

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Maria Verônica Rocha Gonze

**Desenvolvimento e aplicação de um objeto educacional digital no ensino da força
magnética**

Juiz de Fora

2024

Maria Verônica Rocha Gonze

Desenvolvimento e aplicação de um objeto educacional digital no ensino da força magnética

Dissertação apresentada ao Polo 24 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora / Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Escola Básica.

Orientador: Dr. André Gondim Simão

Juiz de Fora
2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gonze, Maria Verônica Rocha.

Desenvolvimento e aplicação de um objeto educacional digital no ensino da força magnética / Maria Verônica Rocha Gonze. -- 2024. 96 f.

Orientador: André Gondim Simão

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, ICE/IFSEMG. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2024.

1. Ensino de física. 2. Objetos educacionais digitais (OED). 3. Força de Lorentz. 4. Inovação pedagógica. I. Simão, André Gondim, orient. II. Título.

Maria Verônica Rocha Gonze

Desenvolvimento e aplicação de um objeto educacional digital no Ensino da
Força Magnética

Dissertação apresentada ao Polo24 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora / Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Escola Básica.

Aprovada em 16 de outubro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Gondim Simão - Orientador
Instituto Federal Sudeste MG

Profa. Dra. Rosana Bulos Santiago
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. José Luís Matheus Valle
Universidade Federal de Juiz de Fora

Juiz de Fora, 31/10/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Andre Gondim Simão, Usuário Externo**, em 01/11/2024, às 01:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Luiz Matheus Valle, Professor(a)**, em 08/11/2024, às 13:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **ROSANA BULOS SANTIAGO, Usuário Externo**, em 17/12/2024, às 13:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-UFJF (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2071689** e o código CRC **A9B9C8ED**.

Dedico esse trabalho de pesquisa aos meus pais. Com certeza são meus maiores exemplos de força, dedicação e fé. Agradeço do fundo do meu coração, a minha mãe e meu pai (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho e não somente deste, mas em todos até agora durante essa minha caminhada universitária, onde com certeza, Ele é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao estimado professor e orientador, Dr. André Gondim Simão, é com muita admiração e carinho que gostaria de expressar meu agradecimento por tudo que você já fez por mim. Pela dedicação que deposita em suas aulas desde a época da faculdade, onde já se mostrava empenhado e muito dedicado em seus trabalhos. Durante as aulas do mestrado também, por todo conhecimento compartilhado. Agora, pela orientação acadêmica, por todo empenho, suporte, paciência, confiança, respeito, correções e ajuda que sempre esteve presente. Declaro aqui minha eterna gratidão pelo compartilhamento de seu conhecimento e tempo.

A minha mãe, Nilda, por todo amor, incentivo e apoio incondicional. Ao meu pai (in memoriam) sua força sempre esteve e estará dentro de mim. Sem vocês eu não teria chegado até aqui.

Meus agradecimentos aos amigos de classe, Bárbara, Lilian e Fernando, que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Meus agradecimentos aos amigos, Mariana, Daniel e João Phelipe, que fazem parte da minha vida.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigada.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001. O meu muito obrigada.

As dimensões da mídia-educação como *objeto de estudo*, isto é, ‘leitura crítica’ de mensagens, e *ferramenta pedagógica*, que diz respeito a seu uso em situações de aprendizagem, continuam fundamentais para a implementação de sua prática nos espaços escolares e associativos. (Belloni, 2009, p.14).

RESUMO

Os Objetos Educacionais Digitais (OEDs) representam uma inovadora abordagem pedagógica, consolidando diversas mídias em um único material instrucional, tornando-a acessível e abrangente, utilizando diversos programas gratuitos. Neste contexto educacional contemporâneo, a inovação pedagógica por meio desses recursos desempenha um papel crucial ao facilitar métodos criativos, visando facilitar aos alunos a compreensão do saber escolar. O presente estudo, de natureza qualitativa, relata o desenvolvimento e a aplicação de um OED para explorar e apresentar a força de Lorentz, na sua parte magnética, no contexto do ensino de física na Escola Básica. Para isso, empregou-se o método de exposição, utilizando uma videoaula com narrador visível, elementos audiovisuais como slides e animações em laço contínuo, simulações narradas e incorporação de voz. O método adotado envolve a construção de materiais textuais, audiovisuais e digitais, que convergem para um único produto digital, possibilitado pelos avanços tecnológicos. O resultado mostrou um impacto positivo, evidenciado pelo aumento significativo na compreensão do conteúdo de física pelos alunos. A proposta contribui também para aprimorar as práticas docentes, capacitando os educadores a criarem seus próprios recursos pedagógicos inovadores e adaptados às demandas contemporâneas. Este estudo destaca a importância do uso efetivo da integração das mídias em objetos educacionais digitais no ensino de Física, promovendo uma abordagem dinâmica e atraente no processo educativo.

Palavras-chave: ensino de física; objetos educacionais digitais (OED); força de Lorentz; inovação pedagógica.

ABSTRACT

Digital Educational Objects (DEOs) represent an innovative pedagogical approach, consolidating various media into a single instructional material, making it accessible and comprehensive, using various free programs. In this contemporary educational context, pedagogical innovation through these resources plays a crucial role in facilitating creative methods aimed at making it easier for students to understand school knowledge. This qualitative study reports on the development and application of an DEO to explore and present the Lorentz force, the magnetic part of it, in the context of elementary school physics teaching. To this end, the exposition method was employed, using a video lesson with a visible narrator, audiovisual elements such as slides and continuous loop animations, narrated simulations and voice incorporation. The method adopted involves the construction of textual, audiovisual and digital materials, which converge into a single digital product, made possible by technological advances. The result showed a positive impact, evidenced by the significant increase in students' understanding of physics content. The proposal also contributes to improving teaching practices, enabling educators to create their own innovative teaching resources adapted to contemporary demands. This study highlights the importance of the effective use of media integration in digital educational objects in the teaching of physics, promoting a dynamic and attractive approach in the teaching process.

Keywords: physics teaching; digital educational objects (DEO); Lorentz force; pedagogical innovation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OED	Objeto Educacional Digital
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
POE	Predizer Observar Explicar
NTIC	Novas Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 A PROPOSTA METODOLÓGICA.....	20
2.1 O COMPUTADOR COMO FERRAMENTA DE TRABALHO.....	21
2.2 METODOLOGIA POE.....	23
2.3 BENEFÍCIOS DA METODOLOGIA POE.....	25
2.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA POE.....	25
3 O USO COORDENADO DAS MÍDIAS.....	27
3.1 A ELABORAÇÃO DE MATERIAL INSTRUCIONAL POR MEIO DO USO COORDENADO DAS MÍDIAS.....	28
3.1.1 Conhecendo o <i>Modellus</i>	30
3.1.2 Conhecendo o <i>GeoGebra</i>	32
3.2 GERANDO AUDIOVISUAIS E CONVERGÊNCIA DIGITAL.....	34
4. O ENSINO DO ELETROMAGNETISMO.....	37
4.1 A FORÇA DE LORENTZ.....	37
4.2 A REGRA DA MÃO DIREITA.....	39
4.3 TRAJETÓRIA DA CARGA NO CAMPO MAGNÉTICO.....	39
4.4 OBJETOS EDUCACIONAIS DIGITAIS PARA APRESENTAÇÃO DA FORÇA DE LORENTZ.....	40
4.4.1 Animação (GIF) para simular o movimento de uma carga elétrica em um campo magnético transverso.....	41
4.5 SIMULAÇÃO DE DIFERENTES CENÁRIOS DOS PRINCÍPIOS DA FORÇA DE LORENTZ.....	41
5 APRESENTAÇÃO DO OBJETO EDUCACIONAL DIGITAL.....	44
5.1 DESENVOLVIMENTO DA VIDEOAULA.....	45
5.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	48
5.3 ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DO OED.....	49
6 APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	51
6.1 RESULTADOS OBTIDOS.....	54
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A – EQUAÇÕES DE MOVIMENTO.....	62
APÊNDICE B - FOTOS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	65
APÊNDICE C - ROTEIRO PARA USAR O <i>INSTAGIFFER</i>	67
APÊNDICE D - ROTEIRO SIMPLES PARA ELABORAÇÃO DA VIDEOAULA, COM O PROGRAMA <i>OBS</i>	69
APÊNDICE E – O PRODUTO EDUCACIONAL.....	72

1 INTRODUÇÃO

Diante ao que passamos durante a pandemia da COVID-19, nos cabe a reflexão do uso das mídias digitais no ensino remoto, já que, se tornou essencial para manter a continuidade da educação, permitindo a realização de aulas síncronas e assíncronas e a distribuição de materiais educativos online.

Muitos profissionais da educação vivenciaram um cenário de inovação por necessidade de ofertar produtos educacionais que pudessem se adequar com os meios disponíveis para ensino. Com uma abundância de recursos digitais como aplicativos, softwares e plataformas tornou-se muito difícil a escolha das melhores ferramentas para inserção de metodologias de ensino. Em essência, a escolha das ferramentas se tornou uma discussão que antecedeu à metodologia a ser aplicada. Nesse sentido, a escolha adequada e criteriosa das ferramentas passa pelo conhecimento das contribuições que as mídias podem ter sobre a forma como ensinamos e como aprendemos, tal como ensinam os cursos de Informática Aplicada ao Ensino¹.

A proposta do presente trabalho é apresentar uma reflexão sobre a necessidade de se considerar o papel das mídias na construção de materiais digitais para o ensino de Física no Ensino Médio. Dessa reflexão se indica um caminho para o professor que é autor de um produto educacional se apropriar de ferramentas gratuitas e produzir seu próprio material instrucional, usufruindo da convergência de mídias que permite a interferência direta na produção.

Longe de ser apenas um produto para instrumentalizar o ensino da Física, o convite a refletir propicia uma análise mais detalhada sobre a contribuição das mídias digitais para o ensino de Física no Ensino Médio. É necessário, primeiramente, citar que, segundo Silva e Benetti (2002), mídia é um conjunto de meios e de organizações de comunicação que tem como finalidade a transmissão de mensagens por meio das tecnologias ou não. E a **Tecnologia** é um processo contínuo através do qual a humanidade molda, modifica e gera sua qualidade de vida (Bueno 1999). No processo educacional, as tecnologias podem ser inseridas permitindo aos docentes comunicarem aos indivíduos o conhecimento científico. Nesse processo comunicativo se inserem as mídias. Seguindo essa linha, e fazendo um paralelo com o momento de digitalização da educação, Almeida (2017) evidencia que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), englobam todas as tecnologias que permitem a criação, o

¹ Projeto Pedagógico de Curso da Licenciatura em Física do IFSUDESTEMG, Campus Juiz de Fora, disponível em <<http://sites.jf.ifsudestemg.edu.br/fisica/matriz>>. p. 55. Acesso em 23 de abr. de 2024.

compartilhamento e a utilização de informações de maneira digital. Desta forma, é relevante, no contexto educacional, caracterizar os diversos tipos de mídias, que se pode utilizar no processo de ensino-aprendizagem, além da mídia digital, quais sejam: a Mídia Oral, a Mídia Escrita e a Mídia Audiovisual.

A Mídia Oral, se desenvolveu com a oralidade e a tradição, entre as primeiras civilizações, de comunicar a cultura às futuras gerações pela contação de histórias. Na escola, o professor comunica o saber escolar, primeiramente, de modo mais simples, pela mídia oral ao falar diretamente aos alunos e alunas. A Mídia Escrita, nascida com a escrita cuneiforme a 3500 a.C., e mais tarde, com a invenção da máquina de impressão por Johannes Gutenberg, ganhou status de um veículo imprescindível para comunicação. No contexto escolar, a mídia escrita, pode ser o material textual resumido, artigos, deduções de equações e enunciados de conceitos, leis, comentários, tabelas, gráficos, diagramas, ou simplesmente um típico texto escrito em quadro das aulas expositivas.

Com as invenções tecnológicas do século XX, surgiu a Mídia Audiovisual que se refere ao que se visualiza e ao que se escuta simultaneamente. As videoaulas são um exemplo. Podem ser ainda consideradas as animações, documentários, filmes, entrevistas, gravações de experimentos, gravações de simulações computacionais. Até o final do século XX, havia a consolidação das mídias apresentadas acima. Entretanto, com o crescente uso dos computadores e da Internet, a Mídia Digital alcançou o status atribuído à mídia oral, mídia escrita, e audiovisual.

A mídia digital, objeto de interesse da presente dissertação, é cada vez mais relevante no processo educacional e pode ser utilizada para reunir todas as três formas de comunicar, discutidas acima, em um único objeto, o Objeto Educacional Digital (OED). Essa característica de reunião das formas de comunicação, atreladas com o atual momento de mudança no processo de ensino e aprendizagem, torna propício a investigação da contribuição deste tipo de objeto de mídia, em suas mais variadas formas, na construção do conhecimento.

O estudo detalhado de cada uma das mídias mostrou a maneira intrincada de como cada uma delas se relaciona com o processo de ensino-aprendizagem, essencial para a construção do conhecimento. Essa relação tem relevância suficiente para se dar a devida atenção ao processo colaborativo que existe entre o uso da mídia e a construção do conhecimento. O termo “construir o conhecimento” é compreendido aqui como o processo de transformação no indivíduo que o propicia a adquirir um saber correspondente a um consenso universal. É o conhecimento construído de modo individual, mas vinculado com a comunidade científica ou saber universal (Hursel, 1980).

No uso das mídias, nem sempre é de conhecimento de todos as contribuições que cada uma delas pode realizar no processo da construção de conhecimento no indivíduo. A mídia oral empregada pelo professor desde o primeiro contato com os alunos, está fortemente relacionada à **validação do conhecimento** transmitido. Isso decorre da relação de confiabilidade construída pelo professor perante os alunos. A rotina das aulas, a metodologia de ensino, os processos avaliativos requerem uma relação de confiança para se apoiar, sem a qual o processo de ensino-aprendizagem fica comprometido.

A mídia escrita que frequentemente se utiliza nos quadros-negros, brancos, lousas digitais, impressos, provas etc., está estreitamente relacionada com a **síntese do conhecimento**. Podemos identificar esse processo na Física quando observamos que na história da Física, Isaac Newton fez uso de três volumes para estabelecer os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural, onde as leis da mecânica foram apresentadas. O debruçar de muitos pensadores sobre a volumosa obra de Newton, produziu muitas interpretações e com a constante reescrita com ênfase na síntese resultou em um saber escolar adequado para se apresentar para o Ensino Médio. Definitivamente, não se utiliza a obra original de Newton para apresentar as três leis da dinâmica, mas a síntese de seu trabalho monumental. Ademais, no processo de ensino-aprendizagem a escrita impulsiona o desenvolvimento motor das crianças e fixação da memória. Em outros termos:

Muitas vezes as interpretações feitas num certo texto por vários leitores são conflitantes, inclusive com a do autor. Isso exige negociação entre as pessoas para chegarem a um acordo em termos de uma interpretação comum. A escrita, devido a seu lado formal e linear, não permite que normalmente se registre todos os detalhes, por exemplo, de uma discussão entre várias pessoas. O papel da escrita está na possibilidade de se registrar aquilo que foi dito de mais importante nessa discussão e as conclusões a que se chegou. É o caso de um aluno que ao estudar faz uma síntese por escrito dos pontos importantes que ele acha que cairá na prova. Isso mostra que não podemos prescindir da mídia escrita, por mais que o nosso mundo se volte para a audiovisual e agora para a digital (Guimarães; Ribeiro, 2007, p. 39)

A mídia audiovisual, permite aos alunos uma visualização de processos que ocorrem em fenômenos naturais que seriam muito difíceis de reproduzir em laboratórios reais, como os processos nucleares de fissão e fusão. Sejam em reatores nucleares, ou no interior de uma estrela como o Sol, os processos de liberação de energia por transformações no núcleo atômico ficam muito bem representados em vídeos dedicados à divulgação científica. É inegável a contribuição que a série televisiva Cosmos realizou para a divulgação científica em escala mundial. Assim, concluímos que a mídia audiovisual está relacionada com a **visualização do conhecimento**. O fenômeno de erupção de um vulcão pode estar descrito em

livros com textos detalhados, entretanto, também pode ser visualizado em videoaulas com animações detalhadas, fotos em alta resolução e simulações esmeradas. Ambas as formas de comunicar reforçam a aprendizagem, sem que uma mídia anule a necessidade da outra, pois não há como uma mídia realizar o papel de outra. São independentes por essa razão. De forma mais detalhada:

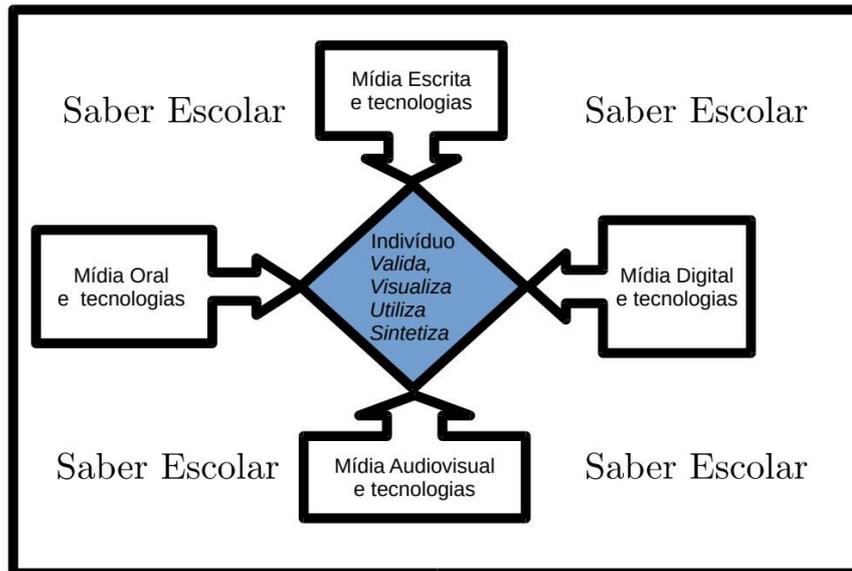
A mídia do nosso tempo, a audiovisual, como vimos, exige também um processo de análise, para se interpretar as intenções do autor. Um audiovisual além da mensagem intrínseca tem associado cor, imagens, dinamismo, efeitos especiais, imagens, que atingem de forma mais ampla os nossos sentidos. Isso de um lado enriquece a comunicação, mas por outro lado distrai o leitor. [...]. Porém é indiscutível o poder dessa mídia, ao tornar possível o conhecimento de fatos e situações a que normalmente não se pode ter acesso. O uso de um vídeo, ou um áudio, durante uma aula, corresponderia a um fato natural para os alunos, na medida em que os mesmos têm uma experiência diária de várias horas de televisão (...). Uma aula sobre reatores nucleares certamente seria muito enriquecida com o uso de vídeos, com os quais poderiam visualizar todos os conhecimentos descritos pelo professor. (Guimarães; Ribeiro, 2007, p. 39).

Em reconhecimento a relação única que uma mídia possui com a construção do conhecimento, a digital adquiriu o status de mídia ao realizar o que nenhuma das outras três anteriores conseguem. Quando um aluno opera um computador para manipular uma simulação computacional, com o objetivo de compreender como o alcance de um projétil pode ir mais longe em se variando o ângulo de um canhão, ele está utilizando as relações entre as grandezas físicas relevantes no fenômeno de lançamento oblíquo. Por meio desse experimento cognitivo (Teodoro, 2002), o indivíduo vivencia o processo de ensino-aprendizagem por meio da utilização do conhecimento, construindo o saber sobre as relações existentes entre as grandezas físicas presentes no fenômeno. Então, dizemos que a mídia digital permite a **utilização do conhecimento por meio das simulações**. Nesse aspecto, com a oferta de recursos digitais gratuitos, pela comunidade código aberto, os geradores de simulações são de grande interesse para o ensino da Física. As simulações computacionais simples ou mais elaboradas permitem, a partir de uma aparência gráfica, plena interatividade para se realizar experimentos cognitivos. Há a possibilidade do usuário, que também pode ser criador, elaborar simulações e animações computacionais a partir de uma dada lei física qualquer. O aluno pode interagir com botões e animações que o permitem compreender as relações intrínsecas entre as grandezas físicas associadas a um determinado fenômeno. Como é o caso da relação entre massa e aceleração na 2ª Lei de Newton. Cabe destacar que a simulação não é a única maneira de utilizar o conhecimento. Sobre esse aspecto encontramos:

Na mídia digital podemos agregar a escrita e o audiovisual (com as suas vantagens e desvantagens) ampliando o seu uso, na medida em que ela permite interatividade. Com a tecnologia digital é possível simular a realidade, o que tem um potencial muito grande em termos de educação, de projetos (arquitetônico, de engenharia) e de desenho industrial ou de produtos. Antes de se construir um certo produto podemos criar um protótipo digital, e mudá-lo à vontade, até que satisfaça os requisitos necessários. Na arquitetura antes fazia-se isso através de maquetes, hoje elas são digitais [...]. Na educação isso abre a possibilidade de uma nova maneira de aprender, *por experimentação*. Na própria área de Informática é comum um técnico aprender a usar um novo software por tentativas e erros, sem fazer um curso, ou ler um livro ou manual. Essa nova possibilidade, a ser ainda explorada, abrirá novas maneiras de aprendizado em todas as áreas do conhecimento humano, constituindo-se num desafio para professores e especialistas em educação (Guimarães; Ribeiro, 2007, p. 40, grifo nosso).

Na **experimentação** também é possível utilizar o conhecimento pois se estabelece relações entre as grandezas físicas associadas a um determinado fenômeno, porém, a diferença é que na experimentação requer-se laboratórios reais com experimentos e na simulação requer o laboratório virtual com computadores e programas. Não é propósito deste trabalho discutir as inegáveis contribuições da experimentação, ou as comparações entre o laboratório real e o laboratório virtual. Nesse sentido, Vidal e Menezes (2019) indicam um caminho para reflexão. Na Figura 1, temos um resumo esquemático de como as mídias se relacionam com a construção do conhecimento no indivíduo por meio da compreensão do que as mídias podem contribuir para a educação, fica evidente a necessidade de arregimentá-las em processos de ensino-aprendizagem, coordenando-as para ao final, poder validar, sintetizar, visualizar e utilizar o conhecimento. Uma forma de realizar isso é por meio da elaboração de Objetos Educacionais Digitais, que representam uma ferramenta valiosa para os professores atualmente.

Figura 1: Esquema de como as mídias se relacionam com a construção do conhecimento no indivíduo



Fonte: autoria própria

Ao integrar recursos interativos, como simulações, vídeos explicativos e animações, os OEDs enriquecem o conteúdo das aulas, tornando-as mais dinâmicas e envolventes. Proporcionam uma abordagem mais visual e prática para a compreensão de conceitos complexos, auxiliando os alunos na assimilação de informações de forma mais eficaz. Com a possibilidade de personalização de acordo com as necessidades específicas dos estudantes, os professores podem adaptar os OEDs para diferentes estilos de aprendizagem e níveis de habilidade, promovendo uma educação mais inclusiva e eficiente. Além disso, oferecem a vantagem de fornecer autoavaliação aos alunos, permitindo que monitorem seu progresso e identifiquem áreas de dificuldade com maior facilidade (Almeida; Silva, 2008; Braga, 2015; Santos; Frade, 2016).

Neste trabalho, o Objeto Educacional Digital elaborado foi apresentado na forma de uma videoaula. Para este fim, buscamos fazer uso coordenado e adequado das mídias de comunicação, com o intuito de promover impactos significativos na construção do conhecimento. Todo o material foi elaborado a partir das ferramentas gratuitas disponíveis: animações e simulações utilizando o programa *Modellus* e *Geogebra*, captura de imagem e elaboração de vídeo utilizando o programa *OBS*, textos e fórmulas utilizando o editor *TEX* e a disponibilização da videoaula na plataforma do *Youtube*. Entretanto, todos os recursos utilizados foram trabalhados sob uma perspectiva coordenada, segundo um senso crítico do que é apropriado e não instrumentalista. Considerando as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC), há uma necessidade de capacitação dos professores para o uso integrado das mídias.

Assim, os alunos e professores podem se apropriar de forma crítica das diversas mídias e suas tecnologias, tornando-se conscientes do seu uso no processo de ensino e aprendizagem. A ideia instrumentalista das NTICs do ensino de Física é aquela em que se observa uma falta de relação entre o desenvolvimento das ferramentas tecnológicas e o uso que se faz delas. A principal característica é que esses objetos são desenvolvidos para apoiar processos educacionais, proporcionando uma experiência mais dinâmica e envolvente para o aluno. Sua finalidade é enriquecer o processo de ensino, tornando-o mais dinâmico e envolvente. O planejamento de uma sequência de aulas pode ser realizado sob a perspectiva do uso coordenado das mídias.

O uso equilibrado das quatro mídias em OEDs, anteriormente definidas, podem abordar diferentes disciplinas e níveis de ensino, fornecendo explicações visuais e práticas sobre conceitos específicos. Geralmente, permitem a participação ativa dos alunos ao se incluir a manipulação de variáveis em simulações, resolução de problemas, tomada de decisões em ambientes virtuais, entre outras atividades interativas. Muitos deles são projetados para se adaptarem ao nível de habilidade e conhecimento do aluno. Isso permite uma personalização da experiência de aprendizado, atendendo às necessidades individuais.

Os OEDs podem ser compostos de elementos multimídia, como gráficos, áudio e vídeo, para enriquecer a apresentação de informações e tornar o aprendizado mais envolvente. Por serem digitais, podem ser acessados por meio de dispositivos eletrônicos, proporcionando flexibilidade no acesso ao material educacional. Muitos incluem ferramentas de avaliação, permitindo que os educadores monitorem o progresso dos alunos e identifiquem áreas que podem exigir mais atenção. Outros são projetados para facilitar a colaboração entre os alunos, promovendo o aprendizado social e a construção do conhecimento através da interação entre pares. Podem ser atualizados facilmente para refletir avanços na área de conhecimento, correções ou melhorias, mantendo o conteúdo relevante.

Sob esse aspecto da personalização da aprendizagem, os objetos educacionais digitais podem ajustar o ritmo, o estilo de ensino e o conteúdo com base no desempenho e nas preferências de cada aluno. Isso permite que os alunos avancem no material mais rapidamente se já tiverem compreendido um conceito, ou recebam suporte adicional se estiverem enfrentando dificuldades. A personalização da aprendizagem também leva em consideração as diferentes habilidades, estilos de aprendizagem e interesses dos alunos, tornando o processo educacional mais envolvente e significativo para cada estudante. Além disso, pode contribuir para a autonomia do aluno, incentivando a autorregulação e a responsabilidade pelo próprio

aprendizado. Isso pode ser especialmente relevante em um mundo em que as habilidades de aprendizagem tornam-se cada vez mais essenciais.

Portanto, o objetivo de utilizar objetos educacionais digitais para promover a personalização da aprendizagem visa criar ambientes educacionais mais eficazes, adaptáveis e centrados no aluno, preparando melhor os estudantes para os desafios do século XXI.

Nesse contexto, os objetos educacionais digitais surgem como ferramentas inovadoras capazes de enriquecer a experiência educacional. O objetivo dessa dissertação foi criar acesso a uma vasta gama de materiais, enriquecendo a aprendizagem com diferentes perspectivas e abordagens para contribuir ainda mais com o conhecimento do aluno. Sabemos como a tecnologia desperta um certo interesse, curiosidade nos adolescentes hoje em dia, então, saber usar a interatividade e a multimodalidade dos objetos educacionais digitais a nosso favor é importante. Cativar a atenção dos alunos, tornando o processo de aprendizagem no ensino de física mais atraente.

Para indicar o uso coordenado das mídias na elaboração de materiais instrucionais e sugerir métodos e roteiros de elaboração, discute-se inicialmente como o computador pode ser utilizado como uma ferramenta de trabalho do fazer docente. Naturalmente, insere-se aí o uso das mídias. No ensino da Física mostramos quais instrumentos gratuitos podem ser mais utilizados. Finalmente, como produto, o objeto educacional digital realizado para essa dissertação é detalhadamente apresentado.

2 A PROPOSTA METODOLÓGICA

Neste trabalho, elaboramos uma proposta metodológica que associa o uso coordenado do computador como ferramenta de trabalho em sala de aula com a metodologia POE (Previsão, Observação e Explicação).

A força magnética é um fenômeno fundamental na física, com aplicações que vão desde dispositivos eletromagnéticos até tecnologias de comunicação. O uso de computadores como ferramentas de ensino pode facilitar a compreensão desses conceitos complexos, permitindo simulações e visualizações que são impossíveis em um ambiente de laboratório tradicional. Neste contexto, propomos a utilização do método POE, para estudar a força magnética, integrando o uso de computadores para enriquecer o processo de aprendizagem.

Segundo Moreira (2011), o ideal é que a aprendizagem do aluno seja significativa, pois desta forma ele recorre menos à memorização na sua busca do conhecimento, permitindo que o conteúdo aprendido seja mais útil em atividades futuras, tais como soluções de novas situações problemas em sua vida. Segundo Moreira (2011), para que a aprendizagem seja significativa são necessárias duas condições principais: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

Diante disso, acreditamos que o ensino baseado somente em aulas expositivas por parte do professor, sem que seja preparado um material potencialmente significativo, que crie condições para a participação ativa do aluno, dificulta a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Carvalho (2014), defende que o uso de simulações computacionais, aliadas com atividades de caráter investigativas, podem tornar o ensino de física muito mais atraente e significativo para os alunos.

O papel do professor em todo esse processo é muito importante, pois deve problematizar a atividade, escolhendo perguntas-chaves, que instiguem os alunos a expor suas ideias, mediando as discussões, fazendo diversas vezes a ligação entre os alunos, o recurso utilizado e a explicação do fenômeno observado. Carvalho (2014)

As simulações proporcionam uma visualização mais ampla de fenômenos físicos, em especial daqueles que não são de fácil execução em sala de aula. Utilizamos programas e passamos pelo processo da metodologia POE, aplicamos o questionário sobre Força Magnética. O uso de novas tecnologias, como simulações computacionais, tem sido

extensivamente empregado no processo de ensino-aprendizagem e é considerado uma revolução.

2.1 O COMPUTADOR COMO FERRAMENTA DE TRABALHO

O computador é uma ferramenta essencial no ambiente de trabalho, desempenhando um papel crucial em uma variedade de tarefas e setores. Algumas maneiras pelas quais o computador é utilizado como uma ferramenta de trabalho eficaz são apresentadas a seguir.

No **Processamento de Dados** o computador é usado para processar grandes volumes de dados de maneira rápida e eficiente. Isso é especialmente útil em setores que lidam com análise de dados, como finanças, ciência, pesquisa e estatísticas.

Na **Comunicação**, o correio eletrônico, videoconferências e outras formas de comunicação digital facilitam a colaboração entre colegas de trabalho, independentemente da localização geográfica. Isso aumenta a eficiência e agilidade nas comunicações empresariais.

Na **Produção de Documentos**, os programas de processamento de texto permitem a criação, edição e formatação de documentos. Isso é vital em escritórios, onde relatórios, propostas e outros documentos precisam ser produzidos regularmente.

Nas **Apresentações**, as aplicações de software, como *PowerPoint*, são amplamente utilizadas para criar apresentações visuais eficazes. Elas são úteis em reuniões de negócios, conferências e treinamentos.

Com a **Gestão de Projetos**, as ferramentas de gerenciamento de projetos, como o *Microsoft Project*, ajudam a planejar, monitorar e controlar o progresso de projetos. Elas são essenciais para equipes que trabalham em projetos complexos.

No **Armazenamento e Recuperação de Informações** os bancos de dados e sistemas de gerenciamento de informações ajudam a armazenar grandes quantidades de dados de forma organizada, permitindo a recuperação rápida e eficiente de informações quando necessário.

A **Automatização de Tarefas Repetitivas** podem ser realizadas com softwares que permitem a automação de tarefas rotineiras, economizando tempo e reduzindo erros. Isso é particularmente útil em processos administrativos e de produção.

A internet e as ferramentas de busca facilitam a **pesquisa** de informações, mantendo os profissionais atualizados sobre avanços em suas áreas e auxiliando na tomada de decisões informadas.

A **Contabilidade e Finanças** os softwares de contabilidade automatizam processos contábeis, simplificando tarefas como faturamento, rastreamento de despesas e preparação de relatórios financeiros.

Design e Desenvolvimento dizem respeito aos setores como design gráfico, desenvolvimento de software e engenharia que fazem amplo uso de ferramentas específicas para criar produtos e soluções inovadoras.

No **Teletrabalho (Home-Office)** o computador possibilita o trabalho remoto, permitindo que as pessoas realizem suas funções a partir de casa. Isso é especialmente importante em situações como pandemias ou para profissionais que precisam de flexibilidade.

Finalmente, com a **Modelagem, Simuladores** e geradores de **animação**: computacionais, gratuitos ou pagos, os programas disponíveis para esse fim, são de fundamental importância para criação de mídias audiovisual e/ou digital. Torna-se possível para o professor combinar seu conhecimento científico e criatividade para elaboração de materiais inteiramente autorais e com qualidade. Em especial, para o ensino de Física os simuladores computacionais são mais um componente auxiliar no processo de ensino aprendizagem. O termo ‘modelo’ é aqui compreendido como uma representação conceitual de um sistema físico e suas propriedades, portanto, a ‘modelagem’ é o processo pelo qual construímos essa representação. Uma simulação computacional é aqui compreendida como a implementação de um modelo na qual se permite testá-lo sob diferentes condições, com o objetivo de aprender sobre o seu comportamento. A aplicabilidade dos resultados da simulação a sistemas reais depende de como o modelo elaborado descreve corretamente a realidade. A modelagem e simulação contribuem no processo de construção do conhecimento científico pois é inerente à ciência o processo de produção de modelos que se aproximam cada vez mais da complexidade dos fenômenos naturais. É importante mencionar que a experimentação em laboratórios de Física não é substituída pela simulação. No contexto educacional a experimentação e simulação deveriam ser oferecidas em igual medida para possibilitar maior instrumentação para o ensino da Física.

Dentre os geradores de simulações computacionais destacam-se aqueles que permitem a intervenção simples nos modelos fonte daqueles que não. É o caso do programa *Modellus* e *Geogebra* que diferentemente da plataforma *PhET* da Universidade de Colorado (USA)², permitem acesso ao ‘modelo fonte’ de forma direta e simples, sem que haja a necessidade de utilizar de linguagem de programação específica. Assim, o professor pode modificá-lo a qualquer tempo reforçando o viés do professor-pesquisador, pois no aperfeiçoamento do

2 Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em 23 de abr. de 2024.

modelo, ele retorna ao aprendizado sobre o mesmo. O aspecto professor-criador surge dentro dos programas *Modellus* e *Geogebra* pois oferecem a possibilidade de criar animações e simulações a partir dos modelos e não requer o conhecimento prévio de linguagens de programação como *JAVA*, *javascript* ou código-base *Phet*. A criatividade e conhecimento científico se aliam para facilitar o processo elaborativo de materiais de ensino. A partir do uso coordenado das mídias se pode criar objetos educacionais digitais como mostraremos na próxima seção.

2.2 METODOLOGIA POE

A metodologia utilizada para realizar esse estudo, foi a metodologia POE, que significa Predizer, Observar e Explicar. Trata-se de uma abordagem educacional que visa promover a aprendizagem ativa e a compreensão profunda de conceitos. Sua história remonta ao campo da educação científica, onde foi inicialmente desenvolvida para melhorar o ensino de ciências.

O método POE (Predizer, Observar e Explicar), segundo Oliveira (2003), foi proposto por Nedelsky (1961) e por White e Gunstone (1992). Este método consiste em três etapas: na primeira etapa (Predizer) é proposto um problema pelo professor, diante de algum experimento ou atividade (simulações por exemplo) e os alunos devem prever e elaborar hipóteses sobre o que acontecerá, sem manipular ou visualizar a evolução da atividade proposta.

Na segunda etapa, a atividade é manipulada, pelo professor ou pelo próprio educando para que o fenômeno seja observado, podendo corresponder a hipótese inicial ou desenvolver conflito cognitivo entre as ideias iniciais e o comportamento real do objeto de estudo.

Na terceira etapa, de acordo com a hipótese formulada, o educando buscará formas de interpretar e explicar o fenômeno ocorrido, e neste momento o professor atua como mediador do processo, criando pontes entre hipóteses e respostas esperadas.

A importância do POE no processo de aprendizagem é exatamente trabalhar com a contra intuitividade e com o conflito cognitivo, para que o aluno construa seu raciocínio diante de sua observação e que o professor não o diga diretamente o “certo” ou “errado”, contudo considere o processo de aprendizado e de dúvidas, como um todo, orientando o educando.

O desequilíbrio que surge durante o conflito cognitivo no aluno pode incentivá-lo a realizar ajustes em suas estruturas cognitivas para lidar com o novo. Portanto, podemos

concluir que esses desequilíbrios cognitivos são cruciais para o desenvolvimento do conhecimento.

Essa metodologia segue um processo sequencial:

Predizer (P): Inicia-se com a formulação de hipóteses ou previsões sobre o que acontecerá em determinada situação ou experimento. Isso envolve antecipar resultados com base no conhecimento existente.

Observar (O): A etapa seguinte envolve a realização de observações ou experimentos para coletar dados. Esses dados são fundamentais para avaliar se as previsões feitas na fase anterior são precisas e como o fenômeno se manifesta na prática.

Explicar (E): Com base nos dados observados, busca-se explicar os resultados obtidos. Isso pode envolver o ajuste das hipóteses iniciais, o refinamento da teoria ou a formulação de novas perguntas para investigações futuras.

A metodologia POE é essencial para o avanço do conhecimento científico, promovendo a construção e revisão contínua de teorias. Ela é aplicada em diversas áreas, como ciências naturais, sociais e exatas.

Essa metodologia promove a participação ativa dos alunos, incentivando a curiosidade e o pensamento independente, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa. A proposta é estimular a interação e o debate entre os participantes, aumentando as possibilidades de que as atividades computacionais proporcionem uma aprendizagem significativa dos conteúdos. Idealmente, as tarefas devem ser elaboradas para criar uma análise crítica da situação física em questão evitando perguntas que possam ser respondidas de forma automática. Uma estratégia que pode facilitar essa reflexão é a abordagem POE.

Vale ressaltar que o modelo de mudança conceitual, de grande relevância para o surgimento do POE, teve forte ascensão na década de 1980. Apesar desse fenômeno, o modelo foi criticado já em seus pressupostos piagetianos.

Segundo Driver e Easley (1978), o pensamento de Piaget oferecia um excessivo esforço na verificação da lógica subjacente, desprestigiando um rico contingente de ideias apresentadas pelas crianças. Outras abordagens ganharam força como a mudança no perfil conceitual (Mortimer, 1995) ou competição conceitual (Maloney; Siegler, 1993), legitimando outras formas de encarar o processo de aprendizado.

Atendendo a abordagem do problema, esta pesquisa apresenta também o conteúdo descritivo, já que, segundo Gil (2008), ela descreve as características de determinadas populações ou fenômenos, onde uma de suas peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática, visto

que buscou analisar os resultados obtidos posteriormente a partir de uma intervenção prática sobre o tema de Força Magnética.

2.3 BENEFÍCIOS DA METODOLOGIA POE

É uma abordagem pedagógica utilizada para facilitar a aprendizagem de conceitos científicos e promover a investigação ativa. Ela se baseia em três etapas principais: na fase de Previsão, os alunos formulam hipóteses ou expectativas sobre o fenômeno que será estudado; na fase de Observação, eles realizam experimentos ou coletam dados para testar suas previsões; e, finalmente, na fase de Explicação, eles analisam os resultados e refletem sobre como esses dados confirmam ou refutam suas hipóteses iniciais. Essa metodologia incentiva o pensamento crítico e a compreensão profunda, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e interativo. Sistematizamos a seguir suas principais vantagens.

- 1 **Personalização do Aprendizado:** A metodologia de predizer permite a adaptação do ensino às necessidades individuais dos alunos, criando experiências de aprendizado personalizadas.
- 2 **Melhor compreensão:** A observação atenta dos alunos facilita a identificação de suas dificuldades e pontos fortes, contribuindo para uma compreensão mais profunda de seu progresso acadêmico e desenvolvimento pessoal.
- 3 **Engajamento Ativo:** Ao explicar conceitos de maneira clara e contextualizada, os alunos são incentivados a participar ativamente do processo de aprendizado, promovendo maior engajamento e retenção do conhecimento.
- 4 **Feedback Contínuo:** A metodologia promove uma abordagem contínua de feedback, permitindo ajustes imediatos no ensino para maximizar o entendimento dos alunos.
- 5 **Desenvolvimentos de Habilidades Críticas:** O ciclo de predizer, observar e explicar cultiva habilidades críticas, como pensamento analítico, resolução de problemas e comunicação eficaz.
- 6 **Transparência Educacional:** Favorece a transparência na educação, possibilitando que alunos, pais e educadores acompanhem o progresso individual e compreendam os métodos de ensino.

2.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA POE

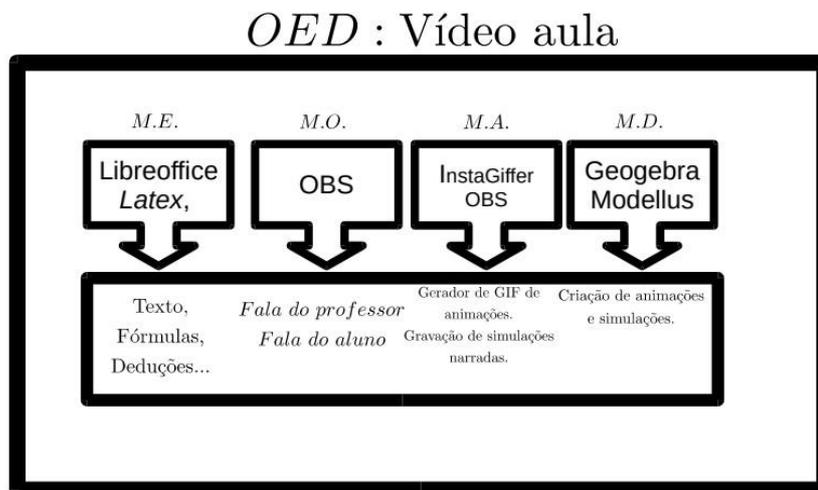
A metodologia POE apresenta três fases de aplicação, são elas:

- **Predizer:** Foi introduzido aos alunos o conceito de Força Magnética, com uma aula expositiva. Logo em seguida, os alunos foram expostos à videoaula constituída por todos recursos de mídia (escrita, oral, audiovisual e digital), com a animação e simulação explicada. Foi pedido aos alunos, a partir de perguntas, para que eles fizessem previsões sobre o que aconteceria em uma situação específica da força magnética. Eles podiam escrever suas previsões individualmente ou discutir em grupos pequenos.
- **Observar:** Os alunos observaram as simulações do fenômeno ao interagirem com o arquivo *GeoGebra* disponibilizado com a simulação computacional mostrada na videoaula. Os alunos que observaram atentamente o que acontecia durante a simulação, fizeram seus registros, suas observações e dados relevantes.
- **Explicar:** Após a observação, foi requisitado aos alunos que explicassem os resultados com base em suas previsões e observações. Incentivei a utilizar seus conhecimentos prévios, conceitos aprendidos em aula e evidências da simulação computacional para explicar por que ocorreu o resultado observado. Promovi umas discussões em sala, onde os alunos conseguiram compartilhar suas explicações e debater diferentes pontos de vista.

3 O USO COORDENADO DAS MÍDIAS

Sabemos que a transposição didática é a transformação do saber científico em saber escolar. E o saber escolar é comunicado pelo uso das mídias. Da seção anterior vimos como cada uma das mídias impacta na forma como o conhecimento pode ser construído pelo indivíduo. Logo, para que o Saber Escolar seja comunicado adequadamente, o uso equilibrado das mídias é desejado. Com uso equilibrado queremos dizer que no tempo de exposição de um tema deve-se utilizar de forma equilibrada a mídia oral, escrita, audiovisual e digital, pois o Saber Escolar será validado (oral), visualizado (audiovisual), sintetizado (escrita) e utilizado por simulação (digital) pelo indivíduo. Não se tem notícia de uma indicação como a que é sugerida aqui neste trabalho, e por esta razão se faz uma reflexão mais detalhada sobre o uso coordenado das mídias no planejamento de um material instrucional a ser elaborado para o Ensino Médio. Acrescenta-se a possibilidade de reunir todas as mídias em um só objeto. Isso decorre da oferta incomensurável de programas e aplicativos gratuitos e pagos que possibilitam fazer apresentações inserindo camadas de texto, vídeos, simulações. É a convergência promovida pela cultura digital. Por essa razão o OED permite que as 4 mídias sejam inseridas.

Figura 2: O uso coordenado das mídias na preparação de uma videoaula para Física



Fonte: Autoria própria.

Ao se prover o uso coordenado das mídias se evita empregar exclusivamente uma das mídias em uma dada metodologia de ensino, sequência didática ou mesmo uma videoaula. Evita-se excessos que culminam em um desestímulo. Se a escrita é demasiadamente utilizada

se torna menos atraente o conteúdo apresentado. Pode-se facilmente refletir-se sobre como seria se uma das mídias fosse utilizada sem o equilíbrio com as outras.

Fato reconhecido hoje é que cada mídia contribui de um modo diferente para construção do conhecimento. Por esta razão devemos dominar o uso das mídias na sala de aula, usando-as de modo integrado (inseridas na metodologia), coordenado (formando um todo coerente) e criterioso (como uma tecnologia educacional).

3.1 A ELABORAÇÃO DE MATERIAL INSTRUCIONAL POR MEIO DO USO COORDENADO DAS MÍDIAS

Mídia digital pode ser definida como o conjunto de veículos e aparelhos de comunicação baseados em tecnologia digital, permitindo a distribuição ou comunicação digital das obras intelectuais escritas, sonoras ou visuais. Tecnologia digital é aquela em que o suporte físico praticamente desaparece, e os dados são convertidos em sequências numéricas ou de dígitos. Perceba que em uma mídia digital podemos incluir mídia audiovisual, mídia oral e mídia escrita. Por esta razão, no contexto educacional a mídia digital possui grande impacto.

As mídias são utilizadas pelo professor que comunica. Cada uma das formas de mídia possui um conjunto de tecnologias e as tecnologias auxiliam na expressão das mídias. No cenário atual, as mídias digitais continuam a desempenhar um papel fundamental em diferentes campos da comunicação, o que nos traz facilidade e praticidade. Amplamente utilizadas em diversos contextos:

Como já mencionado anteriormente, a mídia digital foi equiparada às outras mídias. Isso se deve ao reconhecimento de que a mídia digital é capaz de promover com as simulações computacionais o acesso à manipulação de grandezas físicas por meio de experimentos cognitivos e nesse processo o indivíduo aprende. A discussão acerca do papel da mídia digital na forma como aprendemos é aprofundada pelo filósofo Pierre Lévy em *As Tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*, (1993). É o que se resumiu na designação de que ao se utilizar a mídia digital o indivíduo utiliza o conhecimento. Ainda, sobre essa mesma obra encontramos:

As novas formas de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações de trabalho, das pessoas, a educação e a própria inteligência dependem das constantes transformações de dispositivos tecnológicos de todos os tipos. Importante ressaltar que a escrita, a leitura, a visão, a audição, criação, aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. (Lévy, 1993, p.7)

O reconhecimento da importância da mídia digital é identificado na própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Entre as 10 competências gerais, destacamos a quarta e a quinta:

Competência 4 - Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

Competência 5 - Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2018, p. 9)

A partir daqui daremos maior atenção à geração de materiais digitais para o ensino da Física. Como elemento inovador do trabalho está no uso dos geradores de animações, simulações, simulações/ou animações narradas e explicadas, e na geração de GIF (captura da animação exibida em laço contínuo) para inserção em apresentações em slides. O **GIF** (*Graphics Interchange Format*) é um formato de imagem que foi lançado pela empresa *CompuServe* no ano de 1987. Em português, a sigla significa Formato de Intercâmbio de Gráficos, e este formato possibilita a compactação de várias cenas, exibindo movimento. Os GIFs não possuem som, as próprias imagens transmitem a mensagem desejada³. O formato é amplamente utilizado nas redes sociais. Neste trabalho é utilizado para ensinar Física com a criação de animações pelo próprio professor. As animações, uma vez inseridas em slides e gravadas pelo *OBS* podem ser narradas e explicadas, detalhadamente, sem que seja necessário manipular qualquer programa pois as GIFs ficam em reprodução contínua (laço contínuo). Para detalhar esses elementos apresenta-se de modo sucinto os programas *Modellus* e *Geogebra*, o programa *InstaGiffer* e o *LibreOffice Writer* e *LibreOffice Impress*.

A modelagem computacional e simulação são duas abordagens interrelacionadas amplamente utilizadas em diversas áreas para entender e analisar sistemas complexos. Os Programas de Simulação são programas que simulam o comportamento de sistemas físicos a partir de modelos predeterminados. Os resultados da simulação geralmente são apresentados em formatos de grande apelo visual, como animações e gráficos. Conceitos pouco intuitivos e de difícil visualização tornam-se mais acessíveis aos estudantes, que têm uma oportunidade melhor de compreendê-los corretamente. Hoje em dia, os programas de simulação constituem,

3. Disponível em: <<https://www.futuraexpress.com.br/blog/o-que-e-gif/>> . Acesso em 22 de abr de 2024.

provavelmente, o modo mais popular de aplicação de computadores ao ensino de Física. Uma enorme quantidade desses programas está disponível na internet.

Amplamente utilizados para gerar simulações de “código aberto”⁴, os programas *Modellus* e *Geogebra* requerem apenas o conhecimento de Física e Matemática para que possam ser utilizados diretamente. Brevemente, comentaremos cada um deles a seguir em seus aspectos mais importantes para este trabalho.

3.1.1 Conhecendo o *Modellus*

O *Modellus* é um software educacional utilizado para ensinar e aprender conceitos de matemática e física por meio da modelagem computacional. Ele é especialmente popular em ambientes de ensino de ciências e matemática, permitindo que os alunos criem simulações interativas para entender melhor os fenômenos estudados. É um Software livre. Inicialmente desenvolvido por Vitor Teodoro na Universidade de Lisboa, para uma tese de doutorado. Foi escrito em linguagem JAVA. Aqui estão algumas características e funcionalidades comuns associadas ao *Modellus*:

- 1 **Modelagem Dinâmica:** o *Modellus* é conhecido por sua capacidade de criar modelos dinâmicos, onde as variáveis mudam ao longo do tempo, permitindo a visualização de como diferentes parâmetros afetam um sistema.
- 2 **Simulações Interativas:** Os usuários podem interagir com os modelos que criam, alterando variáveis, observando as mudanças resultantes e experimentando com diferentes cenários.
- 3 **Facilidade de Uso:** É projetado para ser amigável e acessível, facilitando o aprendizado para estudantes e professores. Ele geralmente usa uma interface gráfica intuitiva.
- 4 **Suporte a Diferentes Conceitos:** Pode ser usado para ensinar uma variedade de conceitos matemáticos e físicos, incluindo cinemática, dinâmica, trigonometria, cálculo, entre outros.
- 5 **Integração com o Ensino Tradicional:** Muitas vezes, o *Modellus* é utilizado como uma ferramenta complementar ao ensino tradicional, proporcionando uma abordagem prática para a compreensão de conceitos teóricos.
- 6 **Aplicações Educacionais:** É frequentemente utilizado em sala de aula como parte integrante do currículo de ciências e matemática em diferentes níveis educacionais.

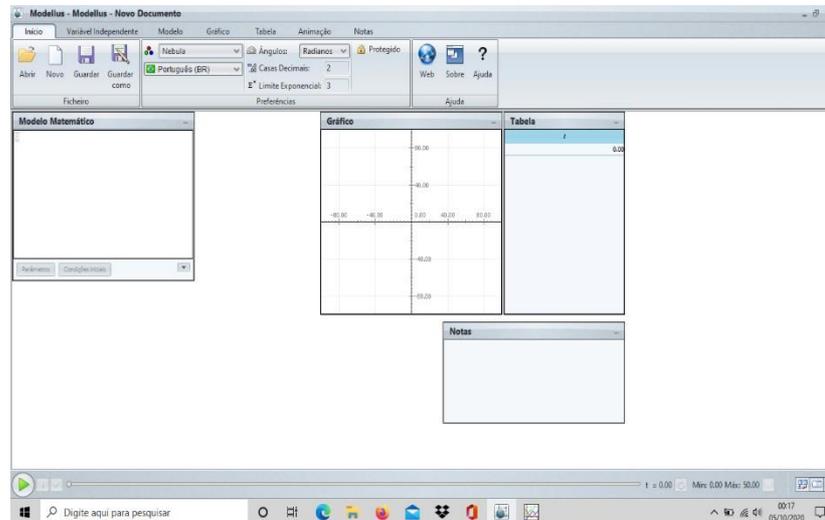
⁴ . Entendido aqui como sendo acessível modificar todos os parâmetros da simulação com alterações do modelo físico-matemático fonte.

O *Modellus* possui 4 janelas interativas. A primeira janela é a do Modelo. Aqui são inseridas as equações matemáticas nas quais as leis físicas se expressam. Não é necessário saber programação para operacionalizar o software. Apesar de usar a linguagem JAVA na construção do Software, a parte que é acessível ao usuário não requer conhecimentos da linguagem. Para digitação das equações é preciso usar a biblioteca de funções matemáticas que estão instaladas, ou mesmo, construir a função matemática desejada a partir de funções básicas. As outras janelas são Tabela, Gráfico e a Tela das animações e simulações. Essa última é um imenso plano cartesiano onde são utilizadas equações paramétricas do tipo:

$$\begin{aligned}x &\rightarrow x(t) \\ y &\rightarrow y(t)\end{aligned}$$

na janela Modelo, onde t é o parâmetro, como a variável temporal na equação da cinemática. As animações geradas para partículas, atribuem valores para as coordenadas (x,y) que a partícula ocupará em cada intervalo de tempo escolhido pelo usuário. Com o recurso de Quadros Por Segundo (QPS) o movimento de uma partícula é criado. Até esse controle está acessível ao usuário. Pode-se controlar os QPS de exibição para se criar animações. Naturalmente, quanto maior for o número de quadros por segundo, mais suave é o movimento, mas isso requer tempo de máquina para cálculo dos pares ordenados (x,y) que a partícula ocupará enquanto o tempo variar. As animações fazem uso do tempo de percepção dos seres humanos que é de 1/25 segundos. Para que não percebamos o efeito de geração das imagens por quadros nas telas dos computadores a frequência com que são iluminados é muito maior que nossa percepção. Da mesma forma, numa animação, para que possamos perceber mudanças, os quadros ligam e desligam numa frequência menor que nossa percepção. Na figura 3 tem-se a aparência inicial geral do programa *Modellus*.

Figura 3: A tela de apresentação do programa *Modellus*. Identifica-se as janelas Modelo, Gráfico, Tabela e ao fundo o imenso plano cartesiano para exibição de animações e simulações.



Fonte: Autoria própria.

Não é o objetivo aqui aprofundar o conhecimento do programa. Para uma investigação mais detalhada do programa sugere-se leitura do trabalho desenvolvido por Marcelo Esteves de Andrade (Andrade, M. E. (2016)). A inserção do *Modellus* nos cursos de Informática no Ensino de Física foi identificada pelo Professor Carlos Eduardo Aguiar, no que resultou na obra: *Informática para o ensino de Física* (Aguiar, 2009).

3.1.2 Conhecendo o *GeoGebra*

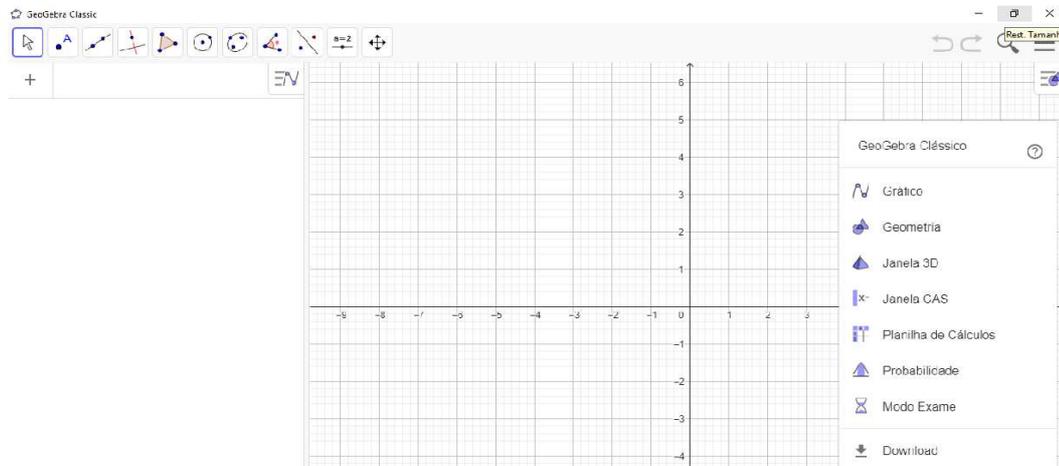
O *GeoGebra* é uma poderosa ferramenta de software educacional que combina geometria, álgebra, planilha, gráficos, cálculo e estatísticas em uma única aplicação interativa. Ele foi projetado para auxiliar professores e alunos no ensino e aprendizado de matemática e ciências relacionadas. É também um Software livre, fácil de usar. Desenvolvido por Markus Hohenwarter Universidade de Salsburg em 2001. É um programa com a união de um sistema de geometria dinâmica e de um sistema de computação algébrica. Reuni geometria, álgebra e cálculo. *GeoGebra* foi escrito em linguagem JAVA, entretanto não se requer conhecimento dessa linguagem para operá-lo. Possui sistema algébrico computacional (CAS: *Computer Algebric System*). A seguir elencamos algumas características e funcionalidades comuns associadas ao *GeoGebra*:

- 1 **Interface Amigável:** O *GeoGebra* possui uma interface intuitiva que permite aos usuários explorar e experimentar com conceitos matemáticos de maneira dinâmica.
- 2 **Ambientes de Trabalho:** O software oferece diferentes ambientes de trabalho, como o de geometria, álgebra, planilha, gráficos, cálculo e 3D. Cada ambiente é projetado para atender a necessidades específicas.

- 3 **Geometria Dinâmica:** No ambiente de geometria, é possível construir figuras geométricas de forma interativa. As figuras podem ser modificadas dinamicamente, permitindo a exploração de propriedades e relações.
- 4 **Álgebra Dinâmica:** permite a criação de expressões algébricas e equações. Essas expressões podem ser relacionadas a objetos geométricos, proporcionando uma abordagem dinâmica para entender as relações matemáticas.
- 5 **Planilha Dinâmica:** A planilha integrada possibilita a criação de tabelas para análise de dados. Os valores podem ser vinculados a objetos matemáticos, permitindo alterações automáticas com modificações.
- 6 **Gráficos Dinâmicos:** A ferramenta de gráficos permite a visualização e manipulação de funções matemáticas. Os gráficos são interativos e podem ser vinculados a outros elementos no ambiente.
- 7 **Recursos Educacionais:** fornece uma vasta coleção de materiais educacionais, como tutoriais, exercícios e exemplos, que ajudam professores e alunos a explorar conceitos matemáticos de maneira prática.
- 8 **Compatibilidade Plataforma:** é uma aplicação baseada na web, mas também oferece versões para download em diferentes plataformas, como Windows, macOS, Android e iOS.
- 9 **Comunidade GeoGebra:** Existe uma comunidade ativa de usuários e educadores que compartilham recursos e experiências. Isso cria um ambiente colaborativo para aprendizado e suporte.

Destaca-se uma maior oferta de recursos no *GeoGebra* do que *Modellus*. Porém, encontra-se no *Modellus* uma maior facilidade de construir rapidamente simulações interativas devido ao menu de botões de acionamento e modificação de parâmetros. Aqui é marcante a diferença em comparação com as simulações do *Phet Colorado*, na medida que nessa plataforma de simulações não se tem acesso fácil ao modelo fonte, não havendo possibilidade de modificá-lo a menos que o usuário saiba programar com o código-base Phet⁵.

Figura 4: Tela de apresentação do programa *GeoGebra*. À esquerda a janela de inserção das equações matemáticas e ao centro o plano cartesiano para exibição de animações e simulações



Fonte: Autoria própria.

3.2 GERANDO AUDIOVISUAIS E CONVERGÊNCIA DIGITAL

Para a criação de um vídeo com animações geradas nos programas *Modellus* e *Geogebra* é necessário um programa que grava telas com animações e outro programa que hospeda os arquivos de vídeo. Em seguida, um outro programa para gerar os vídeos com a narração do professor sobre os slides elaborados. Os programas utilizados para a composição do produto educacional deste trabalho são: *InstaGiffer*, para gravar as animações em laço repetitivo contínuo, *LibreOffice*, para a apresentação, hospedar os slides com os textos e os GIFs gerados pelo *Instagiffer* e, finalmente, o *OBS*, software de gravação de tela, e áudio para convergir todo o material escrito em um só produto, o vídeo. Não foi necessário dominar uma linguagem de programação para converter todo o material didático em um único produto a ser oferecido aos alunos do 3º ano do Ensino Médio. O conteúdo escolhido para composição do produto foi o tema da Força de Lorentz sobre partículas carregadas. No tempo de 20 minutos aproximadamente, o tema foi exposto, seguindo uma sequência de início, meio e fim. No contexto de um planejamento de longo prazo, com os conteúdos ministrados rotineiramente, nos OED's o aluno tem toda a informação para iniciar e encerrar o processo de ensino e aprendizagem de um determinado tema. Para o método de exposição, a videoaula foi produzida com o narrador aparente, no estilo “*Facecam*” e o narrador com voz, onde foi feita uma apresentação sobre os slides explicados. Seja de uma forma ou outra é necessário gravar da câmera e/ou tela do dispositivo. Para o produto é possível operar com programas totalmente gratuitos, pois:

- Libre Office Impress: criação de slides com animações com inserção de GIFs.
- Libre Office Math: edição de fórmulas.

- OBS: software de gravação de tela e câmera.
- GeoGebra/Modellus: Animação e a Simulação para ser gravada, narrada e explicada em vídeo. A Simulação para ser disponibilizada aos alunos com o fornecimento do arquivo.
- Instagiffer: Captura de animações do Modellus ou GeoGebra para geração de GIFs de animação com reprodução automática.

Na documentação referente ao produto educacional deste trabalho detalhamos todo o processo de elaboração e aplicação. A seguir apresentamos um roteiro sucinto. Inicia-se o processo com:

1. Seleção do Objeto Educacional Digital (OED)

- Escolha um OED alinhado aos objetivos de aprendizagem e ao conteúdo curricular.
- Considere a idade e nível de habilidade dos alunos.
- Especificar o objetivo educacional que o OED pretende alcançar.

Exemplo: "Ensinar conceitos sobre o conteúdo de Força Magnética."

2. Análise Prévia:

- Avalie o OED para garantir sua qualidade e relevância.
- Certifique-se de que seja compatível com os dispositivos disponíveis na sala de aula.

3. Identificação do Público-Alvo:

- Determinar o público-alvo do OED.

Exemplo: "Estudantes do terceiro ano do ensino médio."

4. Contextualização:

- Apresente o contexto e os objetivos de aprendizagem relacionados ao OED.
- Explique como o OED se encaixa no tópico atual do conteúdo.

5. Planejamento do Conteúdo:

- Estruturar o conteúdo do OED.

Exemplo: "Introdução, equações, animação, simulação, exemplo resolvido, aplicações do dia a dia."

6. Escolha de Recursos Multimídia:

- Selecionar recursos multimídia adequado, como vídeos, animações, simulações e quizzes.

7. Desenvolvimento do OED:

- Utilizar ferramentas como editores de texto, imagens e vídeos para criar o OED.

8. Disponibilização e Acesso:

- Escolher a plataforma de distribuição e disponibilizar o OED.

9. Orientações aos Alunos:

- Forneça instruções claras sobre como usar o OED.
- Demonstre funcionalidades-chave para garantir compreensão.

10. Atividade Interativa:

- Promova a participação ativa dos alunos durante a utilização dos simuladores criados para apoiarem a composição do próprio vídeo.
- Incentive perguntas e discussões sobre as animações computacionais utilizadas no vídeo e disponibilizadas também para os alunos manipularem.

11. Avaliação Formativa:

- Incorporar elementos interativos e avaliações para engajar os alunos.
- Realize avaliações durante a atividade para medir a compreensão dos alunos.
- Adapte a instrução conforme necessário.
- Realizar testes pilotos e revisões para garantir a qualidade do OED.

12. Discussão Pós-Atividade:

- Facilite uma discussão sobre as experiências dos alunos com o OED.
- Conecte os conceitos aprendidos à aplicação prática.

13. Análise do Resultado:

- Promova avaliações quantitativas por meio de questionários sobre o conteúdo para que os alunos possam demonstrar seus conhecimentos adquiridos.
- Faça avaliações qualitativas para saber se o OED causou um impacto significativo no aprendizado do aluno.

4. O ENSINO DO ELETROMAGNETISMO

No ensino de eletromagnetismo no 3º ano do ensino médio, temos o conteúdo de Força de Lorentz, a força que atua sobre uma carga elétrica em movimento em um campo magnético uniforme. É um tema que se ministra, usualmente, da metade para o final do ano letivo, e foi o tema que deu origem para a elaboração do presente trabalho. O que se apresentou no produto educacional, em essência, teve como base o texto que se segue.

4.1 A FORÇA DE LORENTZ

A Força de Lorentz recebe esse nome em homenagem ao físico holandês Hendrik Antoon Lorentz. Nascido em 18 de julho de 1853, falecido em 4 de fevereiro de 1928. Sua formação se deu pela Universidade de Leiden, onde em 1878, foi investido no cargo de professor de física e matemática. Em 1912 passou a dirigir o Instituto Tayler, em Haarlem. Como professor honorário em Leiden, proferia conferências semanais sobre física moderna. Foi chefe do Comitê de Cooperação Intelectual, instituído pela Liga das Nações.

Em 1875 publicou seu primeiro trabalho, onde estuda a reflexão e refração da luz por dielétricos e metais. Em 1880 realizou a primeira aplicação da teoria eletromagnética de Maxwell a um meio constituído por moléculas isoladas. Tratava-se de um trabalho sobre a relação entre a densidade do meio e o índice de refração. Em 1902, recebeu o Nobel de Física por seu trabalho sobre as radiações eletromagnéticas.

Sua contribuição foi significativa para o desenvolvimento da teoria eletromagnética. A formulação da Força que leva seu nome foi uma etapa crucial na compreensão das interações entre cargas elétricas e campos magnéticos e campos elétricos. Ela descreve a força resultante que atua sobre uma partícula carregada em movimento quando sujeita a campos elétricos e magnéticos e é fundamental para explicar uma série de fenômenos eletromagnéticos, desde a deflexão de partículas carregadas em campos magnéticos até o funcionamento de dispositivos elétricos e eletrônicos. A Força de Lorentz é essencial em muitos aspectos da história da Física de Partículas Elementares, no movimento de partículas carregadas em aceleradores de partículas, como os colisores de prótons em experimentos de física de alta energia. Ela explica a deflexão de partículas carregadas em campos magnéticos. Na história da Física Moderna, recorda-se que muitas partículas foram descobertas com o uso deste princípio. Em especial destacamos o experimento da carga-massa do elétron realizada por J. J. Thomson (Gazeto, 2019). O conhecido experimento com tubos de raios catódicos, foi decisivo para que se entendesse que o átomo possuía partículas negativas, corroborando com o modelo atômico do

“pudim de passas” que considerava que existiam partículas com cargas negativas dentro de um meio de carga positiva. Nesse experimento determina-se a razão entre carga e massa das partículas do raio catódico (Gazeto, 2019). As trajetórias circulares em câmaras de bolha submetidas a campos magnéticos intensos são devidamente explicadas aplicando-se a 2ª Lei de Newton combinada com a Força de Lorentz. As equações de movimento resultantes indicam as trajetórias circulares observadas.

A força que atua exclusivamente em cargas em movimento em campos magnéticos é a Força de Lorentz. Entretanto, podemos encontrar em textos diversos a denominação de Força Magnética, mas a interação magnética entre dois ímãs permanentes é conhecida corretamente como Força magnética entre ímãs permanentes. É o resultado da interação entre dois corpos dotados de propriedades magnéticas que ocorre mesmo sem os objetos estarem em contato. O ímã é um objeto que gera campo magnético ao seu redor, podendo interagir com outras partículas e originar a força magnética. Essa força pode ser atrativa quando ocorre entre dois polos diferentes ou repulsiva, quando ocorre entre dois polos iguais.

No caso das cargas elétricas, uma força passa a existir sobre as mesmas quando a partícula eletricamente carregada se movimenta em uma região onde atua um campo magnético. Imagine um feixe de cargas elétricas lançadas em um campo magnético uniforme. Nosso objetivo é calcular a força magnética que atua sobre essas cargas.

Uma carga elétrica parada, com velocidade zero, em um campo magnético, não vai ter força magnética atuando sobre ela.

- Uma carga em movimento, com velocidade diferente de zero, em um campo magnético, vai ter força magnética atuando sobre ela.
- Se o vetor velocidade das cargas elétricas for paralelo ao vetor do campo magnético, a força magnética será nula.
- Se o vetor velocidade das cargas elétricas for perpendicular ao vetor do campo magnético, a força magnética será máxima.

Considerando que uma carga pontual q , com velocidade \vec{v} , é lançada em uma região onde existe um campo magnético uniforme \vec{B} , passa a atuar sobre ela uma força magnética com intensidade dada pela seguinte equação:

$$F = |q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}(\theta) \quad (1)$$

onde:

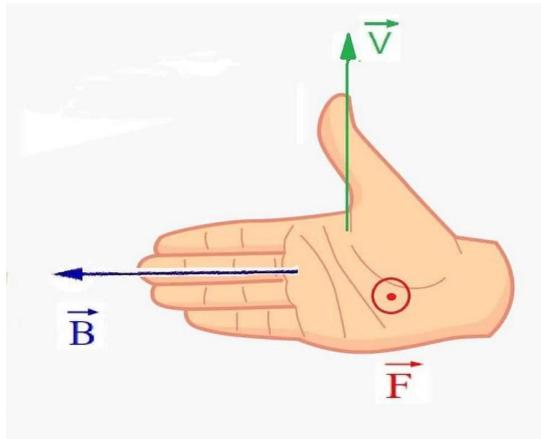
- F é a intensidade da força magnética, normalmente dada em Newton (N);
- $|q|$ é o módulo da carga elétrica, ou seja, não levamos em conta seu sinal, normalmente dada em Coulomb (C);

- v é a velocidade da carga elétrica, normalmente dada em metros por segundo (m/s);
- B é o valor do campo magnético, normalmente dada em Tesla (T);
- θ é o seno do ângulo entre o vetor da velocidade com o vetor do campo magnético .

4.2 A REGRA DA MÃO DIREITA

As características vetoriais da força de Lorentz são determinadas pela Regra da mão direita. Na figura abaixo (Figura 5), vemos:

Figura 5: Regra da mão direita (Brasil Escola: acesso em 25 de abr. 2024.)



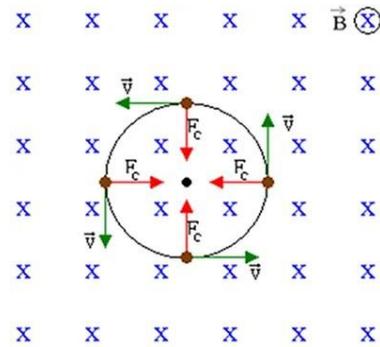
Fonte: Brasil Escola.

- Quando a carga é positiva, deixamos a mão direita aberta, como na figura.
- Nosso polegar vai apontar para o sentido do vetor velocidade;
- Os outros dedos vão apontar para o sentido do vetor campo magnético;
- A palma da nossa mão vai sair o vetor força magnética.

4.3 TRAJETÓRIA DA CARGA NO CAMPO MAGNÉTICO

A trajetória da carga no campo magnético é ilustrada na Figura 6 abaixo:

Figura 6: Trajetória de uma carga no campo (Mundo Educação: acesso em 25 de abr. 2024.)



Fonte: Mundo Educação.

- Quando a carga entra no campo magnético formando um ângulo de 0° ou 180° não sofre a ação da força magnética, portanto ela descreve um movimento retilíneo uniforme.
- Quando a carga penetra no campo magnético perpendicularmente, isto é, formando um ângulo de 90° em relação às linhas de campo magnético, a partícula fica sujeita a uma força centrípeta, pois é uma força resultante e perpendicular com o vetor velocidade, portanto, a carga passa a descrever um movimento circular uniforme no interior do campo magnético.

Quando o público-alvo é mais amadurecido, com conhecimentos de álgebra vetorial, todos os aspectos vetoriais da força de Lorentz ficam representados corretamente na expressão com o produto vetorial:

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}), \quad (2)$$

na ausência de campo elétrico.

No Apêndice A resolve-se o problema do movimento da partícula carregada em um campo magnético transversal em coordenadas cartesianas. Tanto o *Modellus* como *GeoGebra* possuem um algoritmo de resolução de equações diferenciais pelo método de Runge-Kutta de 4ª ordem. As equações utilizadas tanto na animação utilizada no GIF para o slide (Figura 7) e na simulação disponibilizada no processo de aplicação do produto estão expressas no Apêndice A.

4.4 OBJETOS EDUCACIONAIS DIGITAIS PARA APRESENTAÇÃO DA FORÇA DE LORENTZ

Para elaboração do produto educacional, foram criados alguns objetos educacionais digitais, entre os quais destacamos a criação de uma GIF, cuja origem foi o *Modellus*, para simular o movimento de uma partícula carregada em um campo magnético transversal, e a

adaptação de uma simulação computacional previamente desenvolvida em *Geogebra* por outro autor, para explorar os princípios da força de Lorentz.

4.4.1 Animação (GIF) para simular o movimento de uma carga elétrica em um campo magnético transverso

Na Figura 7 vemos um instantâneo do GIF apresentado para os alunos. É uma animação computacional criada para simular o movimento de uma partícula carregada em movimento em um campo magnético transverso. Na animação, temos duas partículas ilustrando duas situações possíveis: ao lado esquerdo é quando o campo magnético sai do plano da figura, e ao lado direito, é quando o campo magnético está entrando no plano da figura. Foi configurado o efeito estroboscópico para deixar o rastro da partícula em sua trajetória.

Figura 7: Força Magnética em Cargas Elétricas. Instantâneo da animação elaborada exclusivamente para fazer parte do produto educacional deste trabalho, a videoaula.



Fonte: Autoria própria.

Esta animação foi utilizada na videoaula como uma ferramenta valiosa no processo de aprendizagem, pois permite aos alunos visualizarem e interagirem com conceitos abstratos de forma concreta e intuitiva.

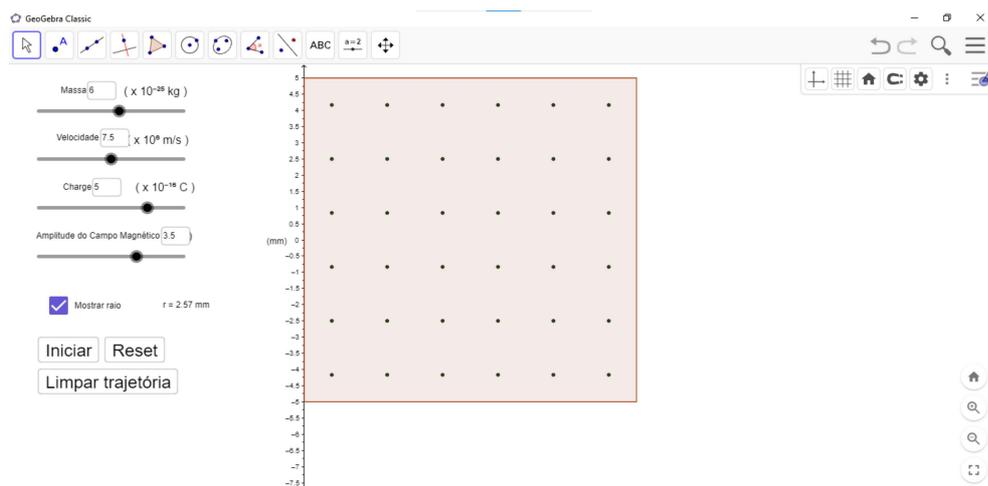
4.5 SIMULAÇÃO DE DIFERENTES CENÁRIOS DOS PRINCÍPIOS DA FORÇA DE LORENTZ

Uma simulação computacional também foi disponibilizada para os alunos explorarem diferentes cenários e desenvolverem uma compreensão mais profunda dos princípios da força de Lorentz. Ela foi especialmente utilizada para a videoaula e foi totalmente disponibilizada aos alunos para que eles pudessem manusear e perceber o que acontecia. A simulação interativa utilizada nesse caso foi obtida da plataforma do *GeoGebra*. Aqui o propósito, no contexto formativo do MNPEF, foi aprender a utilização de um objeto digital aberto,

devidamente adaptado. De início é importante ter o programa instalado, mas não requer nenhum pré-requisito para usar. Nosso objetivo foi simular o comportamento de uma partícula carregada em um campo magnético, permitindo ao aluno alterar todos os parâmetros relativos ao problema: sentido e intensidade do campo magnético transverso, módulo da velocidade, módulo e sinal da carga elétrica. Com a interatividade permitida pela simulação os alunos puderam alterar variáveis, como a carga da partícula ou a intensidade do campo magnético, e observar como essas mudanças afetam o movimento da partícula. Isso pode ajudá-los a entender melhor a relação entre a carga, o campo magnético e a força magnética.

Durante a simulação, os alunos puderam analisar os resultados e discutir conceitos importantes, como a direção e a magnitude da força magnética, a relação entre a carga da partícula e a força exercida sobre ela, e como a velocidade da partícula afeta sua trajetória sob a influência do campo magnético. O autor da simulação é o professor Tom Walsh⁶. Em sua página pessoal no *GeoGebra* encontra-se uma infinidade de animações e simulações computacionais de modelos abertos e de alta qualidade. Com o modelo aberto para reformulação da configuração, os botões de interatividade foram traduzidos para o português. A Figura 8 mostra a tela de apresentação da simulação. Cabe ressaltar os aspectos duplamente didáticos: para o MNPEF, o professor criador de um produto educacional pode aprender pela aplicação e modificação da simulação disponível, por outro lado, o aluno público-alvo do produto educacional pode apropriar-se e interagir.

Figura 8: Simulação de um campo magnético



Fonte: adaptação de simulação em *GeoGebra* por Walsh, T. Disponível em <<https://www.geogebra.org/u/tomwalsh>> com acesso em 27 de abr. 2024.

Essa simulação no *GeoGebra* pode ser uma ferramenta valiosa para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de conceitos de campo magnético no nível médio,

6. Disponível em <<https://www.geogebra.org/u/tomwalsh>>. Acesso em 27 de abr. 2024.

proporcionando uma experiência educacional envolvente e significativa. A simulação oferece uma representação visual e interativa do campo magnético, tornando os conceitos abstratos mais acessíveis e tangíveis para os alunos. Outros benefícios educacionais são que os alunos podem experimentar com diferentes configurações e cenários de campo magnético de forma virtual e segura, sem riscos associados à manipulação de equipamentos reais, extremamente sensíveis, como é o experimento “Razão Carga/Massa” oferecida aos alunos do curso de Licenciatura em Física na disciplina de Física Moderna Experimental II do IF - Sudeste, MG, Campus Juiz de Fora.

Os alunos são incentivados a explorar ativamente a simulação, assumindo o controle das variáveis e fazendo descobertas por meio de experimentação da simulação e observação. A simulação permite que os alunos aprendam no seu próprio ritmo, explorando conceitos de campo magnético de maneira independente e recebendo *feedback* imediato sobre suas ações. Os alunos são encorajados a fazer perguntas e discutir suas observações, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos de campo magnético.

Dentre as várias possibilidades avaliativas da videoaula, que constitui o produto principal deste trabalho, escolheu-se elaborar questões que envolvem o entendimento dos aspectos geométricos do vetor força definido a partir da equação (2). É sabido que o ensino de vetores é fundamental para melhor compreensão de diversos conceitos da Física do ensino médio e no ensino superior. No produto, apresentado no Apêndice E, tem-se um exemplar do questionário aplicado aos alunos que percorreram toda sequência de etapas, iniciada pela aula expositiva, a videoaula e a manipulação da simulação em *GeoGebra* segundo a metodologia POE.

5 APRESENTAÇÃO DO OBJETO EDUCACIONAL DIGITAL

Os Objetos Educacionais Digitais (OEDs) podem constituir recursos complementares para enriquecer o ensino em sala de aula e despertar o interesse dos alunos para conteúdos de ensino de física. Para fins deste trabalho, foi desenvolvida uma videoaula⁷ para abordagem da Força Magnética. Este recurso, disponibiliza roteiros para professores e alunos, fazendo uso de recursos que são, em sua maioria, gratuitos e acessíveis.

Denominamos a videoaula de Objeto Educacional Digital, por ter sido elaborada dentro do que hoje é denominado como a convergência digital. Termo aqui compreendido como a possibilidade de se inserir em um único arquivo digital: voz, texto, equações, animações, figuras e simulações narradas e explicadas. Ao final, trata-se de um produto educacional digital projetado para facilitar o entendimento da força magnética de forma interativa e acessível. Este OED reúne uma variedade de recursos, de diversos tipos de mídias, com o objetivo de tornar o aprendizado da força magnética uma experiência cativante e significativa para os alunos.

Hoje em dia, o aprendizado de física está passando por várias transformações devido ao avanço da tecnologia e novas abordagens educacionais. Devido a pandemia (COVID-19) nosso único meio de aprendizado foi EAD e muitos professores encontraram dificuldades para lecionar a distância.

A integração dessas abordagens e recursos tecnológicos pode ser especialmente benéfica para o aprendizado remoto de uma forma geral. No ensino remoto, os alunos têm acesso a uma variedade de recursos digitais, como vídeos educacionais, simulações interativas, *e-books* e materiais de estudo *online*. Isso permite que os alunos explorem os conceitos físicos em seu próprio ritmo e revisem o conteúdo conforme necessário.

Plataformas de aprendizado colaborativo e salas de aula virtuais facilitam a interação entre os alunos e o professor, mesmo à distância. Os alunos podem participar de discussões em grupo, trabalhar em projetos colaborativos e receber *feedback* do professor e dos colegas. Laboratórios virtuais permitem que os alunos realizem simulações de experimentos práticos de física através de simulações computacionais. Eles podem explorar fenômenos físicos, coletar dados, fazer análises e tirar conclusões, tudo de forma remota e segura.

No decorrer da confecção da videoaula, observou-se a necessidade de deixar um roteiro disponível para interessados em compor videoaulas com o software utilizado, assim, elaborou-se um roteiro para utilização do OBS, disponibilizado no Apêndice D. Um outro

⁷Disponível em: <https://youtu.be/wNjRBCbUE2w?feature=shared>

software de grande valor para nosso trabalho foi o gerador de cópias de animações, capturadas com grande resolução a partir da tela do computador. O software que realiza tal tarefa gera um arquivo portátil, que se permite inserir em slides. O resultado é uma réplica de uma animação criada pelo professor que exibida em laço contínuo, permite que o apresentador comente-a livremente, sem precisar operações adicionais, dando espaço para que se reforce, realce, esclareça diversos aspectos de um fenômeno físico discutido no conteúdo. Elaborou-se também um roteiro para o *Instagiffer*, o gerador de arquivos tipo GIF, disponibilizado no Apêndice C.

5.1 DESENVOLVIMENTO DA VIDEOAULA

A videoaula que compõe o OED deste trabalho, constitui um objeto completo, sob o ponto de vista da comunicação para educação. Isso se tornou possível em razão da convergência digital, promovida pelo avanço tecnológico.

No produto foi possível incluir a **Mídia Escrita** com material textual resumido, equações, conceitos, enunciados de leis e princípios etc.; **Mídia Oral**, inserida com a fala do professor ao explicar o conteúdo apresentado; e a **Mídia Audiovisual** elaborada com programas de geração de vídeos, feitos com as narrações das animações, e das simulações interativas disponibilizadas para o aluno. Os GIFs, em laço contínuo inseridos nos slides, são audiovisuais na medida que recebe na gravação do vídeo a narração descritiva. O professor pode dispor do vídeo, animações e simulações em um repositório na forma de mídia digital, com os links todos disponíveis na página 54: a videoaula, o link para o arquivo *Modellus* utilizado no GIF da videoaula, e o link para o arquivo em *GeoGebra* com a simulação utilizada pelos alunos na etapa de aplicação do produto segundo a metodologia POE na fase Observar.

O papel das mídias na construção do conhecimento permite ao aluno ter um certo domínio crítico digital no contexto educacional. Dominar as ferramentas de modelagem, animação e simulação computacional. Criar modelos, animações e simulações. Não é necessário dominar uma linguagem de programação.

O Produto elaborado é autoral e foi desenvolvido integralmente a partir da necessidade de complementação dos recursos didáticos oferecidos aos alunos. Os materiais utilizados na confecção de todo o conteúdo são totalmente gratuitos, com exceção do programa *PowerPoint*, que requer assinatura e pagamento.

A parte escrita em foi feita em *PowerPoint* e *LibreOfficeWriter* (gratuito), Na elaboração da videoaula, a partir dos slides, a fala do professor-narrador é acrescentada. Com

o programa de gravação de vídeo escolhido, o professor pode ficar aparente em seu vídeo. Para criação da videoaula foram acrescentadas figuras obtidas em sites, animação computacional e a explicação de uma simulação interativa a ser disponibilizada aos alunos.

A principal característica da mídia digital é a possibilidade de usar a convergência, isto é, fazer convergir em um único produto a mídia escrita e oral, próprias do fazer docente. Acrescentamos ainda a possibilidade de se criar animações e simulações que podem ser inseridos no produto dada a abertura para se criar audiovisuais com os programas escolhidos. Tudo que o professor dispõe pode ser embarcado no produto que apresentamos neste trabalho.

Com a duração de aproximadamente 20 minutos o tema Força Magnética foi exposto na videoaula, seguindo uma sequência didática completa com início, meio e fim. No contexto de um planejamento de longo prazo, com os conteúdos ministrados rotineiramente, nos OED's o aluno tem toda a informação para iniciar e encerrar a exposição de um determinado tema, auxiliando-o no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo.

O método de exposição escolhido para a videoaula foi aquele com o apresentador aparente, estilo *Facecam*, com sua voz em sobreposição às imagens nos slides. Para isso, é necessário gravar da câmera do dispositivo (*webcam*) e da tela do dispositivo onde se encontram os slides e simulação. Os programas utilizados foram *Libre Office Impress*: criação de slides com imagens e uma animação tipo GIF; *Libre Office Math/ LATEX*: edição de fórmulas; *OBS*: software de gravação de tela e câmera; *Modellus/GeoGebra* para geração de animação inserida no slide como GIF e simulação computacional para ser gravada, narrada e discutida em vídeo, e, posteriormente, ser disponibilizada aos alunos; *Instagiffer*: Captura de imagem para geração de GIF de animação com reprodução automática em laço contínuo (*loop*).

Antes de iniciar o desenvolvimento do roteiro da videoaula, foi crucial entender as necessidades educacionais dos alunos. Isso envolveu uma análise do currículo, conversas e avaliação das lacunas de aprendizado. Foi estabelecido claramente os objetivos de aprendizado que o OED visou alcançar. Esses objetivos foram específicos, mensuráveis e alinhados com os padrões educacionais das metas de ensino.

Um plano detalhado foi criado para o design instrucional do OED. Isso incluiu a estrutura do conteúdo, sequenciamento de atividades, estratégias de ensino e métodos de avaliação. As escolhas tecnológicas e das ferramentas adequadas para desenvolver o OED, incluíram softwares gratuitos em sua maioria, criação de modelos físicos, gerador de animações, gravação de animações para inserção no produto na forma de GIF, utilização de

simulações totalmente abertas, no sentido de serem reconfiguráveis para adequação às necessidades do professor.

Cabe aqui uma menção ao *Phet Colorado*, que constitui um conjunto de simulações disponíveis na internet. Apesar de ser um projeto muito popular, difundido e de código aberto (*open source*), o mesmo apresenta bastante dificuldade para reprogramar, reconfigurar e alterar determinado modelo físico-matemático a partir de uma simulação já disponível. Não se encontra a mesma facilidade de programas como o *Modellus* e o *GeoGebra*, que não requerem conhecimento prévio de uma determinada linguagem de programação. No sítio do *Phet Colorado*, encontramos a seguinte observação:

Desenvolvendo sua própria simulação personalizada:

Vimos pequenos projetos de teste, projetos acadêmicos (por exemplo, pesquisa educacional para doutorado) ou projetos de currículo de código aberto desenvolvendo com sucesso simulações personalizadas, aproveitando nosso código-base. **Requer experiência em *design* e em *javascript/typescript*.**(Grifo nosso) Como ponto de referência, uma simulação PhET moderadamente complexa requer 160 horas de *design*, mais de 500 horas de desenvolvimento de *software* e 40 horas de teste. Para projetos maiores ou comerciais, desencorajamos fortemente os grupos de copiar/bifurcar nosso código e usar a base de código PhET, pelos seguintes motivos e considerações:

Complexidade do desenvolvimento da simulação: Temos constatado que novos desenvolvedores levam de 6 a 12 meses para adquirir experiência com o código-base do PhET e desenvolver efetivamente uma simulação bem estruturada, de alto desempenho e de alta qualidade. Além disso, uma simulação HTML precisa ser executada em uma variedade de dispositivos e navegadores, exigindo mais de 60 horas de testes de garantia de qualidade para determinar e solucionar *bugs*⁸. (Phet, 2024)

Portanto, para se criar uma animação e simulação é necessário dominar o código-base do *Phet*, uma linguagem de programação própria. Isso exige do professor um tempo de aprendizagem bastante superior ao tempo necessário para dominar o *Modellus* ou *GeoGebra*, que são apresentados na disciplina de Atividades Computacionais para o Ensino Médio e Fundamental do MNPEF.

O OED foi desenvolvido com base nos objetivos de aprendizado e no design instrucional, envolvendo criação da videoaula com textos e animação (em *Modellus*) e outros recursos interativos, como o questionário avaliativo (Apêndice A no produto), roteiros de uso do *OBS* (Apêndice D) e roteiro de uso do *Instagiffer* (Apêndice C). Alguns dos recursos utilizados foram obtidos em repositórios de imagens livres para uso, como algumas imagens utilizadas na apresentação e na simulação do *GeoGebra*. Essa simulação foi reconfigurada no

8 https://phet.colorado.edu/pt_BR/about/source-code último acesso em 05/06/2024.

código fonte para oferecer botões em português. Aqui o propósito, no contexto formativo do MNPEF, foi o de adquirir conhecimento ao se manipular o código fonte de simulações disponíveis já devidamente testadas, como é o caso das que estão disponíveis em *GeoGebra*⁹. O produto foi implementado em um ambiente educacional adequado, em uma plataforma de aprendizado online (link disponível no *YouTube*), para garantir que os alunos tivessem acesso fácil. Assim, poderíamos monitorar o acesso ao produto e avaliarmos sua eficácia em relação aos objetivos de aprendizado estabelecidos.

A vantagem na elaboração do OED é a possibilidade de atualização dos conteúdos dos slides que são fonte para gravação da videoaula. Isso pode decorrer de novas descobertas de pesquisa, mudanças nos padrões educacionais e *feedback* dos usuários. A qualidade e a relevância do conteúdo educacional, mesmo depois de já ter sido aplicado e analisado, pode ser renovada a partir de aperfeiçoamento do OED com objetivo de aplicação em novas turmas.

5.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

PRIMEIRO MOMENTO: Aula Expositiva Inicial (Sala de aula)

- **Objetivo:** Apresentar o conteúdo aos alunos
- **Duração:** 50min
- **Conteúdo abordado:** Força Magnética

SEGUNDO MOMENTO: Vídeo Aula (Conteúdo Multimodal - Simulações e Animações)

- **Objetivo:** Material complementar
- **Duração:** 20min

TERCEIRO MOMENTO: Atividade Prática no Laboratório (Simulação Interativa e Experimentação)

- **Objetivo:** Interagir com a simulação variando parâmetros
- **Duração:** 50 minutos

9 <https://www.geogebra.org/u/tomwalsh>. Último acesso em 05/06/2024.

5.3 ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DO OED

A seguir, apresentamos uma sugestão de roteiro para elaboração da videoaula. Para facilitar a disposição das etapas, estas serão apresentadas em sequência ordinal.

1 Seleção do Objeto Educacional Digital (OED)

- Escolha um OED alinhado aos objetivos de aprendizagem e ao conteúdo curricular. Considere a idade e o nível de habilidade dos alunos.
- Especificar o objetivo educacional que o OED pretende alcançar.
- Exemplo: "Ensinar conceitos sobre o conteúdo de Força Magnética."

2 Análise prévia

- Avalie o OED para garantir sua qualidade e relevância.
- Certifique-se de que seja compatível com os dispositivos disponíveis na sala de aula.

3 Identificação do Público-Alvo:

- Determinar o público-alvo do OED.
- Exemplo: "Estudantes do terceiro ano do ensino médio."

4 Contextualização

- Apresente o contexto e os objetivos de aprendizagem relacionados ao OED.
- Explique como o OED se encaixa no tópico atual do conteúdo.

5 Planejamento do conteúdo

- Estruturar o conteúdo do OED.
- Exemplo: "Introdução, equações, animação, simulação, exemplo resolvido, aplicações do dia a dia."

6 Escolha de recursos multimídia

- Selecionar recursos multimídia adequados, como vídeos, animações, simulações e *quizzes*.

7 Desenvolvimento do OED

- Utilizar ferramentas como editores de texto, imagens e vídeos para criar o OED.

8 Disponibilização e acesso

- Escolher a plataforma de distribuição e disponibilizar o OED.

9 Orientações aos alunos

- Forneça instruções claras sobre como usar o OED.
- Demonstre funcionalidades-chave para garantir compreensão.

10 Atividade Interativa

- Promova a participação ativa dos alunos durante a utilização do OED.
- Incentive perguntas e discussões.

11 Avaliação formativa

- Incorporar elementos interativos e avaliações para engajar os alunos.
- Realize avaliações durante a atividade para medir a compreensão dos alunos.
- Adapte a instrução conforme necessário.
- Realizar testes pilotos e revisões para garantir a qualidade do OED.

12 Discussão pós-atividade:

- Facilite uma discussão sobre as experiências dos alunos com o OED.
- Conecte os conceitos aprendidos à aplicação prática.

13 Análise do resultado

- Promova uma espécie de questionário sobre o conteúdo para que os alunos possam demonstrar seus conhecimentos adquiridos.
- Faça um balanço do resultado obtido para saber se o OED causou um impacto significativo no aprendizado do aluno.

6 APLICAÇÃO DO PRODUTO

A aplicação do produto teve início em 03/10/2023, começo do 4º bimestre escolar, de uma escola pública estadual de um município do interior de Minas Gerais.

As turmas 3º Ano Verde e 3º Ano Vermelho do turno matutino foram expostas ao OED seguindo a metodologia POE (Predizer, Observar e Explicar). Cada turma com uma média de 22, 23 alunos mais ou menos. Inicialmente, os alunos tiveram uma introdução do conteúdo de Força Magnética através do método tradicional, usando quadro e giz, no dia **07/11**, durante duas aulas de 40 minutos.

O conteúdo de Força Magnética foi escolhido propositalmente para aplicar o OED, por se tratar de uma matéria que é vista geralmente no final do quarto bimestre, quando o professor não teria o tempo suficiente para apresentar o conteúdo de uma forma mais detalhada.

Na semana seguinte à exposição do conteúdo, na forma presencial, não houve aula regular. Seguindo o calendário acadêmico da escola, ocorreu a “Semana de Educação para Vida” na qual aconteceu uma série de palestras e apresentações. Com isso, para a aula do dia 14/11, disponibilizamos para os alunos a videoaula de Força Magnética, para eles assistirem no conforto de seus lares. Na aula seguinte, do dia **21/11**, os alunos já haviam assistido a videoaula e foram convidados a participarem de uma aula prática no laboratório de informática da escola, em que tiveram a oportunidade de brincar com a simulação (GeoGebra) da videoaula, variando os parâmetros do campo magnético.

6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DA VIDEOAULA

A gravação da videoaula foi feita utilizando o programa *OBS*. Os slides foram elaborados com o *PowerPoint* e para a reprodução do Campo Magnético utilizou-se o *GeoGebra*. A animação foi criada com o *Instagiffer*. A videoaula foi disponibilizada na plataforma do YouTube, e os alunos foram orientados a assistirem com calma e muita atenção.

O OED foi organizado com recursos multimídia de vídeos, imagens e áudios para diversificar os estilos de aprendizagem, deixando o conteúdo mais envolvente para engajar os alunos e promover a participação ativa.

Empregou-se o método de exposição, utilizando uma videoaula com narrador visível, elementos visuais com slides, textos, figuras, animação, simulação e incorporação de voz. Recursos educativos, abordando os aspectos teóricos da força magnética e explicando a leis e

fórmulas foram associados à apresentação. As animações mostram os fenômenos magnéticos de forma dinâmica, facilitando a visualização de conceitos abstratos, por meio de simulações interativas, que ilustram um campo magnético com seus parâmetros, proporcionando uma compreensão visual dos conceitos fundamentais.

O material audiovisual foi organizado de forma contextualizada, conectando o conhecimento teórico à sua aplicação prática no dia a dia. O planejamento do conteúdo foi organizado da seguinte forma:

- Introdução Histórica
- Força Magnética
- Força Magnética em Cargas Elétricas
- Módulo da Força Magnética
- Regra da Mão Direita
- Trajetória de uma Carga no Campo Magnético.
- Animação feita em *Modellus* inserida na forma de GIF. A animação foi criada para a melhor exposição do conteúdo.
- Simulação em *GeoGebra*. Uma simulação de código aberto foi obtida e reconfigurada para a língua portuguesa.
- Aplicação.
- Bibliografia.

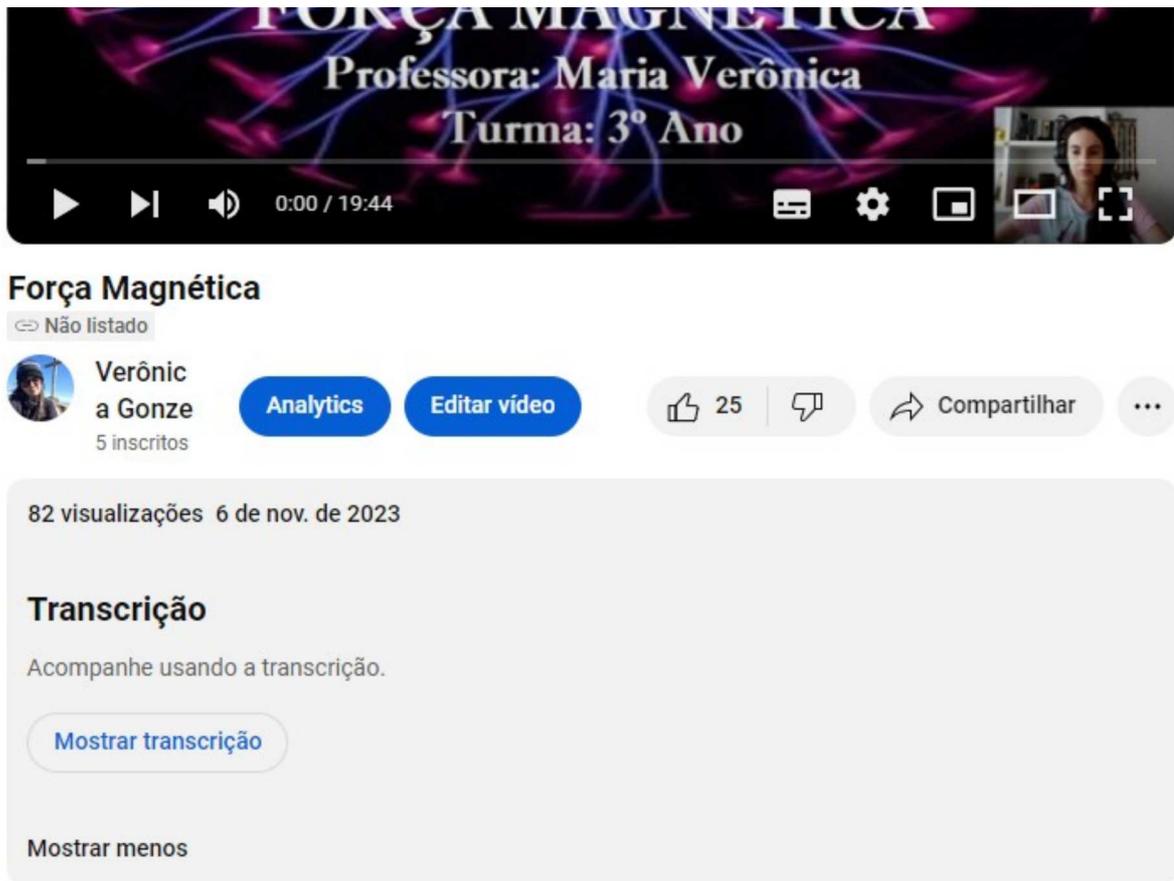
A maioria dos alunos participou de forma ativa. Eles assistiram a videoaula e depois tivemos um momento para explorar a simulação no laboratório da escola. Depois promovemos uma discussão em que os alunos debateram sobre a simulação, observando que a variação dos parâmetros modificava o resultado.

A avaliação da atividade foi realizada por meio de um questionário, elaborado para avaliar a compreensão dos alunos sobre o conteúdo proposto. Ao final foi feita uma discussão após a aplicação da atividade, em que tivemos a oportunidade de falar sobre o OED, das melhorias que poderiam ser implementadas, críticas e elogios. Neste momento também foram expostos conceitos apreendidos pelos alunos conectados à aplicação prática.

6.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO

A videoaula disponibilizada para os alunos no canal *YouTube*, na forma “Não Listado”, obteve 82 visualizações. A Figura 9 mostra a tela inicial da videoaula com o indicador de visualizações.

Figura 9: Tela inicial da videoaula



Fonte: autoria própria

A Figura 10 mostra a duração média e o percentual de visualização. A duração média de visualização foi de pouco mais que 10 minutos. O que pode indicar que nem todos os alunos assistiram a videoaula na íntegra ou que alteraram a velocidade de reprodução do vídeo apesar de termos recomendado que isso não fosse feito, ou, ainda, que não assistiram tudo de uma só vez. No que se refere à qualidade da videoaula em sua dimensão técnica, pode-se observar que há qualidade de imagem, áudio e iluminação. É um vídeo sem cortes ou edições. Cabe ressaltar que o programa OBS apresenta uma robustez para que o resultado final seja de qualidade que se assemelha ao do profissional, uma vez que conseguiu integrar satisfatoriamente todas as partes que precisávamos inserir.

Figura 10: Indicadores de visualização da videoaula
Momentos importantes da retenção de público



Fonte: autoria própria.

- O produto está disponível para visualização no endereço:
<https://youtu.be/wNjRBCbUE2w?feature=shared>
- O link para o arquivo *Modellus* com a animação vista no vídeo está disponível em:
https://drive.google.com/file/d/1YHFxwnba603ZT9Yzv2b-1_EICxLD69ni/view?usp=drive_link
- O link para o arquivo *GeoGebra* com a simulação utilizada no trabalho está disponível em: https://drive.google.com/file/d/1caNYHK2ffkElMu-QCq1f9pEVehcXHP4G/view?usp=drive_link

6.1 RESULTADOS OBTIDOS

De um modo geral, a aplicação do produto educacional resultou em uma significativa melhoria no engajamento dos alunos, com um aumento notável na participação nas atividades digitais. Observou-se um avanço tangível no desempenho acadêmico, indicando que os objetos educacionais digitais proporcionaram uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados.

\vec{F}

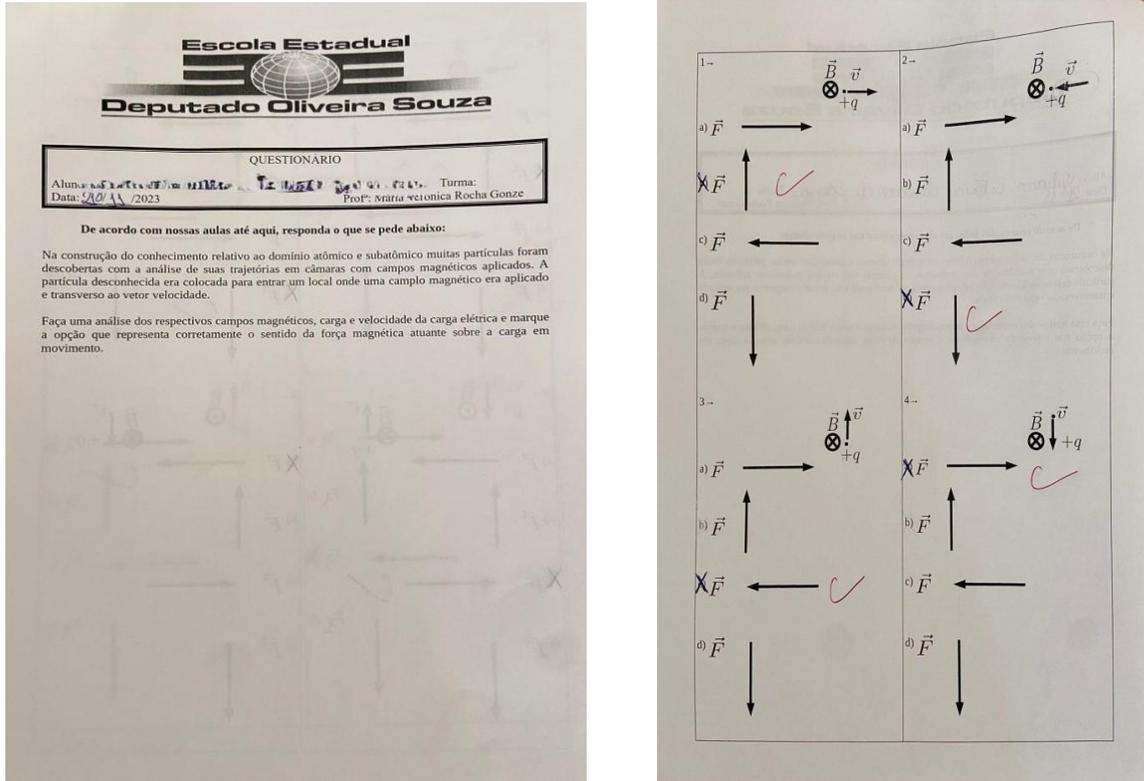
A análise de dados a partir da correção dos questionários submetidos às turmas, revelou uma maior retenção de informações, indicando que os recursos digitais contribuíram para uma aprendizagem mais duradoura. Os objetos digitais permitiram adaptações para diferentes estilos de aprendizagem, atendendo a diversos perfis de estudantes com sucesso. Isso foi evidenciado na correção dos questionários que foram aplicados após toda a sequência de atividades. No Apêndice E, sugerimos o questionário conceitual utilizado neste trabalho. O questionário foi elaborado com o objetivo de avaliar a aplicação correta, por parte dos alunos, da regra da mão direita para obter o vetor força .

As figuras abaixo (Figuras 11 e 12) são exemplos de respostas obtidas na aplicação do questionário conceitual que constou de três páginas. Na primeira página, tem-se uma breve contextualização que chama atenção para a contribuição, para a Física Moderna, da investigação das cargas elétricas de diversas partículas com aplicação de campos magnéticos em câmaras onde as partículas exibiam trajetórias. As duas páginas seguintes possuem oito situações para análise do aluno. Cada situação possui múltiplas opções com apenas uma resposta correta. Em cada situação a analisar, é dada uma determinada configuração dos vetores B e v e o sinal da carga q . É a situação típica de um sistema em que a carga que entra em um tubo, por exemplo, e é submetida a um campo magnético transversal à sua trajetória indicada pelo vetor velocidade. O aluno deve aplicar a regra da mão direita e obter o vetor força, em seguida deve marcar a opção correta.

Foram oferecidas 8 situações para que na avaliação final se possa certificar que houve um equilíbrio cognitivo estabelecido ou não, pois, uma vez dominado o conceito, dificilmente encontra-se erro. Quando não há uma apropriação completa do conceito, as respostas podem oscilar entre acertos e erros.

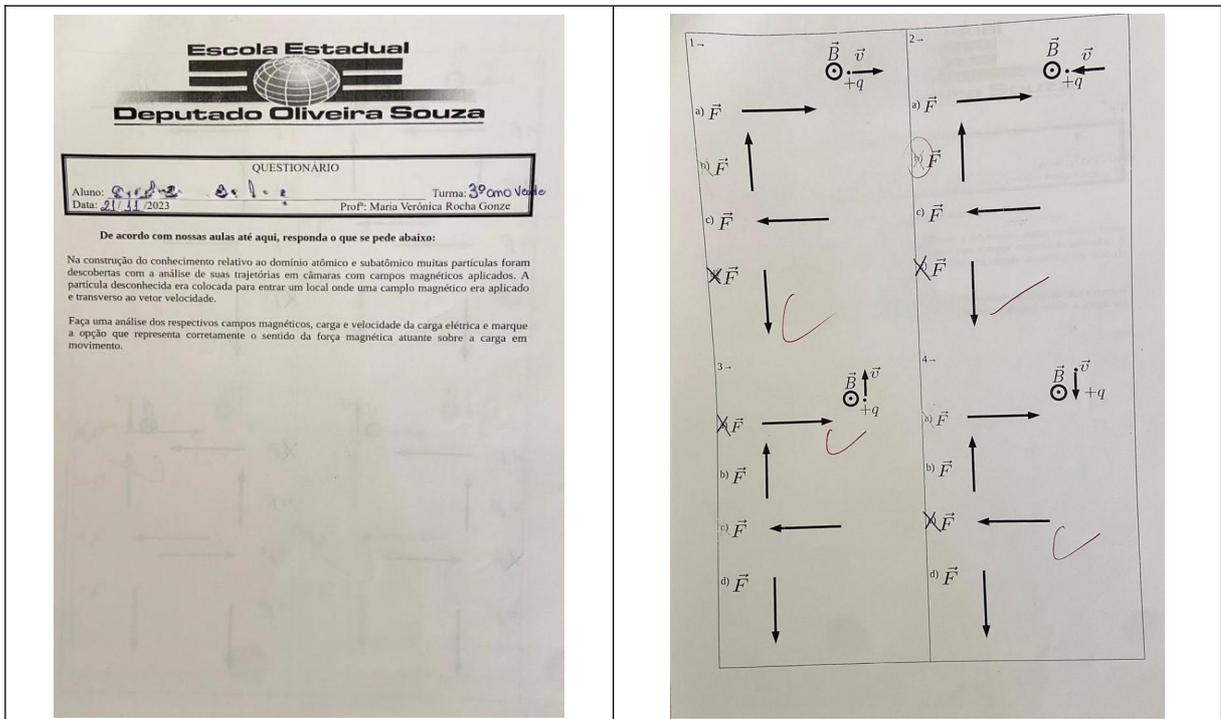
Todos os alunos foram orientados a responder o questionário individualmente. Inicialmente, utilizaram lápis, e em seguida, para indicar as suas respectivas escolhas, utilizaram tinta.

Figura 11: Exemplo de respostas ao questionário de um(uma) aluno(aluna), com 100% de acerto indicando o equilíbrio cognitivo. O nome da escola foi ocultado.



Fonte: autoria própria.

Figura 12: Exemplo de questionário respondido por outro(outra) aluno(aluna) em que é possível observar rasuras. Nome da escola foi ocultado.



Fonte: autoria própria.

Possivelmente, o/a aluno/a consolidou o equilíbrio cognitivo enquanto respondia. Observa-se apenas uma questão errada. A escolha do tema central do questionário teve como base a dificuldade que os alunos possuem em aplicar a regra da mão direita corretamente.

A participação em todas as etapas da aplicação do produto foi expressiva. Além disso, as avaliações mostraram uma melhoria significativa nas notas dos alunos em relação aos bimestres anteriores e uma maior compreensão dos conceitos relacionados à força magnética. Em especial, verificamos uma apropriação maior dos conceitos envolvendo a força de Lorentz, um tema que apresentou em turmas anteriores, uma certa dificuldade para assimilação. O entusiasmo dos alunos também cresceu, refletido no aumento da participação e no interesse em projetos relacionados à física.

A utilização dos objetos educacionais digitais procurou desenvolver habilidades tecnológicas entre os alunos, pois eles aprenderam a navegar e interagir com ferramentas digitais de maneira natural e eficiente, relacionando com aplicações do nosso dia a dia. A flexibilidade dos objetos digitais permite atualizações regulares e personalizações conforme as necessidades pedagógicas evoluem. Isso proporcionou um ambiente educacional sempre atualizado e adaptado às demandas do processo de ensino.

Acompanhamos o engajamento dos alunos ao longo do tempo com o produto e obtivemos um resultado positivo, pois o nosso intuito era mesmo de fato constatar sua eficácia no processo de aprendizagem. Através do questionário, que foi aplicado para medir o nível de compreensão dos alunos sobre o conteúdo abordado. Na Turma A, 85% dos estudantes acertaram mais de 75% das questões, enquanto na Turma B, 70% dos alunos atingiram o mesmo índice de acertos.

Esses resultados demonstram que o produto educacional teve um impacto significativo no aprendizado dos estudantes, sendo mais eficaz na Turma A, onde o nível de acertos foi mais elevado. A diferença nos resultados pode ser atribuída a fatores como o perfil da turma e o grau de familiaridade com o tema, mas, em geral, o produto se mostrou relevante e eficaz.

Outros benefícios foram ressaltados, obtivemos um aumento constante na participação e interação, os alunos ficaram mais empolgados, mais motivados a estudarem. De um modo geral, um reflexo positivo na busca de aprofundamento do conteúdo estudado conjugado com aplicações dos objetos educacionais digitais.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Refletir sobre a composição de objetos digitais para o ensino da física pelo viés da contribuição das mídias para a construção do conhecimento no indivíduo é um processo necessário para ofertar, de modo equilibrado e refletido, materiais didáticos que promovam os impactos desejados na aprendizagem.

A videoaula elaborada para fins deste trabalho representou uma oportunidade de aprendizagem sobre os objetos educacionais digitais (OEDs). Além de valorizar “a voz” do professor, também possibilitou a síntese do material textual elaborado e a visualização das simulações e animações computacionais capturadas, inseridas e comentadas. Estas também foram disponibilizadas como material complementar do produto principal.

Todo o processo de criação, apropriado por mim, teve como objetivo permitir ao aluno, ouvir a explicação do professor, ler o material textual, visualizar as animações e interagir com as simulações. Tudo isso possibilitou a convergência de diversas mídias em torno de um único objeto de conhecimento (a força de Lorentz), com o propósito de possibilitar ao aluno a construção, de forma mais sólida, dos conceitos ensinados.

A análise foi realizada a partir dos dados obtidos por meio de questionários que foram disponibilizados para os alunos ao final de todo o processo. A simulação foi empregada seguindo a metodologia POE (Predizer Observar e Explicar) como é detalhado na parte descritiva do produto. Com tudo isso, o OED, na forma de uma videoaula, configurou-se como uma ferramenta potente para impulsionar os processos de ensino e de aprendizagem da Física.

Esse recurso também proporcionou vantagens para uma flexibilidade de aprendizado na educação. O OED pode incorporar tecnologias adaptativas aos objetos digitais permitindo atender as demandas das necessidades pedagógicas, que se desenrolam à medida que o conteúdo é apresentado, o que proporciona um ambiente educacional sempre atualizado e adaptado às demandas educacionais.

Observei que foi possível ajustar um ritmo e estilo de aprendizado, facilitando a personalização do ensino e a atenção às necessidades específicas de cada estudante. Foi verificado também que a interatividade presente nos objetos educacionais digitais promove um ambiente mais participativo, e estimula o desenvolvimento de habilidades cognitivas, colaborativas e criativas.

Por fim, consideramos que a facilidade de acesso a esses recursos digitais contribui para a democratização da educação, permitindo que alunos de diferentes locais e contextos

tenham igualdade de oportunidades. Proporcionam também uma diversificação nos métodos pedagógicos, tornando o aprendizado mais dinâmico e adaptável às necessidades individuais dos estudantes. Portanto, conclui-se que a utilização de Objetos Educacionais Digitais tem demonstrado impactos positivos no ensino, oferecendo uma abordagem inovadora e engajadora para os alunos nos processos de ensino e de aprendizagem de física.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C.E. Informática para o ensino de Física, **CEDERJ**, Volume Único, Rio de Janeiro, 2009.
- ALMEIDA, A. L. (2017). **Tecnologia da Informação e Comunicação na Educação**. Editora Senac.
- ALMEIDA, M. E. B., SILVA, M. (2008). Objetos de aprendizagem: uma proposta de classificação. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, 6(1).
- ANDRADE, M. E. **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus**, MNPEF-LF, 2016. <https://modelandoafisica.wordpress.com/livro-sobre-o-modellus/>
- BRAGA, V. M. A. (2015). Objetos educacionais digitais: Recurso Tecnológico na Aprendizagem de Física. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Goiás.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Calor e Temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- DRIVER, R.; EASLEY, J. Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, vol. 12, p. 7–15, 1978.
- GAZETO, J. T. N. (2019). História e cultura de partículas elementares: condições de existência e circulação. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal de Santa Catarina.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GUIMARÃES, A.M., RIBEIRO, A.M. **Introdução às tecnologias da informação e comunicação**, Aula 2, Belo Horizonte, UFMG, 2011.
- HOHENWARTER, M., - <https://www.geogebra.org/> - Último acesso em 10/01/2024.
- HUSSERL, E. **Investigações lógicas: sexta investigação: elementos de uma elucidação fenomenológica do conhecimento**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.
- IEDUCAÇÃO, **Objetos de Aprendizagem: Da Definição ao Desenvolvimento, Passando pela Sala de Aula**. Disponível em: <https://ieducacao.ceie-br.org/objetos-aprendizagem/> - Acesso em: 10 jan. 2024
- MALONEY, D. P.; SIEGLER, R. S. David, Conceptual competition in physics learning. **International Journal of Science Education**, vol. 15, no. 3, p. 283–295, 1993. <https://doi.org/10.1080/0950069930150306>.
- MARTIN, F., BERTUR, A.K. Digital media for Learning: theories, processes, and solutions, **Springer Nature**, Switzerland, 2019.

MARTINS, A. A., GARCIA, N. M. D., BRITO, G. S., Ensino de física e novas tecnologias de informação e comunicação: uma análise da produção recente. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011.

MORTIMER, E.F. Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais. 1995. 292 f. **Tese** (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 201

NEDELSKY, L. **Science Teaching and science testing**. Chicago University Press, 1961.

OLIVEIRA, P.R.S. A Construção Social do Conhecimento no Ensino-Aprendizagem de Química. In **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** (ENPEC), Bauru, SP, 2003.

REDALYC, Os Objetos Educacionais Digitais em Linguagens e Interação. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5771/577163619007/html/> - Acesso em: 10 jan. 2024.

REPOSITÓRIO UNIFESP, **Os Objetos Educacionais Digitais de um Livro Didático Digital de Língua Portuguesa**: Um Estudo Sobre Práticas de Leitura. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/64888> - Acesso em: 10 jan. 2024.

SANTOS, M. A. P., FRADE, R. M. S. (2016). A utilização de objetos de aprendizagem no ensino de física: uma revisão sistemática. **Revista Diálogo Educacional**, 16(49), 111-130

SILVA, Sérgio Antônio da. Conflito Cognitivo: Herói ou Vilão? **Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 209, julho 2012.

SILVA, L. M., & BENETTI, M. (2002). **Comunicação e Sociedade**: Conceitos Básicos. Editora Vozes.

TEODORO, V. D. *Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling*. 2002. f 248. **Tese de Doutorado**. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa. Universidade Nova de Lisboa, 2002.

VIDAL N. F., MENEZES, P. H. D., Laboratório real x laboratório virtual: possibilidades e limitações destes recursos em uma atividade investigativa para o ensino da eletrodinâmica” **Física na Escola**, v. 17, n. 2, 2019.

WHITE, R.; GUNSTONE, R. **Probing understanding**. New York: Routledge, 1992. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

Acesso ao software Geogebra: <https://www.geogebra.org/download>

Acesso ao software Modellus: <https://sites.google.com/ifsudestemg.edu.br/andresimao/ensino/tic-no-ensino-de-fisica>

APÊNDICE A – EQUAÇÕES DE MOVIMENTO

Segue nesta parte as linhas digitadas no modelo no programa *Modellus* para a elaboração da animação que consta na videoaula. Uma vez pronta, a animação foi capturada e transformada em GIF para se incorporar ao slide da apresentação. Ao final, apresenta-se a dedução das equações de movimento de uma carga elétrica num campo magnético transversal.

No software *Modellus* foram utilizadas as seguintes entradas na janela Modelo:

$a_x = q \cdot v_y \cdot B/m$ → Decomposição da 2ª Lei de Newton para componente x.

$\frac{dv_x}{dt} = a_x$ → Equação diferencial 1ª ordem cuja solução é a componente x do vetor velocidade.

$a_y = -q \cdot v_x \cdot B/m$ → Decomposição da 2ª Lei de Newton para a componente y.

$\frac{dv_y}{dt} = a_y$ → Equação diferencial 1ª ordem cuja solução é a componente y do vetor velocidade.

$\frac{dx}{dt} = v_x$ → Equação diferencial 1ª ordem cuja solução é a componente x do vetor posição.

$\frac{dy}{dt} = v_y$ → Equação diferencial 1ª ordem cuja solução é a componente y do vetor posição.

$F_x = m \cdot a_x$ → Expressão da componente x Força resultante sobre a carga elétrica de carga q.

$F_y = m \cdot a_y$ → Expressão da componente y da Força resultante sobre a carga elétrica de carga q.

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ → Composição do módulo do vetor velocidade.

$r = \sqrt{x^2 + y^2}$ → Composição do módulo do vetor posição.

O próprio software resolve as equações diferenciais de 1ª ordem pelo método de *Runge-Kutta* de 4ª ordem. As animações apresentadas aos alunos foram geradas no *Modellus* e são totalmente autorais. Não se utilizou modelos prontos. A partir das coordenadas x e y obtidas, as animações são criadas entregando os pares ordenados para as partículas ocuparem no plano cartesiano da janela de animações. A seguir, em detalhe, segue a dedução explícita das equações de movimento em coordenadas cartesianas. Como os Softwares de animação precisam dos pares ordenados (x,y) para realizar a animação fazendo a partícula ocupar as posições a cada intervalo de tempo, julgamos relevante mostrar a solução do problema em sua totalidade.

A dedução das equações de movimento de uma partícula carregada num campo magnético nem sempre fica disponível nos livros de Mecânica Clássica. Como a força de Lorentz é a única força atuante numa partícula carregada imersa em um campo magnético uniforme e transverso, fazemos com a 2ª Lei de Newton a seguinte dedução:

$$\begin{aligned}\vec{F} &= q(\vec{v} \times \vec{B}) \\ m\dot{v}_x\hat{i} + m\dot{v}_y\hat{j} &= q(v_x\hat{i} + v_y\hat{j}) \times B\hat{k} \\ m\dot{v}_x\hat{i} + m\dot{v}_y\hat{j} &= qBv_y\hat{i} - qBv_x\hat{j} \\ \dot{v}_x &= \frac{qB}{m}v_y \\ \dot{v}_y &= -\frac{qB}{m}v_x \\ v_y &= \frac{m}{qB}\dot{v}_x \\ v_x &= -\frac{m}{qB}\dot{v}_y\end{aligned}$$

daí:

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt} \left(-\frac{m}{qB}\dot{v}_y \right) &= \frac{qB}{m}v_y \\ \frac{d}{dt} \left(-\frac{m}{qB}\dot{v}_x \right) &= \frac{qB}{m}v_x\end{aligned}$$

substituindo-se uma na outra teremos as seguintes equações:

$$\begin{aligned}\ddot{v}_x + \omega^2 v_x &= 0 \\ \ddot{v}_y + \omega^2 v_y &= 0\end{aligned}$$

onde,

$$\omega^2 = \left(\frac{qB}{m} \right)^2$$

com $[\omega] = s^{-1}$

A solução para velocidade em y e x , respectivamente, nos dá:

$$\begin{aligned}v_y &= Ae^{i\omega t + \theta} \\ v_y(0) &= v_0 \\ v_0 &= Ae^{i\theta} \\ e^{i\theta} &= 1, \theta = 2\pi \\ A &= v_0 \\ v_y &= v_0 e^{i\omega t} \\ y &= y_0 + \frac{v_0}{\omega} \text{sen}(\omega t) \\ v_x &= -\frac{\dot{v}_y}{\omega} \\ v_x &= iv_0 e^{\omega t} \\ x &= x_0 + \frac{v_0}{\omega} \text{cos}(\omega t) - \frac{v_0}{\omega}\end{aligned}$$

se a carga for negativa, teremos $q < 0$, daí podemos representar a solução geral como sendo:

$$y = y_0 + \frac{v_0}{|\omega|} \text{sen}(|\omega|t)$$

$$x = x_0 + \text{sign}(q) \frac{v_0}{|\omega|} [\cos(|\omega|t) - 1]$$

onde,

$$\text{sign}(q) = \begin{cases} -1 & : q < 0 \\ 0 & : q = 0 \\ +1 & : q > 0. \end{cases}$$

APÊNDICE B - FOTOS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

Apresentamos aqui algumas fotos da aplicação do produto educacional. Na Figura 1B, alguns registros fotográficos referentes ao uso da simulação computacional em *GeoGebra* (vide Figura 8). Os alunos estiveram no laboratório de informática da escola, onde cada máquina foi disponibilizada com a simulação de Força Magnética em um campo transversal para explorar. Na Figura 3B os alunos estão respondendo o questionário que foi apresentado após toda a exposição ao produto e a interação com a simulação.

Figura 1B: Alunos no laboratório de informática da escola em contato com a simulação em GeoGebra.



Fonte: Autoria própria.

Figura 2B: Em detalhe, os alunos exploram a simulação



Fonte: Autoria própria.

Figura 3B: Aplicação do questionário após o contato com o produto e simulação.



Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE C - ROTEIRO PARA USAR O *INSTAGIFFER*

Aqui apresentamos um pequeno roteiro para elaboração de GIFs, com o programa *INSTAGIFFER*.

1. Baixe e instale o *Instagiffer*:

- Acesse o site oficial do *Instagiffer* e faça o download do programa.
- Siga as instruções de instalação e conclua a instalação do *Instagiffer* em seu computador.

2. Abra o *Instagiffer*:

- Após a instalação, abra o programa *Instagiffer*.

3. Importe o vídeo ou imagens

- Selecione a opção "Import" (Importar) na interface do *Instagiffer*.
- Escolha o vídeo ou as imagens que deseja converter em um GIF.

4. Edite o vídeo ou a imagem (opcional):

- Use as ferramentas de edição do *Instagiffer* para cortar, redimensionar, adicionar filtros, texto ou efeitos ao seu GIF.
- Experimente diferentes configurações para obter o resultado desejado.

5. Configure as configurações do GIF:

- Selecione a guia "Settings" (Configurações) para ajustar as configurações do GIF.
- Defina a taxa de quadros por segundo (FPS), a resolução, a qualidade e outras configurações de acordo com suas preferências.

6. Visualize o GIF:

- Antes de exportar, visualize seu GIF para garantir que esteja conforme o esperado.

- Faça ajustes adicionais, se necessário.

7. Exporte o GIF:

- Depois de editar e ajustar seu GIF conforme desejado, selecione a opção "Export" (Exportar) ou "Save" (Salvar) para exportar o GIF.
- Escolha o local onde deseja salvar o GIF e clique em "Save" (Salvar) para concluir o processo de exportação.

8. Compartilhe seu GIF:

- Agora que seu GIF está pronto, você pode compartilhá-lo em redes sociais, enviar por e-mail ou usá-lo conforme desejar.

Dicas adicionais:

- Experimente diferentes vídeos ou imagens para criar GIFs únicos e interessantes.
- Não hesite em explorar todas as funcionalidades do *Instagiffer* para obter os melhores resultados.
- **Mantenha seus GIFs curtos e com tamanho de arquivo razoável para facilitar o compartilhamento online.**

APÊNDICE D - ROTEIRO SIMPLES PARA ELABORAÇÃO DA VIDEOAULA, COM O PROGRAMA *OBS*

Apresenta-se a seguir um roteiro simples para elaboração da videoaula com o programa *OBS*. A primeira etapa é:

1. Planejamento:

- **Objetivo da aula:** O objetivo da videoaula é explicar de forma clara e didática o conceito de força magnética, suas aplicações e como calcular sua intensidade em situações simples através de programas gratuitos.
- **Público-alvo:** Estudantes do terceiro ano do ensino médio
- **Conteúdo:** Divida a aula em seções para abordar os seguintes tópicos: introdução ao magnetismo, definição de força magnética, leis do magnetismo, cálculo da força magnética e aplicações práticas.
- **Tempo:** Estime o tempo necessário para cada seção, garantindo que a duração total da videoaula seja razoável e que os alunos possam acompanhar sem se sentir sobrecarregados. (20min)

2. Preparação do ambiente:

- **Configuração do *OBS*:** Certifique-se de ter o *OBS* instalado e configurado corretamente no seu computador. Isso inclui configurar as fontes de áudio e vídeo, bem como as configurações de saída.
- **Preparação do espaço:** Escolha um local tranquilo e bem iluminado para gravar a sua videoaula. Certifique-se de que o ambiente esteja arrumado e que não haja distrações visuais ou sonoras.
- **Equipamentos:** Verifique se você possui um microfone de boa qualidade e uma *webcam*, se necessário. Teste-os para garantir que estejam funcionando corretamente antes de gravar.

3. Gravação da Videoaula:

- Abertura: Comece a aula com uma introdução ao tema, explicando o que será abordado e qual é o objetivo da videoaula.
- Explicação dos tópicos: Apresente de forma clara e didática os conceitos básicos de magnetismo e força magnética, utilizando exemplos simples para facilitar a compreensão.
- Demonstração prática: Simulações e animações através dos programas. Neste produto foram utilizados o *Modellus* e *GeoGebra*.
- Encerramento: Faça um resumo dos principais pontos abordados na aula e forneça informações sobre como os alunos podem continuar aprendendo sobre o assunto.

4. Edição e Pós-Produção (opcional):

- Revisão: Assista à gravação completa da vídeoaula para identificar quaisquer erros ou partes que precisem ser editadas.
- Edição: Se necessário, corte partes desnecessárias ou faça ajustes na qualidade do vídeo e do áudio usando um software de edição de vídeo.
- Adição de Recursos Extras: Adicione elementos gráficos, como textos explicativos ou sobreposições, para tornar a videoaula mais visualmente atraente e informativa.

5. Publicação e distribuição:

- Formato de saída: Exporte a videoaula no formato de vídeo adequado para a plataforma em que você pretende publicá-la (por exemplo, MP4 para *YouTube*).
- Descrição e *tags*: Escreva uma descrição detalhada da videoaula, incluindo informações sobre o conteúdo abordado e palavras-chave relevantes.
- Publicação: Faça o *upload* da videoaula para a plataforma escolhida e compartilhe o link com seus alunos através das redes sociais, e-mails ou outros canais de comunicação.

6. Avaliação e *Feedback*:

- Avalie o desempenho: avalie o alcance da videoaula, observando o número de visualizações, comentários e *feedback* dos alunos.
- *Feedback*: Solicite *feedback* dos alunos para identificar áreas de melhoria e temas para futuras videoaulas. Esteja aberto a críticas construtivas e use-as para aprimorar suas habilidades de ensino.

7. Iteração e melhoria contínua:

- Iteração: Com base no *feedback* recebido e na análise do desempenho da videoaula, faça ajustes e melhorias para as próximas videoaulas.

APÊNDICE E – O PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Maria Verônica Rocha Gonze

PRODUTO EDUCACIONAL

Roteiro para desenvolvimento e aplicação de um objeto educacional digital no ensino da força magnética

Juiz de Fora

2024

Maria Verônica Rocha Gonze

PRODUTO EDUCACIONAL

Roteiro para desenvolvimento e aplicação de um objeto educacional digital no ensino da força magnética

Este produto educacional é parte integrante da dissertação intitulada: Desenvolvimento e Aplicação de um Objeto Educacional Digital no Ensino de Força Magnética, apresentada ao Polo 24 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora / Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Escola Básica.

Orientador: Dr. André Gondim Simão

Juiz de Fora
2024

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	04
2 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO, A VIDEOAULA	06
2.1 ROTEIRO PARA ELABORAR O PRODUTO	08
3 METODOLOGIA SUGERIDA PARA A APLICAÇÃO DO PRODUTO	11
3.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO UTILIZANDO A METODOLOGIA POE	11
4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	13
LINKS DOS RECURSOS	14
APÊNDICE A: SUGESTÃO DE APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO	15
APÊNDICE B: ROTEIRO PARA USAR O <i>INSTAGIFFER</i>	18
APÊNDICE C: ROTEIRO SIMPLES PARA ELABORAÇÃO DA VIDEOAULA, COM O PROGRAMA <i>OBS</i>	20

APRESENTAÇÃO

Caro(a) Professor(a),

Saudações e agradecimentos pela oportunidade de apresentar este produto educacional digital. Neste trabalho apresentamos recursos digitais para reforçar o ensino da Força Magnética, mais precisamente, a Força de Lorentz, aquela que atua sobre uma carga elétrica em movimento em um campo magnético uniforme, tema tradicional no currículo do 3º ano do ensino médio.

Por meio de métodos de composição de mídias digitais, a proposta foi desenvolvida inteiramente no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Essencialmente, trata-se de recursos complementares para enriquecer o ensino em sala de aula, e despertar o interesse dos alunos para o estudo da força magnética. Ao mesmo tempo, a proposta buscou atender aos professores, disponibilizando um conjunto de recursos que podem ajudá-lo a adaptar este material para sua realidade. O resultado é um produto educacional na forma de uma videoaula que utiliza recursos, em sua maioria, gratuitos e acessíveis.

Denominamos a videoaula de Objeto Educacional Digital (OED), pois foi elaborada dentro do que hoje denominamos como a convergência digital. Termo aqui compreendido como a possibilidade de se inserir em um único arquivo digital: voz, texto, equações, animações, figuras e simulações narradas e explicadas. Com isso, é possível abordar a força magnética de forma interativa e acessível, tornando o aprendizado da física magnética uma experiência cativante e significativa para os alunos.

Hoje em dia, o aprendizado de física está passando por várias transformações devido ao avanço da tecnologia e das novas abordagens educacionais. Durante a pandemia COVID-19 muitos professores encontraram dificuldades para lecionar em plataformas virtuais. Nesse sentido, este produto também ajuda os professores a lidarem melhor com esse tipo de ambiente de aprendizagem.

A integração de abordagens e recursos tecnológicos pode ser especialmente benéfica para o aprendizado remoto de uma forma geral. No ensino remoto, os alunos têm acesso a uma variedade de recursos digitais, como vídeos educacionais, simulações interativas, *e-books* e materiais de estudo *online*. Isso permite que os alunos explorem os conceitos físicos em seu próprio ritmo e revisem o conteúdo conforme necessário.

Plataformas de aprendizado colaborativo e salas de aula virtuais facilitam a interação entre os alunos e o professor, mesmo à distância. Os alunos podem participar de discussões em grupo, trabalhar em projetos colaborativos e receber *feedback* do professor e dos colegas. Laboratórios virtuais permitem que os alunos realizem simulações de experimentos práticos de física através de simulações computacionais. Eles podem explorar fenômenos físicos, coletar dados, fazer análises e tirar conclusões, tudo de forma remota e segura.

No decorrer da confecção da videoaula, observou-se a necessidade de deixar um roteiro disponível para interessados em compor esse tipo de recurso. Para isso, elaborou-se um roteiro para utilização do software OBS, disponibilizado no Apêndice C deste produto. Um outro software importante para o nosso trabalho foi o gerador de cópias de animações, capturadas com grande resolução a partir da tela do computador. O *Instagiffer*, software que realiza tal tarefa, gera um arquivo portátil, que permite inserir animações em slides. O resultado é uma réplica de uma animação criada pelo professor que, exibida em laço contínuo, permite que o apresentador comente-a livremente, sem precisar de operações adicionais, dando espaço para que se reforce, realce, ou esclareça aspectos do fenômeno físico abordado. No Apêndice A é apresentada uma sugestão de questionário para ser aplicado aos alunos ao final da exposição ao produto e interação com a simulação. Também foi elaborado roteiros para uso do *Instagiffer*, o gerador de arquivos tipo GIF (Apêndice B), e para o uso do OBS (Apêndice C)

2 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO: A VIDEOAULA

O Objeto Educacional Digital (OED), na forma de uma videoaula, composto para fins deste trabalho, constitui-se como um objeto completo, sob o ponto de vista da comunicação para educação. Isso foi possível em razão da convergência digital promovida pelo avanço tecnológico.

O produto inclui a **Mídia Escrita** com material textual resumido, equações, conceitos, enunciados de leis e princípios etc.; **Mídia Oral** foi inserida com a fala do professor ao explicar o conteúdo apresentado; **Mídia Audiovisual** elaborada com programas de geração de vídeos, feitos com as narrações das animações, e das simulações interativas disponibilizadas para o aluno. Os GIFs em laço contínuo inseridos nos slides são audiovisuais na medida que recebe na gravação do vídeo a narração descritiva. O professor pode dispor do vídeo, animações e simulações em um repositório na forma de mídia digital.

O papel das mídias na construção do conhecimento permite ao aluno ter um certo domínio crítico digital no contexto educacional. Dominar as ferramentas de modelagem, animação e simulação computacional. Criar modelos, animações e simulações. Não é necessário dominar uma linguagem de programação.

Esse OED tem o propósito de ensinar o conteúdo sobre Força Magnética, tema discutido em sala de aula, na forma expositiva. O Produto elaborado é autoral e foi desenvolvido integralmente a partir da necessidade de complementação dos recursos didáticos oferecidos aos alunos. Os materiais utilizados na confecção de todo o conteúdo deste produto são totalmente gratuitos, com exceção do programa *PowerPoint*, que requer assinatura e pagamento.

A parte escrita pode ser elaborada em *PowerPoint* e *LibreOfficeWriter* (gratuito), Na elaboração da videoaula, a partir dos slides, a fala do professor-narrador é acrescentada. Com o programa de gravação de vídeo escolhido, o professor pode ficar aparente em seu vídeo. Para criação da videoaula foram acrescentadas figuras obtidas em sites, animação computacional e a explicação de uma simulação interativa a serem disponibilizadas aos alunos.

A principal característica da mídia digital é a possibilidade de usar a convergência, isto é, fazer convergir em um único produto a mídia escrita e oral, próprias do fazer docente. Acrescentamos ainda a possibilidade de se criar animações e simulações que podem ser inseridos no produto dada a abertura para se criar audiovisuais com os programas escolhidos. Tudo que o professor dispõe pode ser embarcado no produto final.

No contexto de um planejamento de longo prazo, com os conteúdos ministrados rotineiramente, os OEDs possibilitam que os alunos tenham toda a informação para iniciar e encerrar a exposição de um determinado tema, auxiliando-o no processo de ensino e aprendizagem.

Para o método de exposição da videoaula foi escolhido aquele com o apresentador aparente, estilo *Facecam*, e sua voz em sobreposição às imagens nos slides. É necessário gravar da câmera do dispositivo (*webcam*) e a tela onde se encontram os slides e simulação. Os programas utilizados foram *Libre Office Impress*: criação de slides com imagens e uma animação tipo GIF; *Libre Office Math/ LATEX*: edição de fórmulas; *OBS*: software de gravação de tela e câmera; *Modellus/GeoGebra* para geração de animação inserida no slide como GIF e simulação computacional para ser gravada, narrada e discutida em vídeo, e, posteriormente, ser disponibilizada aos alunos; *Instagiffer*: Captura de imagem para geração de GIF de animação com reprodução automática em laço contínuo (*loop*).

Antes de iniciar a produção, é preciso entender as necessidades educacionais dos alunos. Isso envolve uma análise do currículo, conversas e avaliação das lacunas de aprendizado.

É importante criar um plano detalhado para o design instrucional do OED. Isso inclui a estrutura do conteúdo, sequenciamento de atividades, estratégias de ensino e métodos de avaliação. As escolhas tecnológicas e ferramentas adequadas para desenvolver o OED, incluem softwares (gratuitos em sua maioria), criação de modelos físicos, gerador de animações, gravação de animações para inserção no produto na forma de GIF, e utilização de simulações abertas, que possam ser reconfiguráveis para adequação às necessidades do professor.

Ao criar o conteúdo educacional do OED com base nos objetivos de aprendizado e no design instrucional, sugerimos a criação da videoaula com os textos e a animação, com o uso do *Modellus*. Também é interessante o uso de outros recursos interativos, como o questionário avaliativo (Apêndice A). Os roteiros de uso do *OBS* (Apêndice C) e do *Instagiffer* (Apêndice D) são apresentados na parte final deste manual.

Alguns dos recursos utilizados foram obtidos em repositórios de imagens livres para uso. Utilizamos, por exemplo uma *GeoGebra*¹⁰, que foi reconfigurada no código fonte para oferecer botões em português.

Sugerimos que o produto seja implantado em um ambiente educacional adequado. No nosso caso, utilizamos a plataforma de aprendizado online do *YouTube*, para garantir que os

¹⁰<https://www.geogebra.org/u/tomwalsh>. Último acesso em 05/06/2024

alunos tivessem acesso fácil. Essa plataforma, permite monitorar o acesso (Figura 1), favorecendo a avaliação de sua eficácia em relação aos objetivos de aprendizado estabelecidos.

Figura 1: Monitoramento da videoaula de Força Magnética
Momentos importantes da retenção de público



Fonte: autoria própria

Uma vantagem importante na elaboração do OED é a possibilidade de se atualizar o conteúdo dos slides, que são a fonte para gravação da videoaula. Isso pode ser necessário a partir de novas descobertas de pesquisa, mudanças nos padrões educacionais e *feedback* dos usuários.

2.1 ROTEIRO PARA ELABORAR O PRODUTO

Disponibilizamos a seguir um roteiro para elaboração da videoaula. Para facilitar, a disposição das etapas é apresentada em sequência ordinal.

1 Seleção do Objeto Educacional Digital (OED)

- Escolha um OED alinhado aos objetivos de aprendizagem e ao conteúdo curricular.
- Considere a idade e nível de habilidade dos alunos.
- Especificar o objetivo educacional que o OED pretende alcançar.

Exemplo: "Ensinar conceitos sobre o conteúdo de Força Magnética."

2 Análise Prévia:

- Avalie o OED para garantir sua qualidade e relevância.
- Certifique-se de que seja compatível com os dispositivos disponíveis na sala de aula.

3 Identificação do Público-Alvo:

- Determinar o público-alvo do OED.

Exemplo: "Estudantes do terceiro ano do ensino médio."

4 Contextualização:

- Apresente o contexto e os objetivos de aprendizagem relacionados ao OED.
- Explique como o OED se encaixa no tópico atual do conteúdo.

5 Planejamento do Conteúdo:

- Estruturar o conteúdo do OED.

Exemplo: "Introdução, equações, animação, simulação, exemplo resolvido, aplicações do dia a dia."

6 Escolha de Recursos Multimídia:

- Selecionar recursos multimídia adequados, como vídeos, animações, simulações e quizzes.

7. Desenvolvimento do OED:

- Utilizar ferramentas como editores de texto, imagens e vídeos para criar o OED.

8 Disponibilização e Acesso:

- Escolher a plataforma de distribuição e disponibilizar o OED.

9 Orientações aos Alunos:

- Forneça instruções claras sobre como usar o OED.
- Demonstre funcionalidades-chave para garantir compreensão.

10 Atividade Interativa:

- Promova a participação ativa dos alunos durante a utilização do OED.
- Incentive perguntas e discussões.

11 Avaliação Formativa:

- Incorporar elementos interativos e avaliações para engajar os alunos.
- Realize avaliações durante a atividade para medir a compreensão dos alunos.
- Adapte a instrução conforme necessário.
- Realizar testes pilotos e revisões para garantir a qualidade do OED.

12 Discussão Pós-Atividade:

- Facilite uma discussão sobre as experiências dos alunos com o OED.
- Conecte os conceitos aprendidos à aplicação prática.

13 Análise do Resultado:

- Promova uma espécie de questionário sobre o conteúdo para que os alunos possam demonstrar seus conhecimentos adquiridos.
- Faça um balanço do resultado obtido para saber se o OED causou um impacto significativo no aprendizado do aluno.

Seguindo esses passos o professor terá uma certa facilidade em preparar e aplicar seu OED. Lembre-se de levar em consideração a estrutura da escola, o nível de conhecimento dos alunos, e, até mesmo, possíveis erros que possam acontecer.

A seguir, disponibilizamos os links do material produzido e de recursos importantes para que o professor possa elaborar seus próprios OEDs. Videoaula de Força Magnética:

<https://youtu.be/wNjRBCbUE2w?feature=shared> ,

- Software *Modellus*: https://drive.google.com/file/d/1YHFxwnba603ZT9Yzv2b-1_EICxLD69ni/view?usp=drive_link
- Arquivo do *GeoGebra* com a simulação utilizada no trabalho: https://drive.google.com/file/d/1caNYHK2ffkElMu-QCq1f9pEVehcXHP4G/view?usp=drive_link

3 METODOLOGIA SUGERIDA PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO

Para a aplicação do produto (videoaula) sugerimos o uso da metodologia POE (Previsão, Observação e Explicação). A seguir listamos alguns benefícios mais importantes dessa metodologia.

1 Personalização do Aprendizado: A metodologia de predizer permite a adaptação do ensino às necessidades individuais dos alunos, criando experiências de aprendizado personalizadas.

2 Melhor compreensão: A observação atenta dos alunos facilita a identificação de suas dificuldades e pontos fortes, contribuindo para uma compreensão mais profunda de seu progresso acadêmico e desenvolvimento pessoal.

3 Engajamento Ativo: Ao explicar conceitos de maneira clara e contextualizada, os alunos são incentivados a participar ativamente do processo de aprendizado, promovendo maior engajamento e retenção do conhecimento.

4 Feedback Contínuo: A metodologia promove uma abordagem contínua de feedback, permitindo ajustes imediatos no ensino para maximizar o entendimento dos alunos.

5 Desenvolvimentos de Habilidades Críticas: O ciclo de predizer, observar e explicar cultiva habilidades críticas, como pensamento analítico, resolução de problemas e comunicação eficaz.

6 Transparência Educacional: Favorece a transparência na educação, possibilitando que alunos, pais e educadores acompanhem o progresso individual e compreendam os métodos de ensino.

7 Melhoria na Performance Acadêmica: A abordagem reflexiva da metodologia contribui para uma melhoria geral na performance acadêmica, preparando os alunos para desafios futuros.

3.1 A APLICAÇÃO DO PRODUTO UTILIZANDO A METODOLOGIA POE

Para a aplicação do produto utilizando a metodologia POE, sugerimos que o professor siga esses passos:

- 1 **Predizer:** Introdução do conceito de Força Magnética com uma aula expositiva. Logo em seguida, os alunos devem ser expostos à videoaula, com a animação e simulação

explicadas pelo professor. A partir das perguntas sugeridas no Apêndice A, solicite que os alunos façam previsões sobre o que aconteceria em situações específicas da força magnética. Eles podem escrever suas previsões individualmente ou discutir em grupos pequenos.

- 2 **Observar:** Na sequência, os alunos devem observar as simulações do fenômeno interagindo com o arquivo *GeoGebra* disponibilizado com a simulação computacional mostrada na videoaula. Os alunos devem ser orientados a observarem atentamente o que acontece durante a simulação, fazerem seus registros, suas observações e anotarem os dados que considerarem relevantes.

- 3 **Explicar:** Após a observação, os alunos devem ser solicitados a explicarem os resultados obtidos com base em suas previsões e observações. Eles devem ser incentivados a utilizarem seus conhecimentos prévios e conceitos aprendidos em aula e na simulação computacional para explicar por que ocorreu o resultado observado. Ao final, promova uma discussão em sala de aula, para que os alunos possam compartilhar suas explicações e debater sobre os diferentes pontos de vista.

Para a avaliação da aprendizagem, sugerimos que o professor utilize o questionário disponibilizado no apêndice A ao final. O professor deve avaliar se o aluno elabora corretamente a direção e sentido do vetor força magnética que atua sobre uma partícula de carga q imersa em um campo magnético transversal.

4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A videoaula disponibilizada neste produto representa uma oportunidade diferenciada de aprendizagem, em que o aluno pode ouvir o discurso do professor, ler o material textual disponibilizado, visualizar as animações e interagir com as simulações, de modo a construir, de forma mais sólida, o seu próprio aprendizado.

Os OEDs podem potencializar o ensino de física, por meio do uso de plataformas interativas e simulações, que proporcionam vantagens significativas para uma flexibilidade do aprendizado escolar.

A ferramenta educacional digital, na forma de uma videoaula, composta segundo os elementos apresentados acima, é adaptativa na medida em que os objetos digitais permitem alterações, resultando na adaptação às necessidades pedagógicas do professor. Isso proporciona um ambiente educacional sempre atualizado e adaptado às demandas educacionais.

Também é possível ajustar o ritmo e estilo de aprendizado, facilitando a personalização do ensino e a atenção às necessidades específicas de cada estudante. Além disso, a interatividade presente nos OEDs promove um ambiente educacional mais participativo e estimula o desenvolvimento de habilidades cognitivas, colaborativas e criativas.

Por fim, entendemos que a facilidade de acesso a esses recursos digitais contribui para a democratização da educação, permitindo que alunos de diferentes locais e contextos tenham igualdade de oportunidades. Proporcionam também uma diversificação de métodos pedagógicos, tornando o aprendizado mais dinâmico e adaptável às necessidades individuais dos estudantes.

LINKS DOS RECURSOS

- Acesso ao software Geogebra: <https://www.geogebra.org/download>
- Acesso ao software Modellus:
<https://sites.google.com/ifsudestemg.edu.br/andresimao/ensino/tic-no-ensino-de-fisica>
- Acesso ao software OBS:
<https://drive.google.com/file/d/1tqWEcWDUcZZEoMQ1tnZDE11WLE2a0pdQ/view?usp=sharing>

APÊNDICE A: SUGESTÃO DE QUESTIONÁRIO PARA SER APLICADO AOS ALUNOS



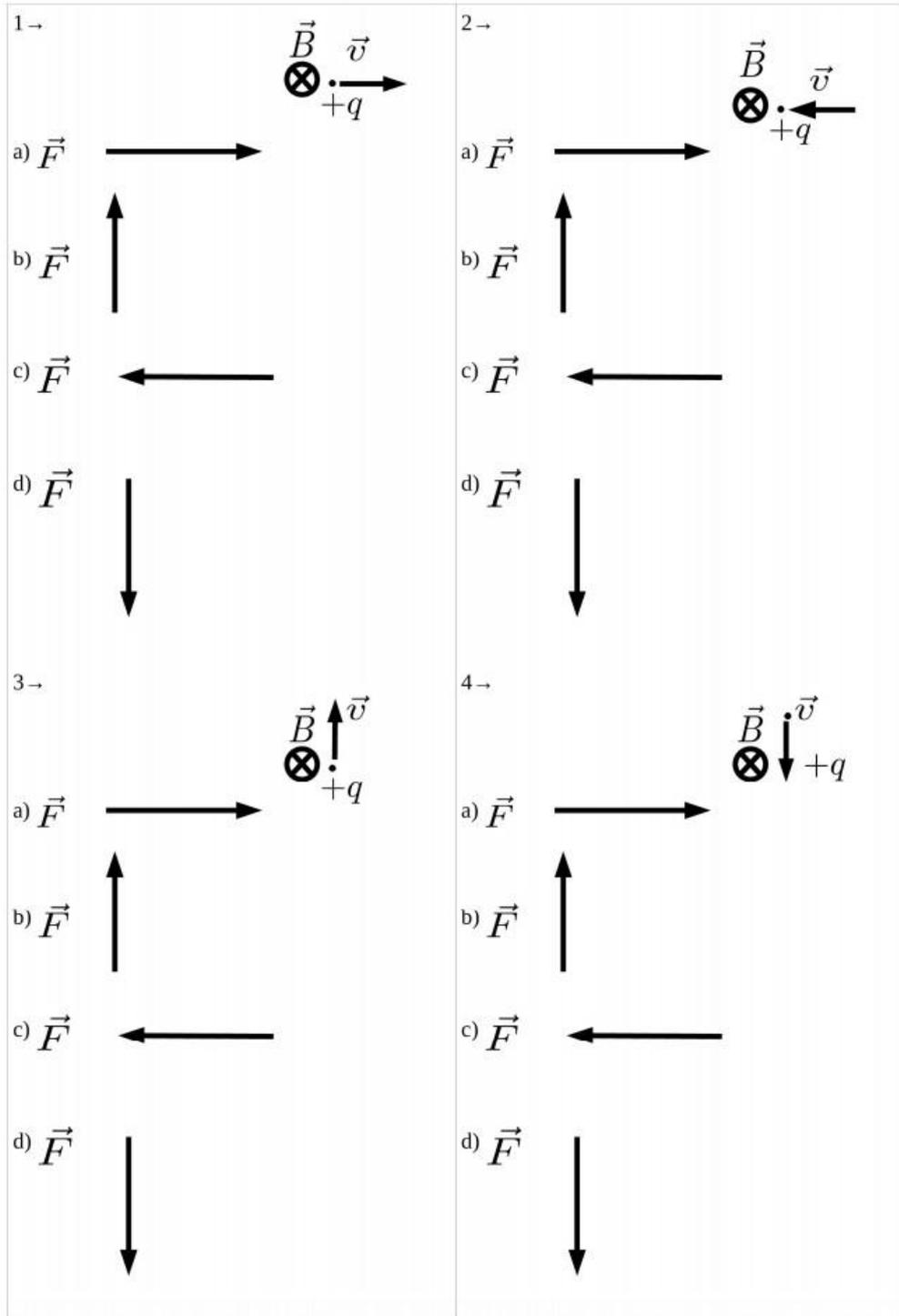
QUESTIONÁRIO

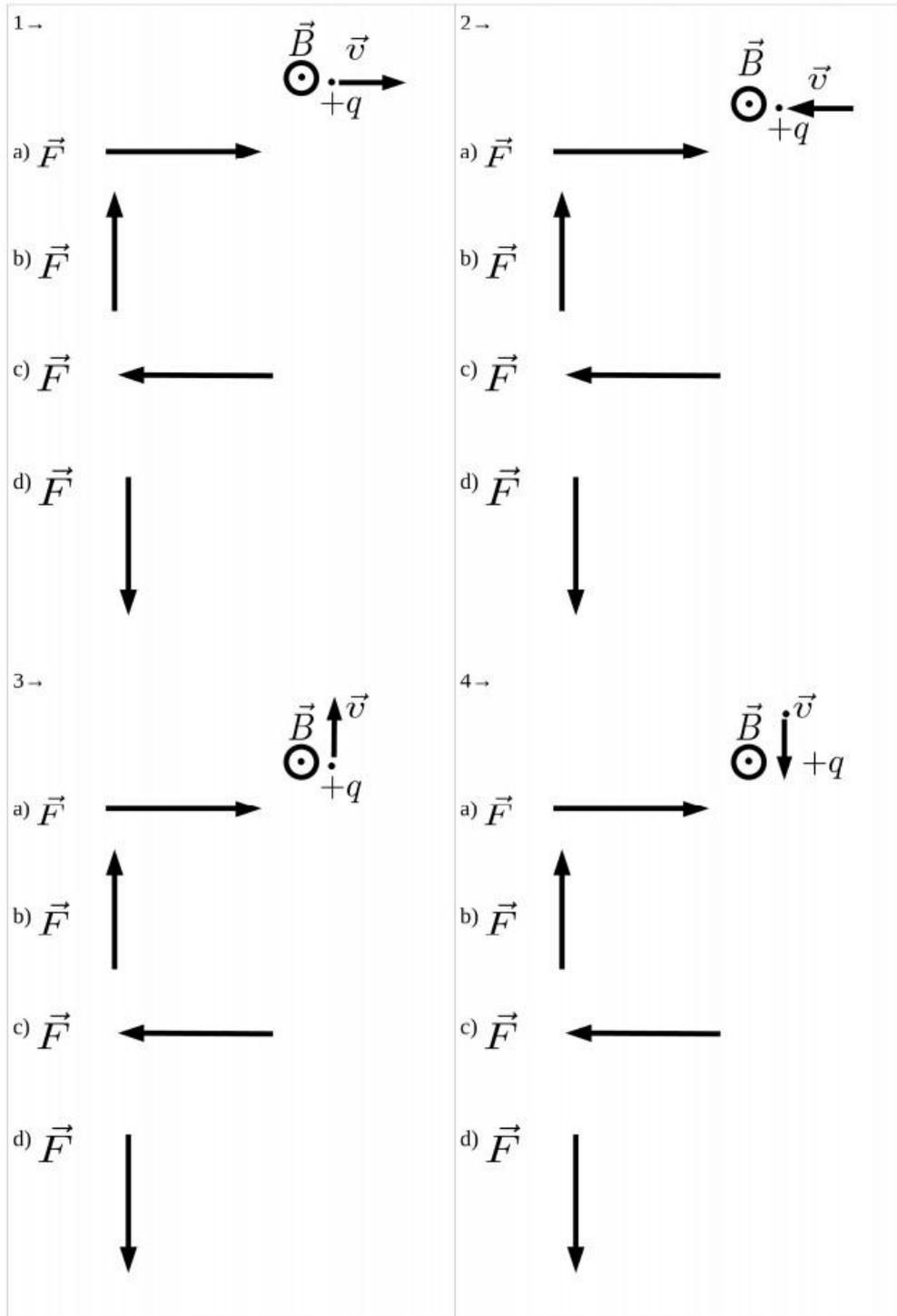
Aluno: _____ Turma: _____
Data: ____ / ____ /2023 Profª: Maria Verônica Rocha Gonze

De acordo com nossas aulas até aqui, responda o que se pede abaixo:

Na construção do conhecimento relativo ao domínio atômico e subatômico muitas partículas foram descobertas com a análise de suas trajetórias em câmaras com campos magnéticos aplicados. A partícula desconhecida era colocada para entrar um local onde um campo magnético era aplicado e transverso ao vetor velocidade.

Faça uma análise dos respectivos campos magnéticos, carga e velocidade da carga elétrica e marque a opção que representa corretamente o sentido da força magnética atuante sobre a carga em movimento.





APÊNDICE B - ROTEIRO PARA USAR O *INSTAGIFFER*

Aqui apresentamos um pequeno roteiro para elaboração de GIFs, com o programa *INSTAGIFFER*.

1. Baixe e instale o *Instagiffer*:

- Acesse o site oficial do *Instagiffer* e faça o download do programa.
- Siga as instruções de instalação e conclua a instalação do *Instagiffer* em seu computador.

2. Abra o *Instagiffer*:

- Após a instalação, abra o programa *Instagiffer*.

3. Importe o vídeo ou imagens

- Selecione a opção "Import" (Importar) na interface do *Instagiffer*.
- Escolha o vídeo ou as imagens que deseja converter em um GIF.

4. Edite o vídeo ou a imagem (opcional):

- Use as ferramentas de edição do *Instagiffer* para cortar, redimensionar, adicionar filtros, texto ou efeitos ao seu GIF.
- Experimente diferentes configurações para obter o resultado desejado.

5. Configure as configurações do GIF:

- Selecione a guia "Settings" (Configurações) para ajustar as configurações do GIF.
- Defina a taxa de quadros por segundo (FPS), a resolução, a qualidade e outras configurações de acordo com suas preferências.

6. Visualize o GIF:

- Antes de exportar, visualize seu GIF para garantir que esteja conforme o esperado.
- Faça ajustes adicionais, se necessário.

7. Exporte o GIF:

- Depois de editar e ajustar seu GIF conforme desejado, selecione a opção "Export" (Exportar) ou "Save" (Salvar) para exportar o GIF.
- Escolha o local onde deseja salvar o GIF e clique em "Save" (Salvar) para concluir o processo de exportação.

8. Compartilhe seu GIF:

- Agora que seu GIF está pronto, você pode compartilhá-lo em redes sociais, enviar por e-mail ou usá-lo conforme desejar.

Dicas adicionais:

- Experimente diferentes vídeos ou imagens para criar GIFs únicos e interessantes.
- Não hesite em explorar todas as funcionalidades do *Instagiffer* para obter os melhores resultados.
- **Mantenha seus GIFs curtos e com tamanho de arquivo razoável para facilitar o compartilhamento online.**

APÊNDICE C - ROTEIRO SIMPLES PARA ELABORAÇÃO DA VIDEOAULA, COM O PROGRAMA *OBS*

Apresenta-se a seguir um roteiro simples para elaboração da videoaula com o programa *OBS*. A primeira etapa é:

1. Planejamento:

- **Objetivo da aula:** O objetivo da videoaula é explicar de forma clara e didática o conceito de força magnética, suas aplicações e como calcular sua intensidade em situações simples através de programas gratuitos.
- **Público-alvo:** Estudantes do terceiro ano do ensino médio
- **Conteúdo:** Divida a aula em seções para abordar os seguintes tópicos: introdução ao magnetismo, definição de força magnética, leis do magnetismo, cálculo da força magnética e aplicações práticas.
- **Tempo:** Estime o tempo necessário para cada seção, garantindo que a duração total da videoaula seja razoável e que os alunos possam acompanhar sem se sentir sobrecarregados. (20min)

2. Preparação do ambiente:

- **Configuração do *OBS*:** Certifique-se de ter o *OBS* instalado e configurado corretamente no seu computador. Isso inclui configurar as fontes de áudio e vídeo, bem como as configurações de saída.
- **Preparação do espaço:** Escolha um local tranquilo e bem iluminado para gravar a sua videoaula. Certifique-se de que o ambiente esteja arrumado e que não haja distrações visuais ou sonoras.
- **Equipamentos:** Verifique se você possui um microfone de boa qualidade e uma *webcam*, se necessário. Teste-os para garantir que estejam funcionando corretamente antes de gravar.

3. Gravação da Videoaula:

- Abertura: Comece a aula com uma introdução ao tema, explicando o que será abordado e qual é o objetivo da videoaula.
- Explicação dos tópicos: Apresente de forma clara e didática os conceitos básicos de magnetismo e força magnética, utilizando exemplos simples para facilitar a compreensão.
- Demonstração prática: Simulações e animações através dos programas. Neste produto foram utilizados o *Modellus* e *GeoGebra*.
- Encerramento: Faça um resumo dos principais pontos abordados na aula e forneça informações sobre como os alunos podem continuar aprendendo sobre o assunto.

4. Edição e Pós-Produção (opcional):

- Revisão: Assista à gravação completa da vídeoaula para identificar quaisquer erros ou partes que precisem ser editadas.
- Edição: Se necessário, corte partes desnecessárias ou faça ajustes na qualidade do vídeo e do áudio usando um software de edição de vídeo.
- Adição de Recursos Extras: Adicione elementos gráficos, como textos explicativos ou sobreposições, para tornar a videoaula mais visualmente atraente e informativa.

5. Publicação e distribuição:

- Formato de saída: Exporte a videoaula no formato de vídeo adequado para a plataforma em que você pretende publicá-la (por exemplo, MP4 para *YouTube*).
- Descrição e *tags*: Escreva uma descrição detalhada da videoaula, incluindo informações sobre o conteúdo abordado e palavras-chave relevantes.
- Publicação: Faça o *upload* da videoaula para a plataforma escolhida e compartilhe o link com seus alunos através das redes sociais, e-mails ou outros canais de comunicação.

6. Avaliação e *Feedback*:

- Avalie o desempenho: avalie o alcance da videoaula, observando o número de visualizações, comentários e *feedback* dos alunos.
- *Feedback*: Solicite *feedback* dos alunos para identificar áreas de melhoria e temas para futuras videoaulas. Esteja aberto a críticas construtivas e use-as para aprimorar suas habilidades de ensino.

7. Iteração e melhoria contínua:

- Iteração: Com base no *feedback* recebido e na análise do desempenho da videoaula, faça ajustes e melhorias para as próximas videoaulas.