacionar os conceitos com o seu cotidiano.

Figura 23 – Registro de Resposta do aluno/pós teste aula complementada com laboratório - TURMA M3TR01



Fonte: Criação da Autora

Figura 24 – Registro de Resposta do aluno/pós teste aula complementada com laboratório - TURMA M3TR01

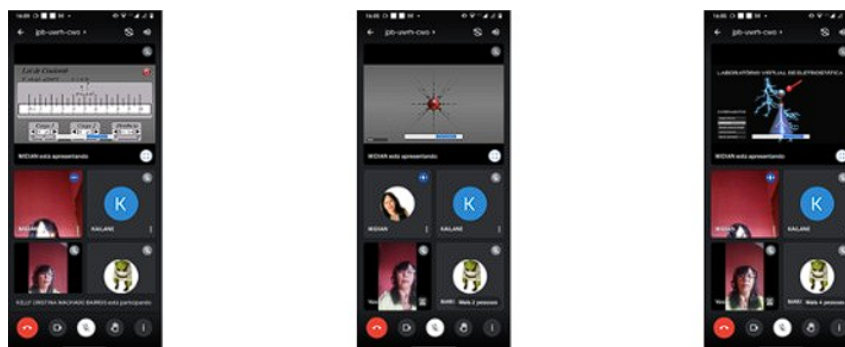


Fonte: Criação da Autora

5.2 Aula ministrada de modo tradicional complementada com o laboratório virtual de eletrotática

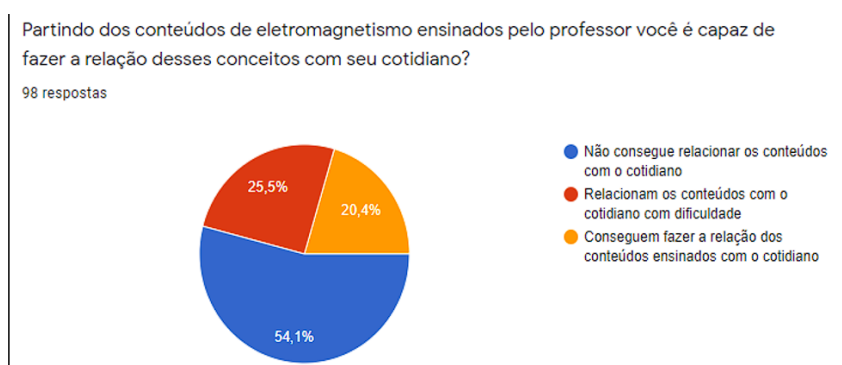
Descreve-se a análise do questionário pós – teste que ocorreu durante a aplicação da proposta de aprendizagem de aula tradicional complementada com uso de uma sequência didática de eletromagnetismo usando o pacote blender, a partir das informações coletadas das respostas dadas pelos estudantes da turma M3TR01 que participaram da pesquisa. Desta forma, a figura 5.11: 1ª questão do questionário pós teste deixam claro que 92,3% dos alunos assistiram aula tradicional complementada com os experimentos físicos do

Figura 25 – Registro de Aplicação do produto/Aula complementada com laboratório - TURMA M3TR01



Fonte: Criação da Autora

Figura 26 – Aula tradicional questionário pós-teste turma M3NR01 e M3NR02



Fonte: Criação da Autora

laboratório virtual de eletrostática e 7,7% dos alunos responderam que não assistiu aula com o uso do laboratório virtual de eletrostática. Nesta análise foi possível observar que os alunos que responderam que não assistiram aula com o uso do recurso pedagógico, foram os alunos que não tiveram assistiram as aulas remotas por dificuldades de acesso a internet.

Figura 27 – 1ª questão do questionário pós-teste



Fonte: Criação da Autora

Na figura 28: 2ª questão do questionário pós - teste, 90,4% dos alunos confirmaram os currículos contemplados de eletromagnetismo através dos experimentos físicos do laboratório virtual de eletrostática e a aprendizagem de modo facilitada é fundamentada na teoria significativa de Ausubel. Nesta mesma análise, é observado que 9,6% dos alunos não sabiam quais os conceitos de eletromagnetismo que foram apresentados e a esta porcentagem observamos que foram respostas dadas por aqueles alunos que não tiveram acesso as aulas remotas devido a dificuldades de acesso a internet.

Figura 28 – 2ª questão do questionário pós-teste



Fonte: Criação da Autora

A 3ª da questão da figura 29 do questionário pós teste, foram coletadas das respostas pós- teste sobre a aprendizagem relacionada dos currículos de eletromagnetismo com a eletricidade presente no cotidiano deles. Pela análise das respostas dadas é possível notar que 76,9% que houve uma aprendizagem significativa conforme o planejado na proposta desta pesquisa e que as respostas que correspondem a 23,9% devido As dificuldades de acesso as aulas remotas por conta da internet dos alunos.

Figura 29 – 3ª questão do questionário pós-teste



Fonte: Criação da Autora

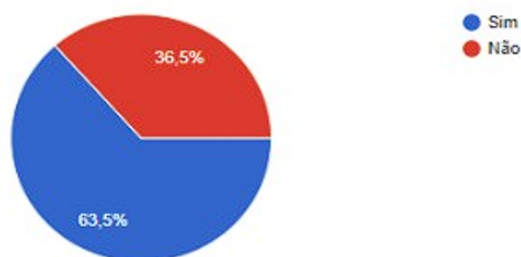
Já na figura 30: 4ª questão do questionário pós teste, quando perguntados se encontrou dificuldades em entender os conceitos de eletromagnetismo apresentados no

laboratório virtual de eletrostática obtivemos um resultado de 36,5% de sim e 63,5% disseram que encontrou dificuldades em entender os conceitos apresentados no laboratório virtual de eletrostática. Esses dados revelam que de fato houve uma aprendizagem significativa e que o recurso pedagógico utilizado contribui para ancoragem dos conceitos no subsunção do aprendiz.

Figura 30 – 4ª questão do questionário pós-teste

4- Você encontrou dificuldades em entender os conceitos de eletromagnetismo apresentados através físicas, presentes neste laboratório virtual?

52 respostas



Fonte: Criação da Autora

Nesta análise foi possível perceber que houve uma aprendizagem dos conceitos físicos de maneira significativa e bem associada com a realidade de vida dos alunos pelas repostas que os alunos deram através do google fomulário foi que 7,6% responderam que não consegue relacionar os conteúdos com o cotidiano 16,7% relacionam os conteúdos com o cotidiano com dificuldade e 75,8% conseguem fazer a relação dos conteúdos ensinados com o cotidiano.

Gráfico resumo da pesquisa da aula tradicional complementada com o laboratório virtual de eletrostática.

Figura 31 – 5ª questão do questionário pós-teste

Partindo dos conteúdos de eletromagnetismo ensinados pelo professor você é capaz de fazer a relação desses conceitos com seu cotidiano?

66 respostas



Fonte: Criação da Autora

Consideramos que houve uma aprendizagem relevante de maneira interativa e bem participativa dos alunos. Esses dados revelam que de fato houve uma aprendizagem significativa sobre sobre os tópicos específicos de eletromagnetismo.

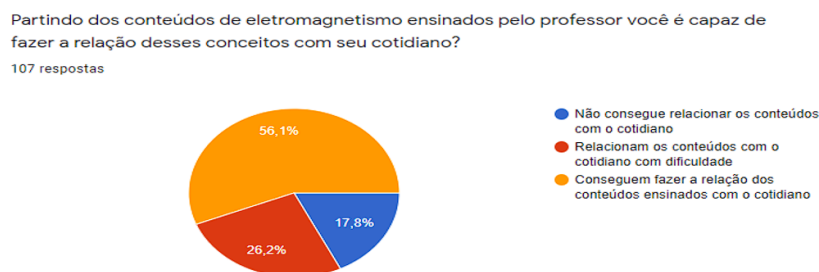
5.3 Análise dos resultados da aulas ministrada de forma mecânica com uso dos experimentos de física do Laboratório Virtual

A terceira etapa da análise desta pesquisa foi nas turmas M1TR01, M1TR02 e M1TR03 do turno da tarde a testagem do produto ocorreu em 02 encontros de 01 hora cada, que corresponde a 06 horas aulas. Escolhi essas três turmas por ser um período pandêmico, e as turmas de uma mesma série que pertencem a um mesmo turno e o horário das aulas remotas foi programado assim com aulas ministradas com todas as turmas juntas. Esta foi a maneira encontrada para aplicação deste Produto Educacional através de aula mecânica. Antes do primeiro encontro foi disponibilizado uma avaliação diagnóstica individual em um PDF postado na plataforma google sala de aula da SEDUC-PA e a avaliação diagnóstica encontra-se no apêndice B. Na sequência foi dado uma aula teórica com o objetivo de apresentar a importância das contribuições da eletricidade para a humanidade, foi exemplificado que a eletricidade está presente em todos os eletrônicos que são utilizados no nosso cotidiano.

Foi feita apresentação dos experimentos físicos do laboratório virtual em eletrostática durante todo o período da aula ministrada utilizando a metodologia mecânica. No segundo encontro foi feita apresentação dos experimentos através de aula ministrada de maneira mecânica e antes do término da aula foi enviado um link no google formulários com uma avaliação da aprendizagem dos fenômenos físicos demonstrados nos experimentos do laboratório virtual de eletrotática. A resposta dada pelos os alunos através do google fomulários foi que 17,8% responderam que não consegue relacionar os conteúdos com o cotidiano 26,2% relacionam os conteúdos com o cotidiano com dificuldade e 56,1% conseguem fazer a relação dos conteúdos ensinados com o cotidiano.

Gráfico da pesquisa das aulas ministrada de apenas de forma mecânica.

Figura 32 – Questionário pós-teste



Fonte: Criação da Autora

Analisado as resposta através do questionário pós-teste sendo possível perceber através de postagem no google sala de aula e no google formulários. Percebi que os alunos tiveram interesse pelos conteúdos não sentiram dificuldade de relacionar os experimentos

do laboratório virtual em eletrostática com a realidade de vida deles. Mas, sentiram dificuldade na distinção dos conceitos dos experimentos, pois não teve os conceitos teóricos dos fenômenos físicos. Nesta etapa da pesquisa é possível perceber que o processo de aprendizagem pode ocorrer também de forma mecânica, conforme a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel.

6 APRENDIZAGEM

A aprendizagem foi analisada através de três metodologias diferentes, adotadas para avaliar o processo de ensino/aprendizagem dos currículos de física. A primeira metodologia aplicada foi aula de forma tradicional em duas turmas do noturno M3NR01 e M3NR02, analisado através de um questionário pré-teste/pós-teste sendo possível perceber através de postagem no google sala de aula da turma que os alunos tiveram interesse pelos conteúdos de física porém sentiram dificuldade em relacionar os conceitos com o seu cotidiano.

A segunda parte da análise foi de aula expositiva de modo tradicional complementando a abordagem dos uso do laboratório virtual em eletrostática em tópicos específicos de eletromagnetismo foi aplicado em uma turma da tarde M3TR01, analisado através de um questionário pré-teste/pós-teste sendo possível perceber através de postagem no google sala de aula da turma que o processo de ensino/aprendizagem de física bem melhor assimilado conforme as postagens dos trabalhos dos alunos no google sala de aula. Percebi que os alunos tiveram interesse, conforme relato dos alunos no formulário pós-teste, que segue em anexo no capítulo de resultados e discussões. forma moderna interativa através de mapas mentais e, do uso do laboratório virtual de eletrostática em tópicos específicos de eletromagnetismo de forma complementar aos conceitos físicos buscando potencializar e ancorar os conceitos de forma relacionada com a realidade de suas vidas.

A terceira metodologia aplicada foi aula dada de forma mecânica em três turmas de primeiro ano da tarde M1TR01, M1TR02 e M1TR03., analisado através de um questionário pré-teste/pós-teste sendo possível perceber através de postagem no google sala de aula e no google formulários. Percebi que alunos que tiveram interesse pelos conteúdos não sentiram dificuldade de relacionar os experimentos do laboratório virtual em eletrostática com a realidade de vida deles. Mas, sentiram dificuldade na distinção dos conceitos dos experimentos pois não teve os conceitos teóricos. a parte teórica. rede física porém sentiram dificuldade em relacionar os conceitos com o seu cotidiano. Analisado como ocorreu o processo de aprendizagem de forma mecânica com os experimentos do laboratório virtual e como e a prática dos currículos de física ensinados apenas com o recurso do laboratório virtual de eletrostática. Para comprovação dessa pesquisa, disponibilizamos um formulário de perguntas no google forms.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste trabalho discorreu sobre uma sequência didática de eletromagnetismo usando o pacote Blender animação. A metodologia utilizada é um laboratório virtual de eletrostática com experimentos de fenômenos eletromagnéticos complementar nas aulas teóricas de física, atuando como “organizador prévio” facilitador do processo de aprendizagem para os alunos do 3º ano do Ensino Médio. Com destaque relevante, sobre o rompimento de paradigmas nas metodologias de ensino e aprendizagem. Ressaltando observações sobre a proposta de contribuição no ensino através da análise feita das respostas dos questionários pesquisador pré-teste/pós-teste sobre o que os alunos vivenciam no seu aprendizado de física no decorrer do ano letivo. Uma das intenções deste estudo foi sugerir uma nova metodologia de aprendizagem para ancorar os conceitos de eletromagnetismo de forma relacionada à vida do aprendiz, alinhadas na Base Nacional Comum (BNCC) e PCN's.

Para o desenvolvimento, aplicação e comprovação deste estudo foram abordados os conceitos de carga elétrica isolada, carga positiva, carga negativa, cargas de sinais contrários, eletroscópio de folhas, gerador de Van de Graaf e força elétrica. Com esse trabalho, se conclui que as animações apresentadas através do laboratório virtual de eletrostática age como organizador prévio juntamente com os conceitos selecionados, é uma metodologia eficaz para o ensino da física no ensino médio, por instigar os subsunçores necessários para a aprendizagem significativa. Os resultados esperados deste trabalho foram comprovados positivamente na turma M3TR01, EEEM Walkise da Silveira Vianna, onde foram aplicados os conceitos dos fenômenos físicos, complementado com os experimentos do laboratório virtual de eletrostática. Que foi percebido devido ao número de acertos nas questões propostas, dos conceitos ensinados, comprovando que os alunos compreenderam melhor sobre eletromagnetismo. Deixando claro que o uso de um organizador prévio aliado aos conceitos a serem ensinados potencializa uma aprendizagem de forma ancorada no conhecimento cognitivo do aprendiz.

A veracidade propicia o rompimento de paradigmas para melhor enfrentar os desafios no percurso de novos caminhos aliados a tecnologia e com base nas propostas das competências educacionais (BNCC). O ensino dos conceitos de eletromagnetismo apresenta múltiplas faces para as metodologias e didáticas, sendo relevante considerar que disponibilizar um recurso tecnológico de algumas animações de eletromagnetismo aos alunos, não contempla todo ensino eletromagnetismo. Mas, possibilita instigar e ancorar o conhecimento no subsunçor do aprendiz com uma ferramenta que permite ao professor ensinar e ao aluno aprender.

No que se refere ao presente produto educacional como proposta de intervenção pedagógica, fundamenta-se em um laboratório virtual de eletrostática como recurso didático possível para instigar os conhecimentos prévios do aprendiz, como também a aceitação maior pelo componente curricular Física para as turmas de 3º ano do Ensino Médio.

Assim, diante de todas as referências disponíveis para análise sobre a intervenção pedagógica, os dados percorridos em relação às aprendizagens dos alunos, evidenciam-se a necessidade de reflexão sobre romper paradigmas no ensino e aprendizagem de Física, ressaltando como ponto importante às metodologias da prática docente. Nestas circunstâncias, as mudanças sobre as metodologias tradicionais são inadiáveis, onde o professor deve atuar como mediador do conhecimento e não como detentor do conhecimento, viabilizando, sobretudo, independência aos aprendizes para que possam ser agentes dos seus próprios conhecimentos.

Com o intuito de investigação, sobre uma sequência didática de eletromagnetismo usando o pacote Blender animação. A aprendizagem dos conceitos teóricos de eletromagnetismo complementada com os experimentos físicos do laboratório virtual de eletrostática, caracteriza como uma eficaz proposta metodológica para o ensino da Física, tal qual para as demais áreas do conhecimento, concedendo uma combinação dos conteúdos de acordo com a realidade de cada aprendiz, para que possa garantir e ancorar o conhecimento através de suas particularidades.

Referências

- ALVES, J. M.; FERREIRA, J. V.; BOTREL, L.; FERREIRA, M.; ARAÚJO, P. H. Ensino a distância: características e desafios. In: *Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre*. [S.l.: s.n.], 2020. v. 2, n. 11. Citado na página 2.
- AURELIO, G.; TOSCANO, C. *Física: interação e tecnologia*. [S.l.]: Leya, 2016. Citado na página 13.
- BÁSICA, A. B. D. E. *Todos pela educação. 2019*. 2020. Citado na página 2.
- BISCUOLA, G. J. Tópicos de física, 3: eletricidade, física moderna, análise dimensional/gualter josé biscuola, newton villas boas, ricardo helou doca. reform. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2007. Citado 4 vezes nas páginas 11, 12, 13 e 16.
- BORGES, S. *Eletrostática. Processos de eletrização (I)*. 2019. Disponível em: <http://plutaoplanetaplutao.blogspot.com/2012/02/cursos-do-blog-eletricidade_15.html>. Acesso em: 13 de maio 2022. Citado na página 11.
- BRASIL, M. d. e. Base nacional comum curricular. *Brasília*, p. 553, 2018. Citado na página 5.
- CARDOSO, S. O. de O.; DICKMAN, A. G. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, p. 891–934, 2012. Citado na página 5.
- CRUZ, J. A. da; MADRUGA, Z. E. de F. A educação financeira aplicada ao ensino médio sob uma perspectiva etnomatemática. In: *VI Congresso Internacional de Ensino de Matemática-2013*. [S.l.: s.n.], 2013. Citado na página 11.
- DARROZ, L. M.; ROSA, C. d.; GHIGGI, C. M. Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de física. *Aprendizagem Significativa em Revista, Porto Alegre*, v. 5, n. 1, p. 70–85, 2015. Citado na página 8.
- ENSINO, C. G. N. E. C. Proposta para o uso didático da computação gráfica no ensino de conceitos da física. In: . [S.l.: s.n.], 2015. Citado na página 4.
- FERNANDES, A. R. *A integração curricular das TIC numa escola do Ensino Básico e Secundário: contributo para uma efetiva integração enquanto desígnio da própria instituição*. Tese (Doutorado) — Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação, 2011. Citado na página 1.
- FISMATICA. *Eletrização por contato*. 2022. Disponível em: <<https://fismatica.com.br/>>. Acesso em: 13 de maio 2022. Citado na página 15.
- HALLIDAY, R. R. e. J. W. D. Fundamentos de física 3 - eletromagnetismo. *LTC Editora*, 2016. Citado na página 12.




- HECKLER, V.; SARAIVA, M. d. F. O.; FILHO, K. d. S. O. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 29, n. 2, p. 267–273, 2007. Citado na página 8.
- HUGH, D. Y.; ROGER, A. F. física de sears e zemansky: volume iii: eletromagnetismo. PEARSON, 2015. Citado na página 16.
- LOPES, N. A. F. Montagem e uso de um laboratório virtual para o ensino de eletricidade e magnetismo. p. 14, 2019. Citado na página 5.
- MAIA, M. C. Uma abordagem do modelo padrão da física de partículas acessível a alunos do ensino médio. 2011. Citado na página 8.
- MASSONI, N. T. A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física: a questão da mudança epistemológica. 2010. Citado na página 10.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica (meaningful learning: from the classical to the critical view). In: SN. *Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de*. [S.l.], 2006. Citado na página 7.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas*, v. 41, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 8, 9 e 18.
- NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. vol. 3: Eletromagnetismo. Ed., Editora Edgard Blücher, 1997. Citado na página 15.
- REIS, E. M. Limites e possibilidades de um espaço virtual de aprendizagem no ensino e na formação de professores de física. *Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense*, 2008. Citado na página 2.
- ROCHA, C. R. O ensino de conceitos de mecânica quântica sob a ótica da teoria da aprendizagem significativa e a teoria dos campos conceituais. *SciELO Brasil*, 2012. Citado na página 7.
- SANCHES, W. E.; SCHIMIGUEL, J. O uso de animações interativas no ensino dos conceitos da energia mecânica. 2012. Citado na página 8.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da física. CARVALHO, AMP et al. *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, p. 1–27, 2010. Citado na página 11.
- SCHIMIGUEL, J.; SANCHES, W. E.; ANDREASI, M. R.; SIQUEIRA, P. H. de. A aplicação de animações no ensino de física. *RENOTE*, v. 11, n. 1, 2013. Citado na página 8.
- SILVA, F. E. Resgatando a importância do experimento de hans christian oersted. 2014. Citado na página 10.
- SILVA, L. M. da. História da física como organizador prévio: O estudo das máquinas térmicas. p. 14, 2019. Citado na página 6.

TARNOWSKI, K. dos S.; LAWALL, I. T.; DEVEGILI, K. L. O alinhamento da alfabetização científica e tecnológica com a base nacional comum curricular/the alignment of scientific and technological literacy with the common curricular national base. *Revista Dynamis*, v. 27, n. 2, p. 117–135, 2021. Citado na página 5.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. *Ciências e cognição*, v. 13, n. 1, 2008. Citado na página 9.

APÊNDICE A – PLANO DE AULA

APÊNDICE A- PLANO DE AULA

  
PLANO DE AULA
1 – IDENTIFICAÇÃO Tema: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ELETROMAGNETISMO USANDO O PACOTE BLENDER
Professora: Midian Alves de Almeida Lacerda.
2 – COMPETÊNCIA GERAL: FÍSICA Facilitar o processo de aprendizagem dos alunos 3º ano do Ensino Médio em tópicos específicos de eletromagnetismo, através do uso de laboratório virtual de eletrostática complementar no ensino e aprendizagem de física em sala de aula de modo presencial ou em sala de aula apresentada de forma remota. PRODUÇÃO DE ANIMAÇÕES EM TÓPICOS RELACIONADOS AO ELETROMAGNETISMO USANDO O PACOTE BLENDER®.
3 – OBJETO (S) DE CONHECIMENTO: <ul style="list-style-type: none">• Compreender fenômenos Físicos relacionados ao Eletromagnetismo;• Relatar o resultado das aulas com e sem animações;• Tentar melhorar e inspirar o Ensino de Física com uso de animações;• Potencializar o conhecimento cognitivo com o conhecimento cotidiano do aprendiz;• Promover o interesse pelo estudo de física;
4 – HABILIDADES Competência de área 3 – Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, comunicar descobertas a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). H1 – Analisar e representar propriedades de fenômenos eletromagnéticos, relacionando-os a seus usos em situações cotidianas. H2– Apresentar resultados de dados de pesquisas e experimentos utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) H6– Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental

5 – DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES/PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

Este trabalho é uma proposta de melhoramento do ensino básico de física, através do uso de um laboratório virtual em eletrostática como ferramenta complementar a aprendizagem dos conceitos em tópicos específicos de eletromagnetismo em sala de aula de forma presencial ou em sala de aula de modo *remoto*. Aplicando uma metodologia ativa na qual o aluno é agente do seu conhecimento, recebendo orientações do professor via a plataforma usadas aqui, aplica seus conceitos possibilitando feedback's e verifica o aprendizado aplicando o conhecimento em tarefas mais complexas. Foi pensado como instrumentos de ensino nessa prática, o Whatsapp, animações no software Blender, o Google Meet, Google sala de aula, e na parte prática experimental usar materiais recicláveis que o aluno possui na sua própria casa.

6 – POSSIBILIDADES DE PERSONIFICAÇÃO

- As atividades nas estações exploram diversas habilidades, tais como leitura, uso da tecnologia, bem como promover a relação e interação interpessoais.
- O aluno pode desenvolver diversas atividades no seu tempo e no ritmo de aprendizagem, mesmo estando em grupo/equipe.

7 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

Todos os conceitos de eletromagnetismo abordados são relacionados aos experimentos físicos do laboratório virtual de eletrostática, Baseando-se no modelo de Ausubel, a aula será iniciada introduzindo um questionamento a turma, pedindo para conceituar o que seria carga elétrica. Após isto, por meio de experiências já pré-estabelecidas nos seus cotidianos, seria apresentado a ideia de campos (gravitacional, elétrico e magnético).

Experimentos físicos da produção de animações em tópicos relacionados ao eletromagnetismo usando o pacote blender®. As animações computacionais interativas complementam os conceitos teóricos de carga elétrica positiva, carga elétrica negativa, carga de sinais contrários, eletroscópio de folhas, gerador de Van De Graaf e força elétrica.

No decorrer da aula será feita algumas demonstrações, com a finalidade de o aluno observar na prática o que acontece em algumas situações, e com isso, construir um Mapa Conceitual.

8 – PAPEL DO PROFESSOR:

Mediador no processo de ensino, buscando a melhor maneira de obter uma aula atrativa ao seu público, que muitas vezes, se encontra rapidamente disperso, em decorrência do habitante de pouca cobrança escolar. Assim, pensando em um plano de intercessão através do uso animações físicas apresentadas no software blender como auxiliar na aprendizagem e complementar no ensino dos tópicos específicos em eletromagnetismo, disponibilizando materiais de pesquisas necessários para realização de atividades

9 – RECURSOS DIDÁTICOS:

Instrumentos de ensino nessa prática, whatsapp, Google Meet aula remota, caderno de atividades postadas na plataforma seduc, pesquisas no youtube, experimentos físicos com materiais recicláveis destes que o aluno possui em casa, google formulários, animações físicas apresentadas complementando os conceitos abordados através do uso do laboratório virtual em eletrostática construído no Software Blender.

10 – ESTEATÉGIAS/INSTRUMENTOS AVALIATIVO:

Avaliação diagnóstica, e avaliação pós diagnóstica, problematização, instiga o subsunçor com conceitos novos, propõe experimentos físicos relacionados aos conceitos de eletromagnetismo, complementando os conceitos com apresentação do laboratório virtual de eletrostática.

Mapa Conceitual, carga létrica, imãs, flanela e canudinho, tesoura, papel, construção de um eletroscópio de folhas, apresentação do gerador de Van de Graaf, entre outros

11 – SOCIALIZAÇÃO: 1 hora /aula de maneira remota. Apresentação para todas as turmas as suas aprendizagens.

12 – AVALIAÇÃO:

Avaliação de forma remota, postagem de atividades na plataforma google sala de aula (seduc-pa), apresentação de experimentos físicos construídos com material recicláveis destes que se tem em casa apresentados online durante a aula remota, formulários google, caderno de atividades propostas postados na plataforma, e whatsapp (vídeos) produzidos pelos alunos das atividades propostas.

13 – NFORMAÇÕES COMPLEMENTARES :

Aulas foram realizadas ministradas de forma remota, duração de 1 hora cada aula.

Duração da apresentação experimental do aluno: 10 à 15 minutos,

Laboratório Virtual de Eletrostática composto de 6 animações físicas em Tópicos Específicos de Eletromagnetismo.

REFERÊNCIAS:

AUSUBEL, D. P. AQUISIÇÃO E RETENÇÃO DE CONHECIMENTO: UMA PERSPECTIVA COGNITIVA. LISBOA: PLÁTANO, 2003., D. P. AQUISIÇÃO E RETENÇÃO DE CONHECIMENTO: UMA PERSPECTIVA COGNITIVA. LISBOA: PLÁTANO, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília: MEC/SEB, 2017.

Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br> (Links para um site externo) Links para um site externo>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Halliday, David. Fundamentos de Física, V. 03. 10ª Ed., LTC, Rio de Janeiro, 2016. Nussenzveig, Herch Moysés. Curso de Física Básica – vol. 03, 4ª Ed., Blucher, São Paulo, 2002.

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA



Este questionário não é avaliativo é um questionário de sondagem (pré-testes / pós-teste), para os alunos que do participantes desta pesquisa, disponibilizado através do google formulários, contendo as seguintes perguntas:

QUESTIONÁRIO

Você sente dificuldades no aprendizado de física?() sim () não

1. Você é capaz de identificar a presença do eletromagnetismo no seu cotidiano?
() sim () não
2. Você já estudou sobre eletromagnetismo ou eletricidade?
() sim () não
3. você já realizou algum experimento de eletrostática?
() sim () não
4. Você gostaria que suas aulas de eletrostática fossem complementadas com um laboratório virtual de eletrostática?
() sim () não
5. Você consegue diferenciar o processo de eletrização que ocorre em um eletroscópio de folhas de um gerador de Van De Graaf?
() sim () não
6. Considere uma força elétrica gerada entre duas cargas elétricas. Se dobrarmos a distância entre as cargas, a força elétrica irá aumentar?
() sim () não

7. Considere uma força elétrica gerada entre duas cargas elétricas. Se a distância entre as cargas for reduzida, a força elétrica aumenta?
() sim () não
8. Você sabe diferenciar as linhas de força gerada por uma carga elétrica positiva das linhas de força gerada por uma carga elétrica negativa?
() sim () não
9. Atualmente com a pandemia houve mudança no processo de ensino. Você percebe que sua aprendizagem melhorou?
() sim () não

APÊNDICE C – EXPERIMENTOS COM FÍSICOS COM MATERIAL RECICLÁVEL

APÊNDICE C- EXPERIMENTOS COM FÍSICOS COM MATERIAL RECICLÁVEL

		
---	---	---

1 – EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO COM MATERIAL RECICLÁVEL QUE O ALUNO POSSUI EM CASA

TEMA: TÓPICOS ESPECÍFICOS DE ELETROMAGNETISMO

Professora: Midian Alves de Almeida Lacerda.

COMPETÊNCIA GERAL: FÍSICA

Facilitar o processo de aprendizagem dos alunos 3º ano do Ensino Médio em tópicos específicos de eletromagnetismo, através do uso de experimentos físicos feito com material de baixo custo. Materiais recicláveis destes que o aluno possui em casa.

3 – OBJETO (S) DE CONHECIMENTO:

- Compreender fenômenos Físicos relacionados ao Eletromagnetismo;
- Relatar o resultado das aulas com e sem animações;
- Tentar melhorar e inspirar o Ensino de Física com uso de animações;
- Potencializar o conhecimento cognitivo com o conhecimento cotidiano do aprendiz;
- Promover o interesse pelo estudo de física;

4 – METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DO LABORATÓRIO VIRTUAL EM ELETROSTÁTICA.

A seção lista de materiais <https://www.youtube.com/watch?v=nFcWdwTBCmU>

<https://www.portaldoprofessor.mec.gov>.

CARGA ELÉTRICA

1- MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

- Caneta esferográfica de plástico
- Pedacos de tecido ou plástico
- Pedacinhos de papel picotado de peso des Prezível



Fig-1.FONTE: PRÓPRIO AUTOR

SUGESTÃO 1:

Sugerir experimento logo após a aula dos conceitos abordado, pedir a equipe de aluno e representante da equipe fazer uma analogias com os conceitos teóricos da carga elétrica (atrito, contato e indução).

Equipe: Composta por 4 alunos ou a critério do professor

Duração da apresentação : 5 à 10 minutos

SUGESTÃO 2:

O professor mediador deve procurar ancorar melhor os conceitos dos fenômenos físicos com a mesclagem da apresentação do experimentos do laboratório virtual sobre carga elétrica de sinais contrários (força elétrica de atração entre as cargas de sinais contrários).

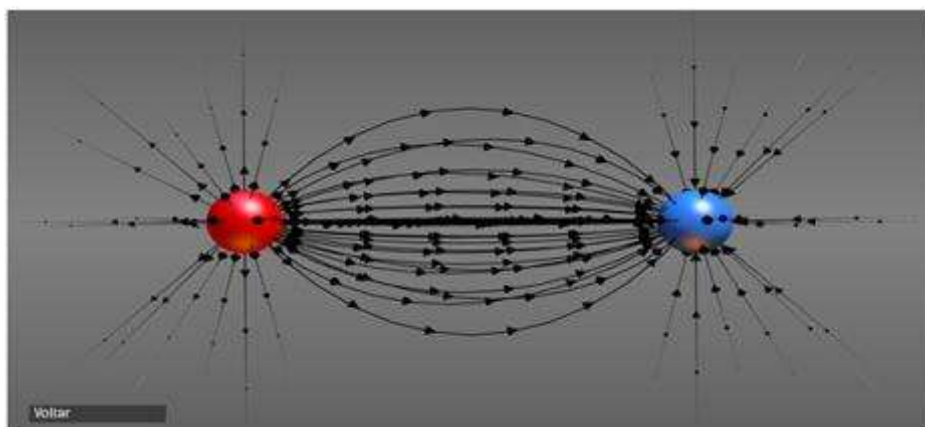


Fig. 22 Imagem Campo elétrico criado por carga de sinais contrários.
Fonte: Próprio autor

5 – ELETROSCÓPIO DE FOLHAS

Este experimento virtual eletroscópio de folhas é composto essencialmente de haste condutora, na extremidade superior, uma esfera metálica, na extremidade inferior, duas folhas metálicas de peso desprezível, sustentadas de que possa se abrir e fechar livremente. Quando aproximamos um corpo eletrizado da esfera, essas **folhas** metálicas repelem-se, demonstrando a existência de carga elétrica. A seção Para aplicação da animações sobre os processos de eletrização na turma M3TR03.

2- . MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

- Caneta esferográfica de plástico
- Pedacos de tecido ou plástico
- Pedacinhos de papel picotado de peso desprezível

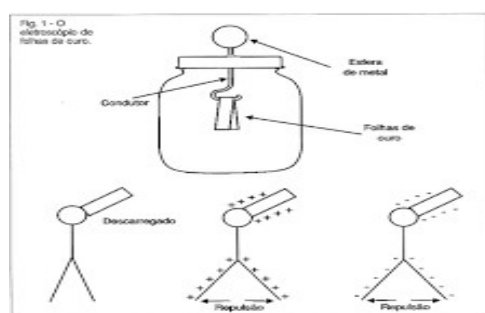


Fig 3. <https://www.google.com>

FIG 2 <https://2img.net/h/s6.postimg.cc/9voklt4x/1m1>

SUGESTÃO:

Sugerir experimento logo após a aula dos conceitos abordado, pedir para o aluno representante da equipe fazer uma analogias com os conceitos teóricos da carga elétrica (atrito, contato e indução).

Equipe: Composta por 4 alunos ou a critério do professor

Duração da apresentação : 5 à 10 minutos

O professor mediador deve procurar ancorar melhor os conceitos dos fenômenos físicos com a mesclagem da apresentação do experimentos do laboratório virtual.

5 – GERADOR DE VAN DE GRAAF

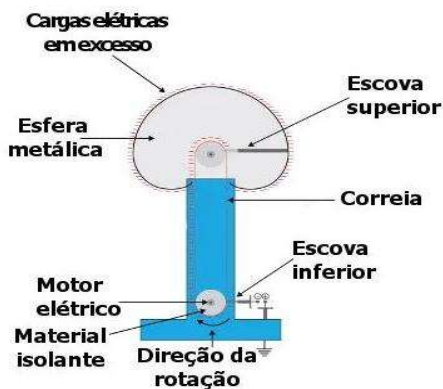


Fig. 4. gerador-van-de-graaff
<https://www.brasilecola.uolestrutura->

MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

A composição de materiais e esquema de funcionamento do gerador de Van de Graaf, foi feita segundo pesquisa no site [brasilecola](https://www.brasilecola.uolestrutura-). [11]

Esquema de funcionamento e materiais necessários: 1 esfera de metal, 2 eletrodo conectado a esfera, com uma escova na ponta para assegurar a ligação entre a esfera e a correia, 3 rolete superior, 4 lado positivo da correia, 5 lado negativo da correia, 6 rolete inferior, 7 eletrodo inferior, 8 bastão terminado em esfera usado para descarregar a cúpula, 9 fâsca produzida pela diferença de potencial

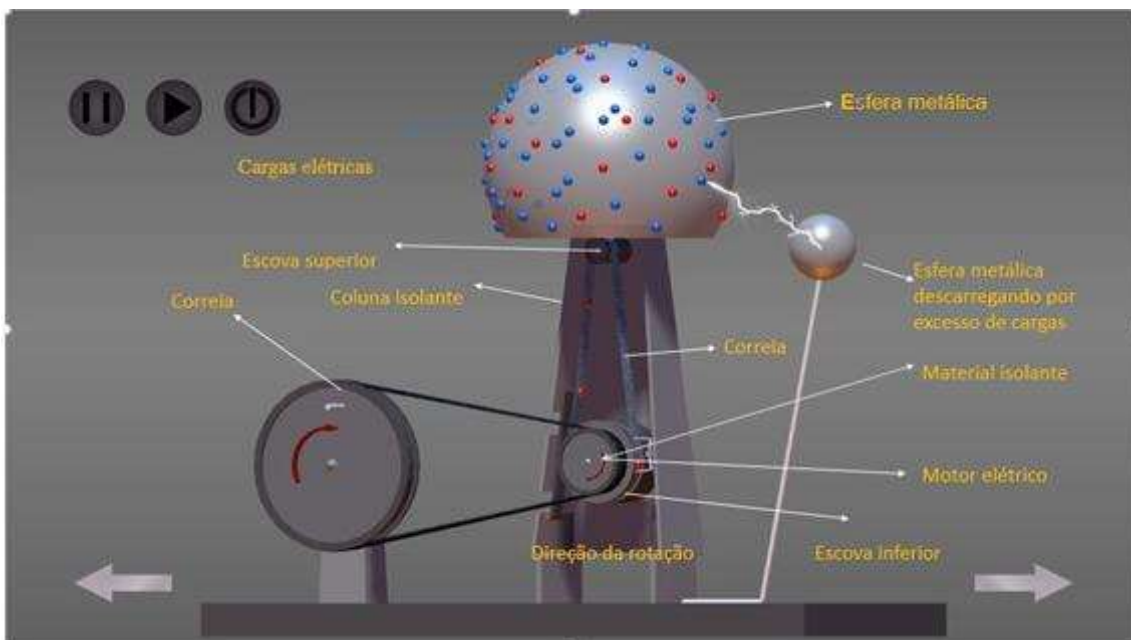


Fig. 5. gerador-van-de-graaff
<https://www.brasilecola.uolestrutura->

SUGESTÃO 1:

Sugerir experimento logo após a aula dos conceitos abordado, pedir para o aluno representante da equipe fazer uma analogias com os conceitos teóricos da carga elétrica (atrito, contato e indução).

Equipe: Composta por 4 alunos ou a critério do professor

Duração da apresentação : 5 à 10 minutos

SUGESTÃO 2: Explicar aos alunos que este gerador é muito utilizado nos laboratórios das escolas de nível médio, qual a sua relevância nos processos de eletrização e que geradores podem produzir diferenças de potencial de milhões de volts.

O professor mediador deve procurar ancorar melhor os conceitos dos fenômenos físicos com a mesclagem da apresentação do experimentos do laboratório virtual.

Através de experimentos físicos podemos demonstrar que um corpo neutro pode ser eletrizado, e ficar carregado por excesso elétrons ou ficar carregado por falta de elétrons. e Segundo Barreto Filho, Benigno (2016, p. 26 e p. 27), “Por convenção, o próton possui carga positiva (+) e o elétron, carga negativa (-), mas os valores absolutos delas são iguais”.

$$Q = n.e \text{ Onde } Q_p = + e = 1,6. 10^{-19} \text{ C, e } Q_{-e} = - e = 1,6. 10^{-19} \text{ C}$$

dos fenômenos físicos com a mesclagem da apresentação do experimentos do laboratório virtual.

APÊNDICE D – PRODUTO EDUCACIONAL



MIDIAN ALVES DE ALMEIDA LACERDA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ELETROMAGNETISMO USANDO O
PACOTE BLENDER**

Marabá, PA
2022

PRODUTO EDUCACIONAL

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ELETROMAGNETISMO USANDO O PACOTE BLENDER

MIDIAN ALVES DE ALMEIDA LACERDA

Produto Educacional Vinculado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Tarciso de Andrade Filho

Marabá, PA
2022

Lista de figuras

Figura 1 – Tela inicial do Software Blender	5
Figura 2 – BLOCO DE LÓGICA (BGE) interface de criar animações	6
Figura 3 – Vídeo da atividade experimental	7
Figura 4 – Eletrização por contato	7
Figura 5 – Eletrização por contato	8
Figura 6 – UP-BGE com roteiros do Laboratório virtual de Eletrostática	9
Figura 7 – Garrafa de vidro modelada no Software Blender	10
Figura 8 – Rolha modelada (cortiça) da garrafa de vidro no Software Blender	10
Figura 9 – Cilindro metálico modelado (haste)e encaixado na rolha de cortiça	11
Figura 10 – Esfera metálica condutora encaixada no canudo (haste) metálico condutor	11
Figura 11 – Bastão metálico condutor duplicado(Indutor)	12
Figura 12 – Folhas metálicas condutoras duplicadas colada na parte inferior do canudo(haste)	12
Figura 13 – Bastão metálico(Indutor) e do eletroscópio com as folhas metálicas (induzidas)	13
Figura 14 – Pasta do laboratório virtual eletrostática	14
Figura 15 – Pasta do laboratório virtual eletrostática	14
Figura 16 – Pasta do laboratório virtual eletrostática	14
Figura 17 – Pasta do laboratório virtual eletrostática	15
Figura 18 – Linhas de campo para uma carga positiva	17
Figura 19 – Linhas de campo para uma carga negativa	18
Figura 20 – Campo elétrico criado por carga de sinais contrários	19
Figura 21 – Animação Eletroscópio de Folhas- Peças que constituem o aparelho	19
Figura 22 – Animação Eletroscópio de Folhas bastão eletrizado, momento antes da indução	20
Figura 23 – Animação Eletroscópio de Folhas- corpos eletrizados por indução	20
Figura 24 – Simulação de um gerador de Van de Graaff	21
Figura 25 – Animação esquemática de um Gerador de Van de Graaf	21
Figura 26 – Representação da Animação esquemática da Força Elétrica antes de valores as cargas	22
Figura 27 – Representação da Animação esquemática da Força Elétrica com valores dados as cargas	23
Figura 28 – Representação da Animação esquemática da Força Elétrica dobrando a distância entre as cargas	23

Sumário

	Página
1	APRESENTAÇÃO 1
	1.1 Apresentação 1
2	INTRODUÇÃO 3
	2.1 Introdução 3
3	DESCRIÇÃO DO SOFTWARE BLENDER 5
	3.1 Descrição do software blender 5
	3.2 QUAL O OBJETIVO DO USO DESTE SOFTWARE? 6
	3.3 PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO 6
	3.3.1 Atrito 6
	3.3.2 Carga Elétrica 7
	3.3.3 Contato 7
	3.3.4 Indução 8
	3.4 Força Elétrica 8
	3.4.1 Lei de Coulomb 8
	3.4.2 Descrição metodológica de construção do laboratório virtual de eletrostática 8
4	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA 14
	4.1 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DE ENTRADA NO LABORA- TÓRIO VIRTUAL DE ELETROSTÁTICA 14
	4.2 LABORATÓRIO VIRTUAL DE ELETROSTÁTICA 15
	4.3 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE APLICAÇÃO 15
	4.4 ANIMAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA POSITIVA 17
	4.5 ANIMAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA NEGATIVA 18
	4.6 ANIMAÇÃO DAS CARGAS DE SINAIS CONTRÁRIOS 18
	4.7 ANIMAÇÃO DO ELETROSCÓPIO DE FOLHAS 19
	4.8 ANIMAÇÃO DO GERADOR DE VAN DE GRAAF 21
	4.9 ANIMAÇÃO DA LEI DE COULOMB 22
	REFERÊNCIAS 24

1 APRESENTAÇÃO

1.1 Apresentação

O Produto Educacional, é vinculado a dissertação de mestrado, foi pensado como uma proposta didática pedagógica para os professores de física do Ensino Médio, principalmente para aqueles professores atuantes nos terceiros anos que buscam construir uma aprendizagem ancorada na mente do aprendiz. Este produto Educacional é um laboratório virtual em eletrostática que se intitula tópicos Específicos de Eletromagnetismo com Animações Através do Software Blender.

A sequência didática é composta por seis animações físicas produzidas no sistema de física do software Blender. São experimentos de fenômenos físicos eletromagnéticos demonstrados através de um laboratório virtual de eletrostática produzidas software blender 2.79. Você pode usar esses experimentos para complementar suas aulas de física, para isso basta clicar na opção do laboratório ilustrado na interface do monitor para fazer reprodução dos experimentos interativos durante suas aulas de eletromagnetismo.

Se você professor tiver interesse em ampliar seus conhecimentos sobre os tópicos específicos de eletromagnetismo é conveniente que faça a leitura da dissertação, que fundamenta este produto educacional. Pois nela encontrará descrição de textos, demonstração dos experimentos que foram abordados sobre os conceitos de eletromagnetismo, exemplos de exercícios resolvidos, atividades propostas que visam instigar o subsumidor do aprendiz, bem como proporcionar uma aprendizagem efetiva e significativa em sua mente.

Caso o professor esteja em busca de uma metodologia de ensino de maneira ativa, interativa, dinâmica de forma relacionada com o cotidiano do aprendiz este produto educacional é perfeito para ser adotado por você em sala de aula de forma presencial ou sala de aula de maneira remota.

De modo geral, o produto educacional proposto aqui é um laboratório virtual de eletrostática, uma excelente ferramenta pedagógica que tem como objetivo instigar do subsumidor do aprendiz a adquirir uma aprendizagem relacionada ao seu cotidiano, e complementar os conceitos dos tópicos específicos de eletromagnetismo, ministrados pelos professores. A metodologia proposta aqui pode ser aplicada em sala de aula de forma presencial ou em sala de aula de modo remoto, é uma excelente alternativa para romper com os velhos paradigmas de aulas ministradas de forma tradicional. É fundamentado na teoria significativa de David Ausubel, foi aplicado em uma escola pública da rede estadual de ensino no interior do estado do Pará na cidade de Marabá, com participação dos alunos

forma interativa e significativa neste processo de Ensino/Aprendizagem.

Esperamos que este Produto Educacional, seja motivador no rompimento de velhos paradigmas, e que possa proporcionar uma aprendizagem ancorada de maneira significativa na mente do aprendiz.

2 INTRODUÇÃO

2.1 Introdução

Tentando lidar com a problemática da grande quantidade de conteúdos, a serem ministrados em uma carga horária muito pequena, e com a necessidade de inovar a metodologia pedagógica, para alcançar uma aprendizagem significativa na mente do aprendiz. Proponho o uso de um laboratório virtual em eletrostática como uma ferramenta pedagógica complementar dos conceitos específicos em tópicos de eletromagnetismo. O laboratório virtual é uma "PRODUÇÃO DE ANIMAÇÕES EM TÓPICOS RELACIONADOS AO ELETROMAGNETISMO USANDO O PACOTE BLENDER", não é uma proposta de substituição de todo o processo de aprendizagem, é um “organizador prévio” complementar as nossas aulas de física de forma presencial ou aulas de física de forma online.

Atualmente, o ensino de física no Brasil tem passado por relevantes mudanças e desafios devido aos avanços mundiais e tecnológicos que estamos vivendo. Sendo necessário que os professores mudem o método de ensino da aula tradicional, para aulas modernas e significativas. Isso ocorre porque muitos professores de física atuam em sala de aula como “professores do século passado”. A integração da educação com o aprendiz ocorre na medida em que a escola rompe com velhos paradigmas de ensino tradicional para ensino moderno e contemporâneo. Considerando que os problemas das deficiências na educação no Brasil, não é um problema só do professor, está relacionado a um conjunto de fatores que sucede desde investimento na formação continuada dos professores, carga horária pequena em relação aos extensos conteúdos, poucos laboratórios de física, material didático desadequado à realidade dos alunos.

Além da falta e/ou despreparo dos professores, de suas más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no Ensino Médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível, o ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. Estamos no século XXI, mas a Física ensinada não passa do século XIX (MOREIRA, 2017).

Neste contexto, a escola deve sensibilizar com a falta de conhecimento cognitivo do aprendiz e buscar alternativas que incluía projetos pedagógicos educacionais utilizando-se de recursos computacionais como laboratórios virtuais, de fazer oficinas experimentais com materiais de baixo custo ou mesmo aqueles materiais que o aprendizes tem em casa para serem utilizados como ferramenta facilitadoras na compreensão de conceitos considerados por eles como difíceis. Nesse contexto, os currículos e conceitos de física devem ser adequados a realidades dos alunos conforme as propostas da Base Nacional

Comum Curricular conforme. “No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente”(ARAÚJO; MORAIS, , p.470).

Existem várias alternativas para melhorar a aprendizagem de física desde a escolha dos currículos adequados a realidade dos aprendizes a uso de laboratórios virtuais com simulação, todos estes recursos citados são ferramentas facilitadoras da aprendizagem que podem ser agregadas aos conceitos novos apresentados aos aprendizes.

A física para Ensino Médio em escolas públicas é caracterizada como matéria de difícil assimilação, devido à dificuldade de relacionar os fenômenos físicos com sua experiência cotidiana. Principalmente quando se trata de assuntos abstratos que não podem ser verificados no dia a dia, e nem com experiências simples, que poderiam ser implementadas em sala de aula. A falta de equipamentos necessários para experimentos em laboratórios das escolas e o pouco tempo disponível para ensinar o conteúdo de eletromagnetismo, desperta a necessidade de incorporar as simulações em computador como objetos de aprendizagem, pois são de fácil acesso e podem ser usados tanto em salas de informática nas escolas, como em casa como complementação dos estudos em sala de aula (LOPES, 2017, p.10).

Neste contexto, as animações físicas tópicos específicos de eletromagnetismo é relevante para professores e alunos do 3º ano do Ensino Médio por atuarem como ferramenta complementar na aprendizagem dos conceitos abstratos de física e tendo como objetivo estratégico, facilitar a compreensão dos novos conceitos através da visualização experimental do fenômeno por meio do laboratório virtual de eletrostática. Segundo Lopes (2017, p.9).

O ensino de Eletricidade e Magnetismo faz parte desse conteúdo que deve ser abordado de forma mais interessante e instigante. Uma vez que, o mesmo engloba conceitos abstratos e de difícil entendimento. Individualmente, os alunos não conseguem internalizar conceitos de força e campo, ou mesmo de partículas carregadas se movendo em um campo de forças elétrica e magnética. Para vivenciar e assimilar esses conceitos, é indispensável o uso de materiais didáticos que conduzam a aprendizagem de uma forma experimental e que apresente resultados mais eficazes do que o método tradicional de aulas expositivas (LOPES, 2017).

O fenômeno físico produzido em laboratório virtual é muito próximo do fenômeno real, e impulsiona o aprendiz a fazer uma relação entre o seu conhecimento cognitivo com o conceito novo a ele apresentado. Dessa forma as animações físicas são um recurso pedagógico inovador que propicia uma aprendizagem organizada com interação e integração do aprendiz de forma moderna dinamizada e substanciada bem diferente de uma aprendizagem tradicional de modo aleatório. Também é importante ressaltar que esta proposta é fundamentada na teoria significativa de David Ausubel, onde se busca potencializar a aprendizagem do uso de recurso didático.

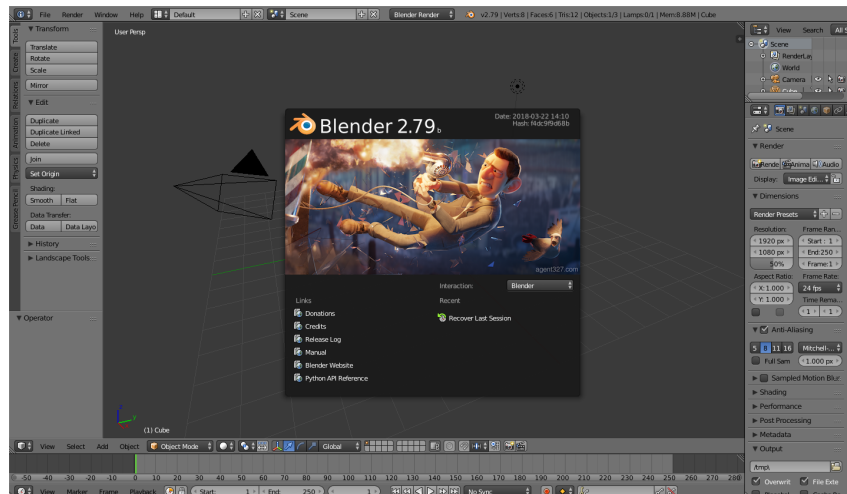
3 DESCRIÇÃO DO SOFTWARE BLENDER

3.1 Descrição do software blender

O software do programa Blender 3D, na versão 2.79 foi usado na construção das animações deste Produto Educacional, é um software gratuito, disponível para downloads no site oficial <www.blender.org>, é só baixar e escolher o sistema operacional compatível com o seu computador. Permite a modelagem, a texturização, renderização de objetos em 3D e dentro do Blender tem a Python que é uma linguagem de programação que serve para criar, animações, jogos Blender Game Engine (BGE). Segundo a página Get Blender no site oficial.

O Blender é uma ferramenta que permite a criação de vastos conteúdos de 3D. Oferece funcionalidades completas para modelagem, renderização, animação, pós- produção, criação e visualização de conteúdo 3D interativo, com os benefícios singulares de portabilidade numa aplicação com cerca de 5MB [2022](#).

Figura 1 – Tela inicial do Software Blender

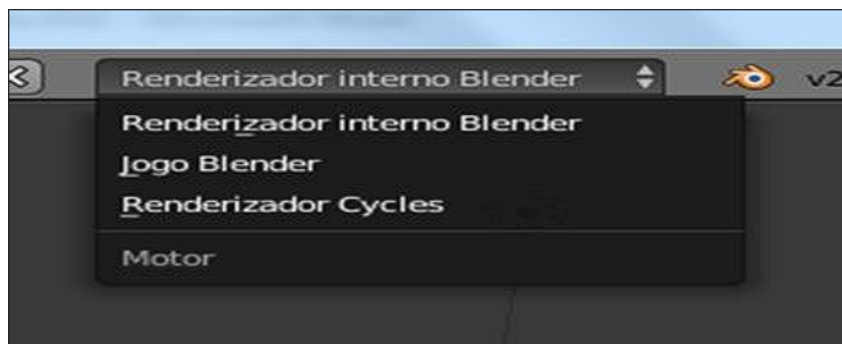


Fonte: Captura de tela da Autora

Na interface a imagem apresenta as opções de funcionalidade, do lado esquerdo os links de programação que se pode utilizar, as opções tipo: os créditos, o manual, a Python que é uma linguagem de programação que tem dentro do blender, serve para criar jogos, criar animações no modo padrão na opção default sempre. No bloco de lógica na interface Blender Games Engines (BGE), se cria animações, jogos e simulações; clicando na opção Renderizador interno Blender serve para fazermos imagens. O Renderizador Cycles, serve para fazer imagens mais refinadas e ambos criam figuras estáticas, ou vídeos.

O Blender tem 3 engines, que são o Renderizador interno, Renderizador Cycles, jogo Blender.

Figura 2 – BLOCO DE LÓGICA (BGE) interface de criar animações



Fonte: Captura de tela da Autora

3.2 QUAL O OBJETIVO DO USO DESTES SOFTWARES?

O objetivo do uso desse software é ensinar física através da visualização das animações computacionais produzidas no software Blender, complementar aos conceitos dos fenômenos físicos ensinados nas minhas aulas dadas em sala de aula e facilitar a aprendizagem, dos conteúdos de forma relacionada e ancorada na mente do aluno.

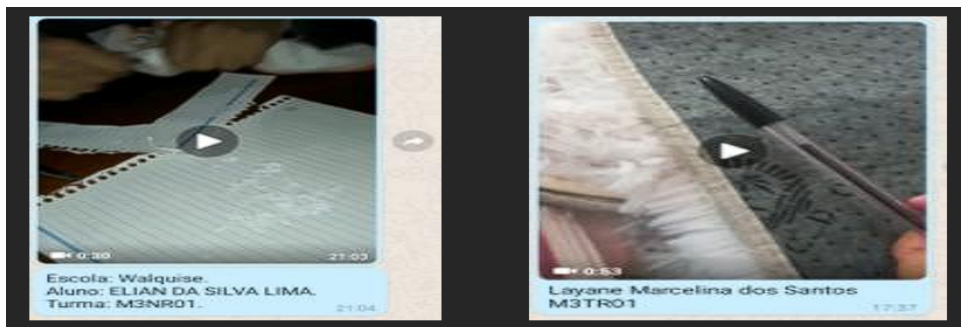
3.3 PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO

Desde a antiguidade o eletromagnetismo causava fascínio na observação dos fenômenos, e dentre esses fenômenos a eletricidade foi a que trouxe mais contribuições para a humanidade, estando presente em todos os equipamentos eletrônicos que lidamos no nosso cotidiano. Neste sentido, instigar o conhecimento cognitivo do aprendiz não só com apresentação de conceitos. Mas, também através da construção de experimentos, e pela visualização das animações físicas através do laboratório virtual em eletrostática é uma possibilidade para alcançar uma aprendizagem de maneira relacionada.

3.3.1 Atrito

Proposta de atividade experimental dada aos alunos do 3º ano do EEM Walkise Vianna, para fazerem um experimento físico de baixo custo, para análogo aos fenômenos físicos apresentados neste Produto Educacional. Cortar alguns pedacinhos de papel, bem pequenos de pesos desprezíveis, e deixe-os sobre uma superfície plana qualquer e esfregue a caneta com força a um pedaço de papel ou a um pedaço de tecido. Aproxime-a rapidamente dos pedacinhos de papel.

Figura 3 – Vídeo da atividade experimental



Fonte: Criação da Autora

Neste experimento os alunos perceberam, que ambos os corpos que não tinham, após serem atritados ente si, logo após o atrito ambos os corpos ficam carregados com cargas de sinais contrários.

3.3.2 Carga Elétrica

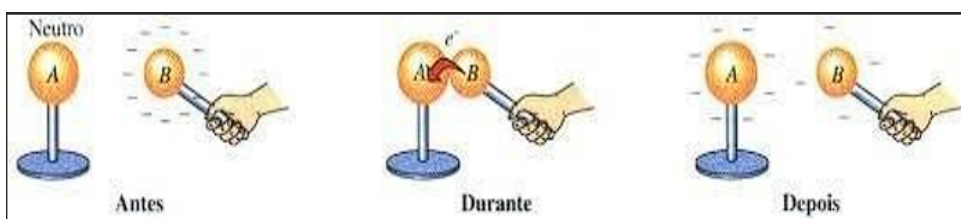
Através de experimentos físicos podemos demonstrar que um corpo neutro pode ser eletrizado, e ficar carregado por excesso elétrons ou ficar carregado por falta de elétrons. Halliday (2016, p.26 e p.27), “Por convenção, o próton possui carga positiva (+) e o elétron, carga negativa (-), mas os valores absolutos delas são iguais”.

$$Q = n.e \text{ Onde } Q_p = +e = 1,6.10^{-19}C, \text{ e } Q_{-e} = -e = 1,6.10^{-19}C$$

3.3.3 Contato

Para o processo de eletrização por contato vamos considerar duas esferas metálicas condutoras de eletricidade. A esfera condutora A, previamente eletrizada com carga negativa, e a esfera condutora B, inicialmente neutra. É possível eletrizar a esfera condutora de eletricidade B, fazendo o contato com a esfera A. conforme está demonstrado na figura 4.

Figura 4 – Eletrização por contato



Fonte: (SILVA, 2022)

Neste processo de eletrização por contato, é possível notar que após o contato as esferas condutoras de eletricidade ficam carregadas com cargas de sinais iguais. Que as esferas condutoras envolvidas, formam um sistema eletricamente isolado, o princípio da conservação das cargas nos permite escrever:

$$Q_A + Q_B = Q'_A + Q'_B$$

3.3.4 Indução

Figura 5 – Eletrização por contato



Fonte: (SILVA, 2022)

3.4 Força Elétrica

Segundo Nussenzveig (2006, p.6, p.7 e p.8) a força elétrica é descrita e demonstrada pela Lei de Coulomb.

3.4.1 Lei de Coulomb

Duas cargas q_1 e q_2 , separadas por uma distância r , surgem entre as cargas uma força recíproca entre as cargas; A força é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância r que as separa. Chamada de Lei de Coulomb Nussenzveig (2006, p.6, p.7 e p.8).

$$\vec{F}_{12} = \frac{q_1 q_2}{|4\pi\epsilon_0|} \hat{r}_{12}$$

Sendo que no SI, K é uma constante de proporcionalidade no vácuo.

$$k \equiv \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 10^{-7} N.m^2/C^2 \cong 8,98755.10^9 N.m^2/C^2$$

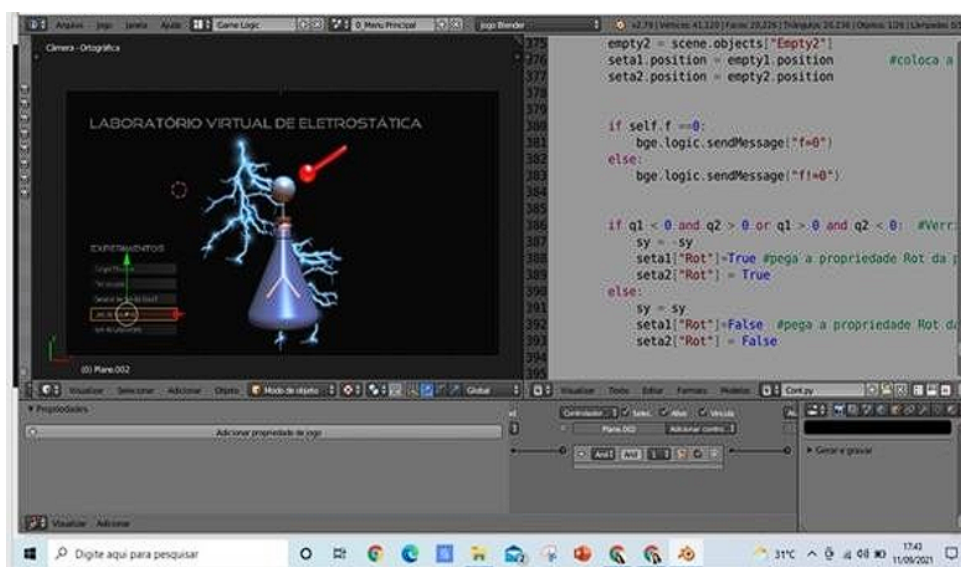
3.4.2 Descrição metodológica de construção do laboratório virtual de eletrostática

O laboratório virtual de Eletrostática, é um conjunto de seis experimentos em tópicos específicos de eletromagnetismo, foi produzido usando o pacote BLENDER na

versão 2.79 na interface Blender Games Engines (BGE). São animações físicas em 3D, que foram construídas para rodar em computadores que possuem o sistema operacional Windows, com fins educacionais. A produção das animações físicas todas foram construídas no mesmo padrão de produção na interface na opção default. No boloco de lógica (UP-BGE0, o game engine, que tem um motor de física, suporte à animação, sons inteligência artificial, dentre várias funcionalidades. Para a produção das animações também foram feitas várias vídeo aulas para entender as principais ferramentas a serem manuseadas para a produção dentro do software blender engine. Escolhi o programa Blender, por ser um software gratuito, apresenta funcionalidades de modelagem, renderização e texturização de objetos 3D, dando a possibilidade de fazer animações dos personagens na interface Blender Game Engine ou apenas BGE. Dentro do software blender tem a Python uma linguagem de programação para a criação de scripts para automatizar e ampliar o poder do Blender e de seu motor de jogo. Na apresentação das animações, o professor fará o papel de mediador na construção do conhecimento dos conceitos físicos, o aprendiz é o coadjuvante na ancoragem dos conceitos abordados em conformidade das competências e habilidades da BNCC.

Considerando que as animações seguem o mesmo padrão de modelagem e construção, escolhi a animação do eletroscópio de folhas para demonstrar o processo de construção das animações. A escolha da descrição da animação do eletroscópio de folhas está relacionada a imagem de apresentação da capa do Produto Educacional laboratório virtual de eletrostática.

Figura 6 – UP-BGE com roteiros do Laboratório virtual de Eletrostática

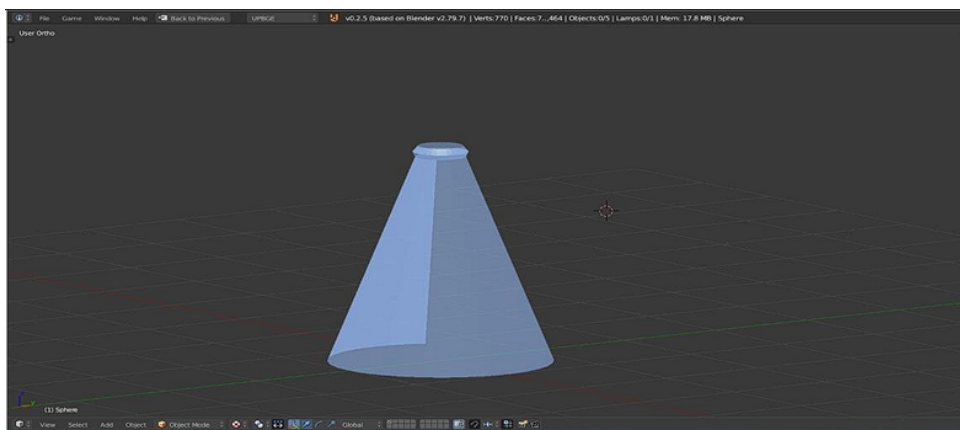


Fonte: Print da tela da Autora

Para a produção do experimento físico do laboratório virtual de eletrostática eletroscópio de folhas é necessário seguir o passo a passo de construção.

1. Passo o processo de modelagem, em malha adiciona um círculo, dá uma estrusão clicando na tecla “E” modelando para uma garrafa diminuindo o círculo “ S ”para o círculo na parte superior para dar o formato da boca da garrafa (cone);

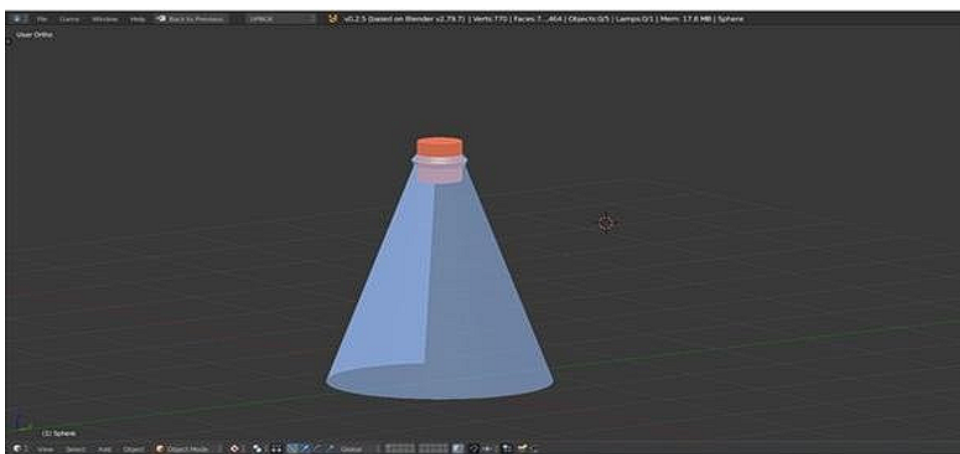
Figura 7 – Garrafa de vidro modelada no Software Blender



Fonte: Criação da Autora

2. Passo clica em adicionar objeto (cilindro), clica em “s” para diminuir o cilindro até o formato de uma tampa da boca da garrafa, do lado na interface do software clica em material novo, escolhe a cor que texturiza na cor da cortiça, transporte o cilindro até a parte superior da cone que será a tampa do eletroscópio.

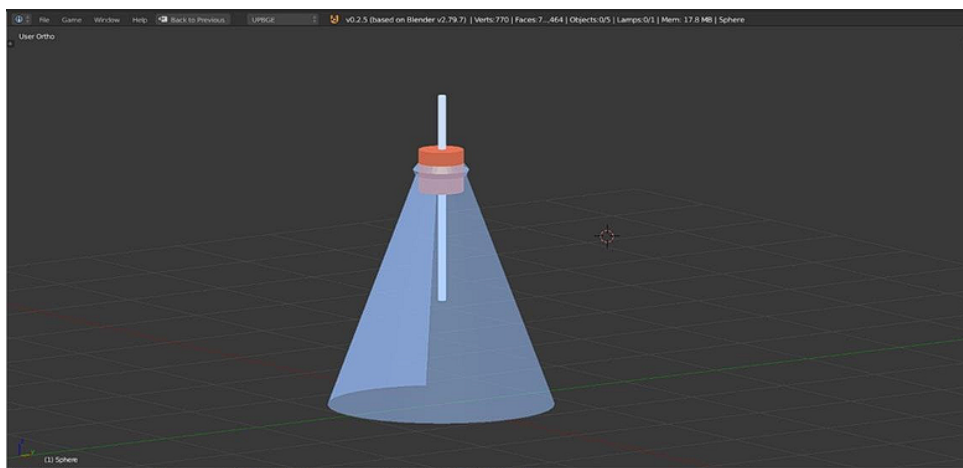
Figura 8 – Rolha modelada (cortiça) da garrafa de vidro no Software Blender



Fonte: Criação da Autora

3. Passo clica em malha na opção adicionar objeto (cilindro), clica em “s” para diminuir a circunferência do círculo do cilindro até o formato de um canudo, clica em “E” , fazendo uma extrusão para alongar o canudo, e encaixe o canudo na cortiça.

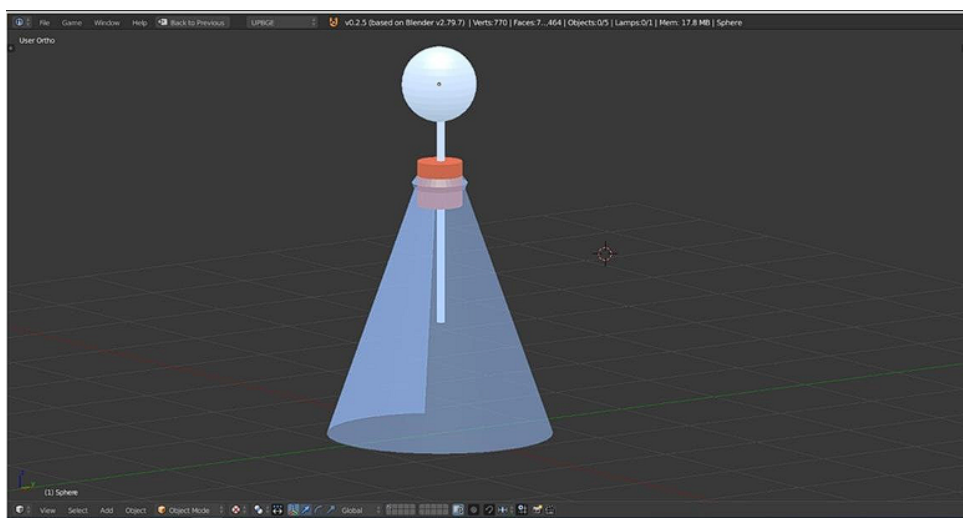
Figura 9 – Cilindro metálico modelado (haste) e encaixado na rolha de cortiça



Fonte: Criação da Autora

4. Passo clica em malha adicionar objeto (esfera uv), clica em “s” para diminuir a circunferência da esfera, e encaixe a esfera na ponta do canudo, clica em novo material e pinte de azul a esfera e o canudo (o corpo induzido).

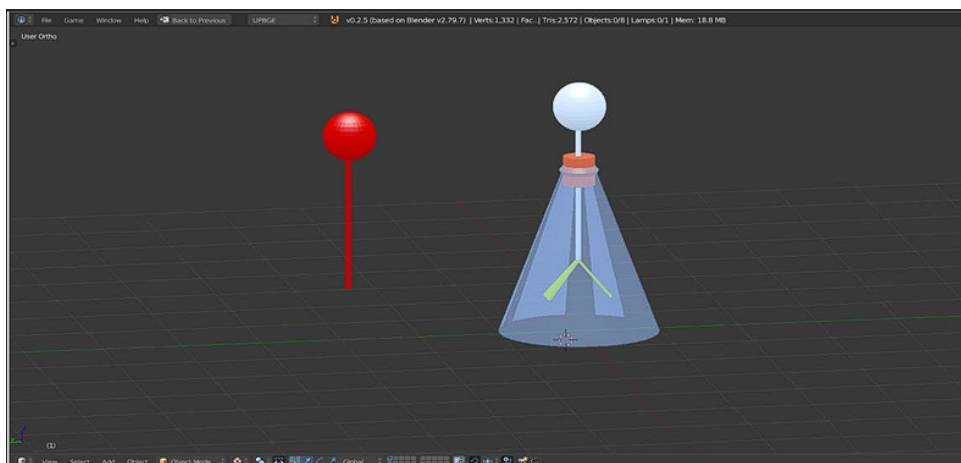
Figura 10 – Esfera metálica condutora encaixada no canudo (haste) metálico condutor



Fonte: Criação da Autora

5. Passo Clica em malha adicionar objeto (plano), clica em “s” para diminuir o plano de modo que fique bem fino este plano, para representar as folhas (lâminas) do eletroscópio, clica nestas folhas e cola na parte inferior do canudo cilíndrico. Clica em shift “ D” , para duplicar a lâmina, rotaciona 180 o , clica novamente em shift “ D” para também duplicar o bastão e a esfera.

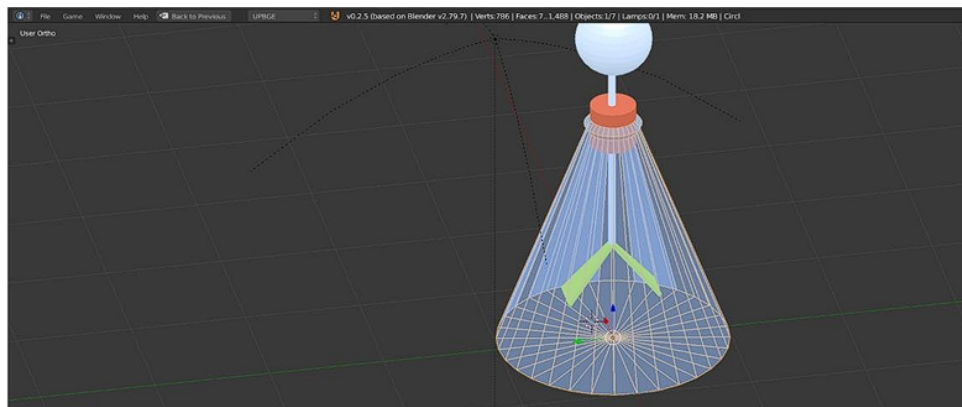
Figura 11 – Bastão metálico condutor duplicado(Indutor)



Fonte: Criação da Autora

6. Passo Clica em material novo e pinta o bastão de vermelho, clica na tecla (“Ctrl +J”), para colar o bastão e a esfera. Neste bloco de lógica insere a imagem que controla todo esse script chamado eletroscópio de folhas desenvolvido no software Blender.

Figura 12 – Folhas metálicas condutoras duplicadas colada na parte inferior do canudo(haste)



Fonte: Criação da Autora

7. Passo Apresentando a animação do processo de eletrização por indução do eletroscópio de folhas, aproximando e afastando o bastão indutor do corpo a ser induzido. Neste processo de eletrização por indução os corpos ficam carregados com cargas de sinais de sinais contrários, e ocorre o processo de separação das cargas elétricas.

Figura 13 – Bastão metálico(Indutor) e do eletroscópio com as folhas metálicas (induzidas)



Fonte: Criação da Autora

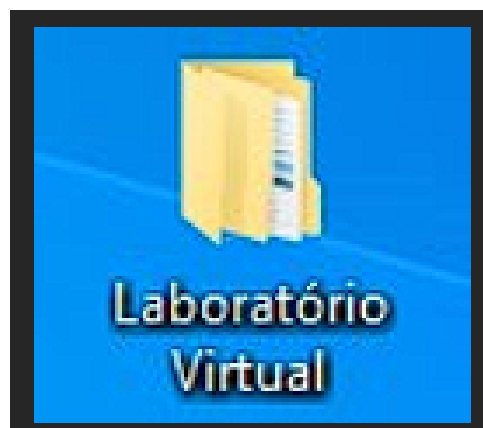
4 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

4.1 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO VIRTUAL DE ELETROSTÁTICA

Para rodar os experimentos físicos do laboratório virtual de eletrostática é necessário escolher a opção Executável Windows e seguir os passos de apresentação.




1. Passo: entrar na pasta laboratório virtual, escolher a opção Executável Windows e clicar com o botão direito do mouse em Executável win.

Figura 14 – Pasta do laboratório virtual eletrostática



Fonte: Criação da Autora

Figura 15 – Pasta do laboratório virtual eletrostática

 Executave Linux	07/09/2020 02:42	Pasta de arquivos
 Executavel Win	07/09/2020 02:45	Pasta de arquivos
 Projeto	07/09/2020 02:43	Pasta de arquivos

Fonte: Criação da Autora

2. Passo: clicar no UPBGE Laboratório, escolher qual conceito de eletromagnetismo, para fazer reprodução do experimento da animção relacionada ao conceito abordado.

Figura 16 – Pasta do laboratório virtual eletrostática

 Laboratorio	07/09/2020 02:44	Aplicativo	53.662 KB
---	------------------	------------	-----------

Fonte: Criação da Autora

3. Passo: Posicionar o cursor do mouse na interface e dar um Clic para rodar a animação. roteiro de experimentos em tópicos específicos de eletromagnetismo do lado esquerdo.

4.2 LABORATÓRIO VIRTUAL DE ELETROSTÁTICA

4. Passo: para sair da apresentação das animações físicas, clica na tecla esc ou clica em sair do laboratório.

Figura 17 – Pasta do laboratório virtual eletrostática



Fonte: Criação da Autora

4.3 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

A aplicação deste Produto educacional foi realizada após intensa pesquisa qualitativa sobre a relevância da comprovação de fenômenos físicos através do uso da experimentação. O uso do laboratório virtual em eletrostática, é uma maneira de como o professor pode oferecer um ensino contributivo, ao instigar o aprendiz a relacionar os conceitos físicos a realidade de seu cotidiano. O público alvo desta pesquisa são os alunos do 3º ano do Ensino Médio, aplicação deste produto educacional ocorreu de forma remota no primeiro no primeiro bimestre do ano letivo de 2021 que o foi dividido em 4 períodos de 15 dias. Os conteúdos selecionados para a intervenção didática foram os tópicos específicos de eletromagnetismo, através do plano de aula que se encontra no Apêndice A, que contempla carga positiva e carga negativa, cargas de sinais contrários, eletroscópio de folhas, gerador de Van de Graaf e força elétrica.

A primeira etapa da aplicação foi compartilhado na plataforma (SEDUC-PA) Google sala de aula, para todos os alunos componentes dessa pesquisa, uma avaliação diagnóstica,

um PDF com roteiro de estudo dos conceitos a serem trabalhados, um caderno de atividades propostas e um roteiro de como construir um eletroscópio de folhas. Os alunos foram divididos por turma e por turno, por estarmos vivendo um período pandêmico as aulas remotas estão sendo ministradas com duas ou três turmas da mesma série juntas. Nas turmas M3NR01 e M3NR02 do turno da noite, é necessário dedicar 07 encontros de 01 hora cada, que corresponde a 14 horas-aulas. No primeiro encontro foi aplicado uma avaliação diagnóstica individual, que encontra-se no apêndice B, na sequência iniciado uma aula com o objetivo apresentar a importância das contribuições da eletricidade para a humanidade, e que está presente em todos os eletrônicos utilizados por nós no cotidiano. Nesta turma, todos conceitos abordados foram ensinados de maneira tradicional, e para acompanhamento dos tópicos específicos de eletromagnetismo foi postado na plataforma google sala de aula SEDUC-PA um caderno de atividades com roteiro de estudos e questões propostas.

Nas turmas M1TR01, M1TR02 e M1TR03 do turno da tarde a testagem do produto ocorreu em 02 encontros de 01 hora cada que corresponde a 06 horas aulas. Escolhi essas três turmas por ser um período pandêmico, e as turmas de uma mesma série que pertencem a um mesmo turno as aulas remotas são ministradas com todas as turmas juntas, e também por ser a maneira encontrada para aplicação deste Produto Educacional através de aula mecânica. Antes do primeiro encontro foi aplicado uma avaliação diagnóstica individual, disponibilizado na plataforma google sala de aula da SEDUC-PA. O primeiro encontro foi aplicado uma avaliação diagnóstica individual, disponibilizado na plataforma google sala de aula da SEDUC-PA. A avaliação diagnostica encontra-se no apêndice B, na sequência uma aula com o objetivo apresentar a importância das contribuições da eletricidade para a humanidade e uma demonstração de está presente em todos os eletrônicos utilizados no nosso cotidiano. A apresentação dos experimentos ocorreu durante todo o período da aula. No segundo encontro apresentação dos experimentos através de aula ministrada de maneira mecânica.

Para a aplicação na turma M3TR01, turma escolhida para a testagem completa deste Produto Educacional, com aulas ministradas de maneira tradicional complementada com os experimentos físicos do Laboratório Virtual, é necessário dedicar 09 encontros de 01 hora cada, que corresponde a 27 horas-aulas. Os conteúdos dos tópicos específicos de eletromagnetismo foi disponibilizado através de um caderno de atividades com roteiro de estudos, e metodologia para produção de experimentos físicos para serem realizados. No primeiro encontro foi aplicado uma avaliação diagnóstica individual, disponibilizada na plataforma google sala de aula na plataforma SEDUC-PA, que encontra-se no apêndice B. Na sequência ministradas de maneira tradicional, foi disponibilizado um roteiro de experimentos sobre processos de eletrização, os alunos foram divididos em equipe de 4 alunos, a duração de apresentação virtual de 5 a 10 minutos, de forma que um aluno

representante da equipe é escolhido para fazer apresentação do seu experimento físico dos tópicos específicos de eletromagnetismo, realizado com materiais de baixo custo, recicláveis destes que possui em casa.

Na aula seguinte, os alunos fizeram a apresentação dos seus experimentos, em seguida os conceitos são complementados com a apresentação dos experimentos do laboratório virtual em eletrostática. O professor faz o papel de mediador, colocando questionamentos e observações sobre as respostas apresentadas e apontando as devidas correções, com objetivo de estimular os alunos a buscarem as respostas corretas para as questões apresentadas.

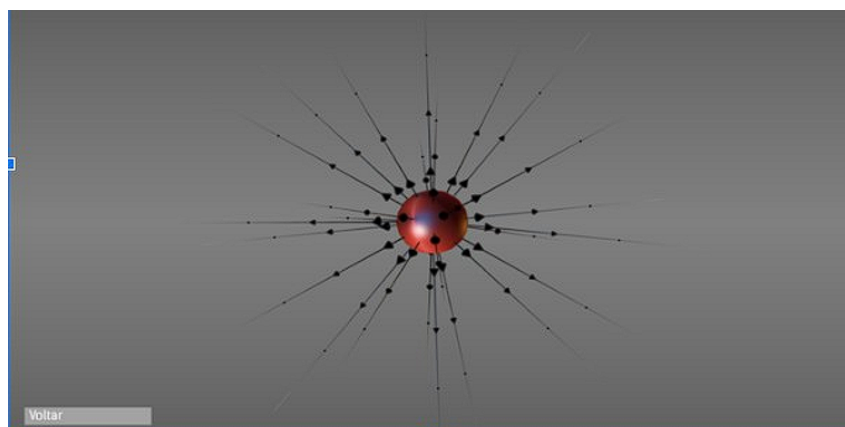
Nesta atividade foi possível observar o quanto é difícil atuar como mediador, comparado como professor expositor de uma educação tradicional, uma vez que mediar é saber perceber os momentos onde devemos nos calar, questionar, conceituar, enfim ser mais um coadjuvante, onde na verdade o protagonista devem ser os estudantes.

4.4 ANIMAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA POSITIVA

A seção 6.1 da animação física do campo elétrico criado por carga positiva, demonstra que as linhas de força do vetor campo elétrico são orientados para fora para carga. A representação dessa simulação foi baseada na demonstração de campo elétrico criado por uma carga positiva segundo (AURELIO; TOSCANO, 2016, p.84).

Para a simulação deste experimento consideramos para sua composição uma esfera metálica condutora de eletricidade de carga positiva, que cria em torno de si uma região de influência chamada de campo elétrico. Estas linhas de força chamadas de vetores estão orientados para fora da carga, tem intensidade, direção e sentido.

Figura 18 – Linhas de campo para uma carga positiva



Fonte: Criação da Autora

Nesta simulação é possível visualizar que as várias linhas de campo elétrico são

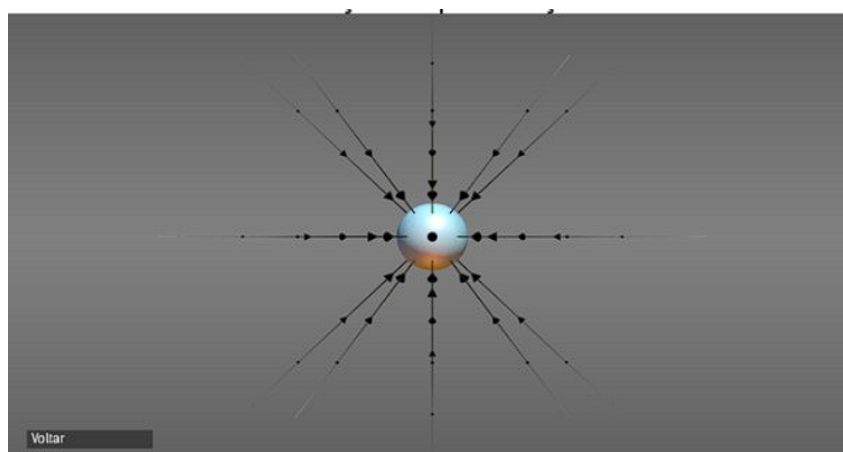
vetoriais.

4.5 ANIMAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA NEGATIVA

A seção 6.2 da animação física do campo elétrico criado por uma carga elétrica negativa, demonstra que as linhas de força do vetor campo elétrico são orientadas para dentro da carga. Segundo (AURELIO; TOSCANO, 2016, p.84).

Neste experimento consideramos para sua composição uma esfera metálica condutora de eletricidade de carga negativa, que cria em torno de si uma região de influência chamada de campo elétrico. Estas linhas de força são chamadas de vetores, estão orientados para dentro da carga, tem intensidade, direção e sentido.

Figura 19 – Linhas de campo para uma carga negativa

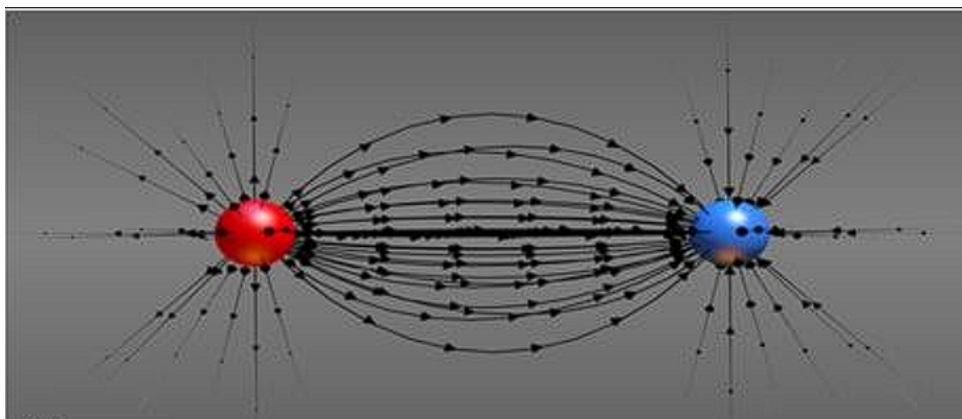


Fonte: Criação da Autora

4.6 ANIMAÇÃO DAS CARGAS DE SINAIS CONTRÁRIOS

A seção 6.3 da animação física das cargas de sinais contrários, é possível visualizar que as linhas de força vetoriais saem da carga positiva e entram na carga negativa, esta demonstração (AURELIO; TOSCANO, 2016, p.39).

Figura 20 – Campo elétrico criado por carga de sinais contrários



Fonte: Criação da Autora

Neste experimento consideramos para sua composição duas esferas metálicas condutora de eletricidade de módulos iguais e sinais contrários, as linhas de força são encurvadas, saem da carga positiva e entram na carga negativa. Na simulação é possível visualizar a força de atração entre as cargas.

4.7 ANIMAÇÃO DO ELETROSCÓPIO DE FOLHAS

A seção 6.4 da animação física do eletroscópio de folhas, é composto essencialmente de uma garrafa de vidro, uma esfera metálica na parte superior, uma rolha de cortiça, um canudo metálico, duas folhas metálicas de peso desprezível, sustentadas que possa se abrir e fechar livremente, após a indução do bastão carregado com cargas, um bastão metálico (AURELIO; TOSCANO, 2016, p.39).

Figura 21 – Animação Eletroscópio de Folhas- Peças que constituem o aparelho

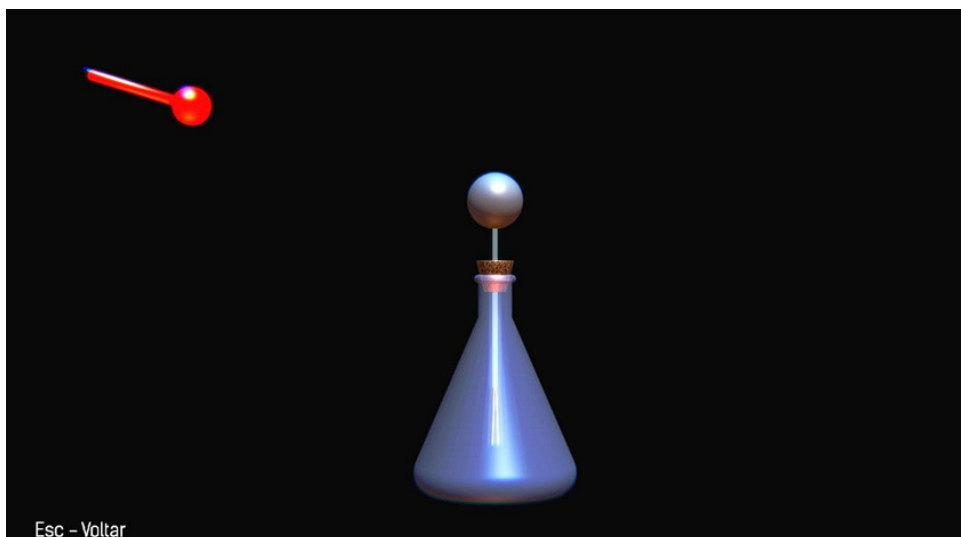


Fonte: Criação da Autora

A imagem demonstra a animação do eletroscópio de folhas no momento em que

apenas o bastão está eletrizado, distante do corpo neutro que vai ser eletrizado. Para a apresentação deste experimento é feita as seguintes considerações do corpo indutor e do corpo induzido:

Figura 22 – Animação Eletroscópio de Folhas bastão eletrizado, momento antes da indução

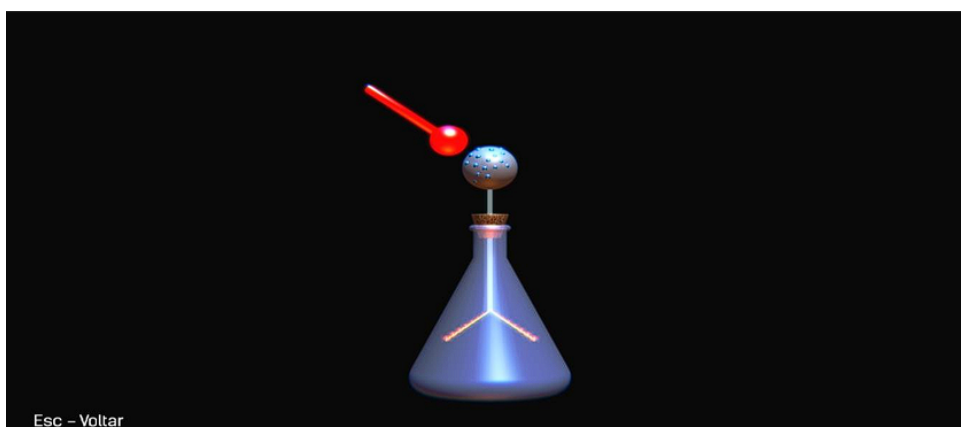


Fonte: Criação da Autora

Na sequência da animação experimental do eletroscópio de folhas a cena demonstra de maneira bem visualizada o processo de indução, que pode ser comentado que o corpo neutro se eletrizou, ao se aproximar dele o corpo um corpo carregado com cargas.

A quantidade de cargas na parte superior da esfera surge com a aproximação do bastão carregado, e na parte inferior a separação das folhas de alumínio ocorre pela repulsão das cargas de sinais iguais as cargas do bastão. De maneira que os corpos ficam carregados com cargas de sinais contrários ocorrendo o processo de separação das cargas.

Figura 23 – Animação Eletroscópio de Folhas- corpos eletrizados por indução

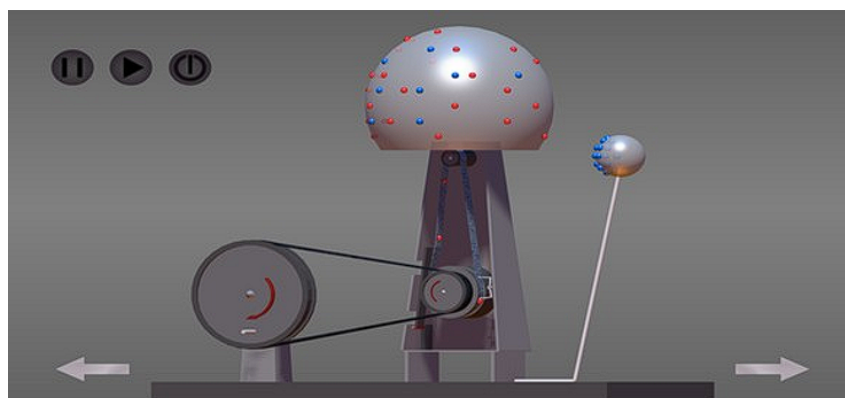


Fonte: Criação da Autora

4.8 ANIMAÇÃO DO GERADOR DE VAN DE GRAAF

Segundo [AURELIO e TOSCANO \(2016, p.39\)](#) A seção 6.5 de apresentação do experimento Gerador de Van de Graaf apresentado após abordagem de dos conceitos de eletrização por atrito. Explicamos aos alunos que este gerador é muito utilizado nos laboratórios das escolas de nível médio, qual a sua relevância nos processos de eletrização e que geradores podem produzir diferenças de potencial de milhões de volts.

Figura 24 – Simulação de um gerador de Van de Graaff

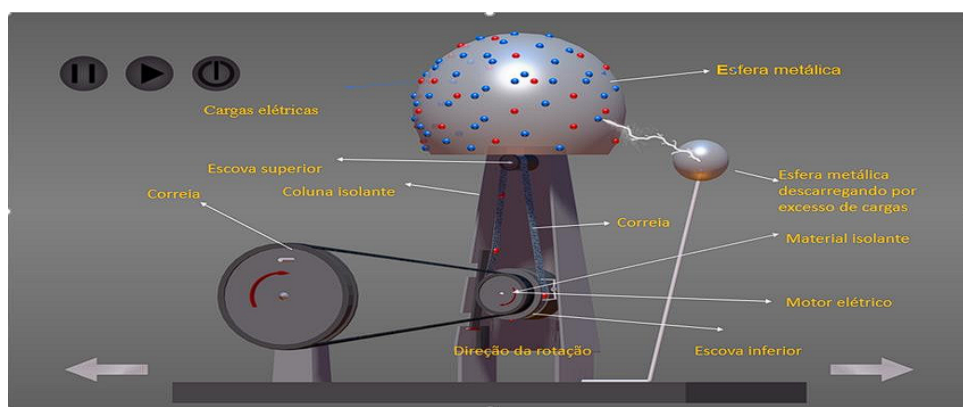


Fonte: Criação da Autora

A composição de materiais e esquema de funcionamento do gerador de Van de Graaf, foi feita segundo pesquisa no site [brasilecola \(JUNIOR, 2022\)](#).

Esquema de funcionamento e materiais necessários: 1 esfera de metal, 2 eletrodo conectado a esfera, com uma escova na ponta para assegurar a ligação entre a esfera e a correia, 3 rolete superior, 4 lado positivo da correia, 5 lado negativo da correia, 6 rolete inferior, 7 eletrodo inferior, 8 bastão terminado em esfera usado para descarregar a cúpula, 9 faísca produzida pela diferença de potencial.

Figura 25 – Animação esquemática de um Gerador de Van de Graaf



Fonte: Criação da Autora

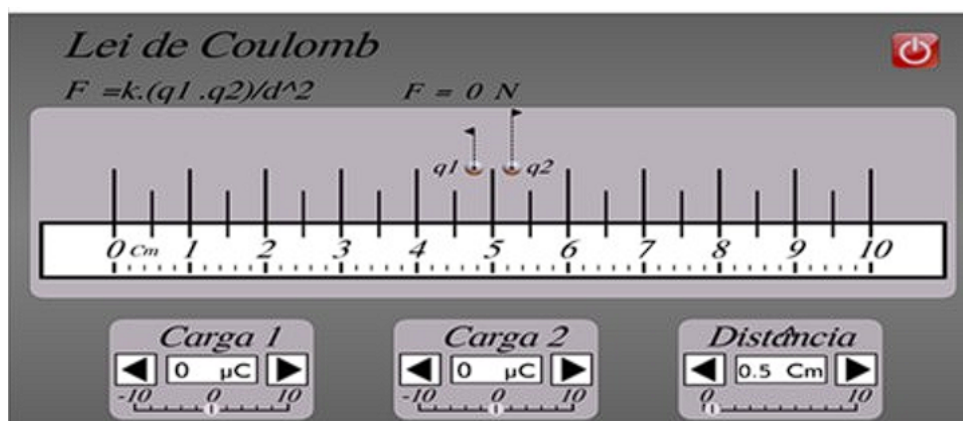
Neste processo eletrização por atrito demonstrado através do gerador de Van de Graaf, o professor pode abordar conceitos da discretização da carga elétrica, para que o aprendiz perceba através da visualização da imagem que um corpo carregado por excesso de cargas, cede elétrons fenômeno notado com a descarga elétrica disparada pela esfera metálica do lado direito da animação.

4.9 ANIMAÇÃO DA LEI DE COULOMB

A seção 6.6 do experimento da animação da força elétrica, demonstra a comprovação da lei de Coulomb, através da visualização da variação da distância, em situação de manter a carga constante, ou variar as cargas e variar a distância (AURELIO; TOSCANO, 2016).

$$\vec{F}_{12} = \frac{q_1 q_2}{|4\pi\epsilon_0|} \hat{r}_{12}$$

Figura 26 – Representação da Animação esquemática da Força Elétrica antes de valores as cargas



Fonte: Criação da Autora

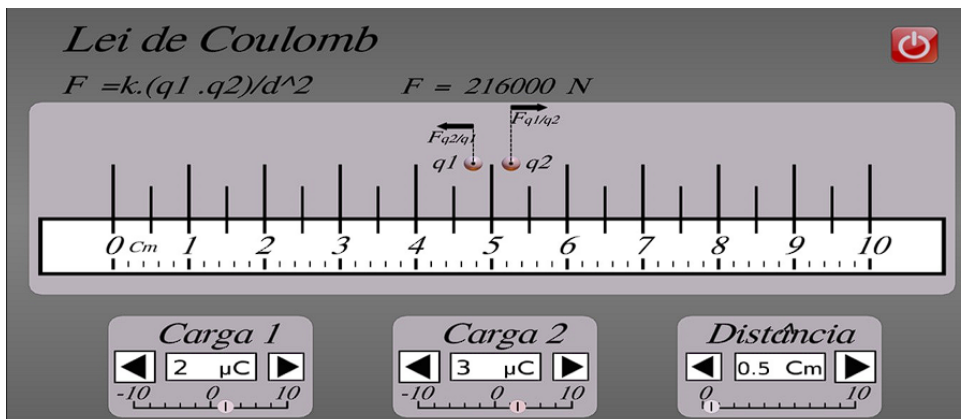
Sendo que no SI, K é uma constante de proporcionalidade no vácuo.

$$K = \frac{1}{|4\pi\epsilon_0|}$$

O sentido da força elétrica depende do sinal das cargas elétricas fazendo surgir a força de atração e repulsão das partículas.

Durante a demonstração da animação da força elétrica que existe entre as cargas o professor mediador do conhecimento, dispõe opções de variar as cargas, varias as distâncias, para que o aluno perceba a comprovação da lei Coulomb.

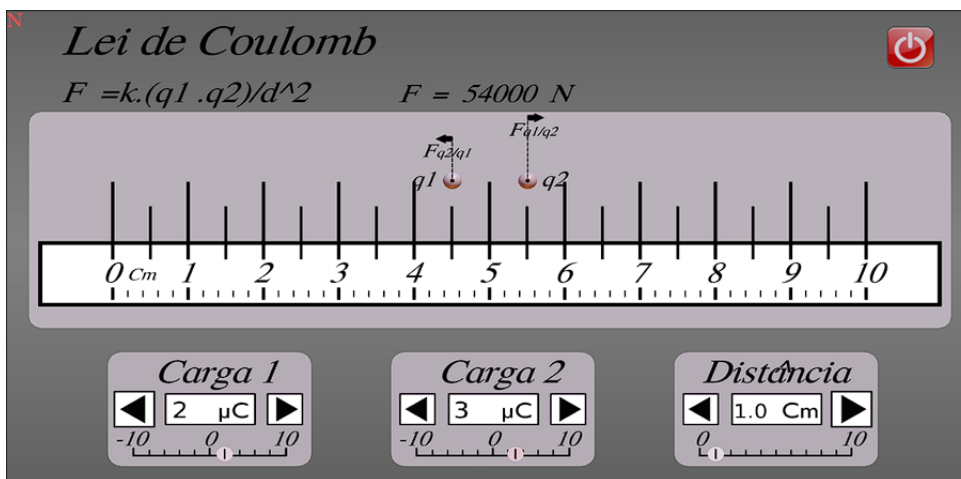
Figura 27 – Representação da Animação esquemática da Força Elétrica com valores dados as cargas



Fonte: Criação da Autora

Nesta sequencia de animação, mantemos os valores das cargas constantes, e dobramos a distancia entre as cargas. Para que o aluno perceba a Força elétrica é inversamente proporcional a distância.

Figura 28 – Representação da Animação esquemática da Força Elétrica dobrando a distância entre as cargas



Fonte: Criação da Autora

Referências

- ARAÚJO, A. C. S. D.; MORAIS, D. R. D. D. S. Escola nas representações sociais dos alunos do ensino médio. Citado na página 4.
- AURELIO, G.; TOSCANO, C. *Física: interação e tecnologia*. [S.l.]: Leya, 2016. Citado 5 vezes nas páginas 17, 18, 19, 21 e 22.
- BLENDER. *O que é o Blender*. 2022. Disponível em: <<https://www.blender.org/about/>>. Acesso em: 14 de maio 2022. Citado na página 5.
- HALLIDAY, R. R. e. J. W. D. Fundamentos de física 3 - eletromagnetismo. *LTC Editora*, 2016. Citado na página 7.
- JUNIOR, J. S. da S. *Gerador de Van de Graaff*. 2022. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/>>. Acesso em: 13 de maio 2022. Citado na página 21.
- LOPES, N. A. F. Montagem e uso de um laboratório virtual para o ensino de eletricidade e magnetismo. 2017. Citado na página 4.
- MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. *Revista do Professor de Física*, v. 1, n. 1, p. 1–13, 2017. Citado na página 3.
- NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. vol. 3: Eletromagnetismo. *Ed., Editora Edgard Blücher*, 2006. Citado na página 8.
- SILVA, A. L. S. da. *Eletrização por contato*. 2022. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/>>. Acesso em: 14 de maio 2022. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 8.