



UFC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

LICENCIATURA EM FÍSICA

EPAMINONDAS DOS SANTOS ARAÚJO

**O USO DO GEOGEBRA COMO TECNOLOGIA EDUCACIONAL NO ENSINO DO
COMPORTAMENTO ÓPTICO DO OLHO HUMANO: UMA ABORDAGEM
BASEADA NA METODOLOGIA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

FORTALEZA

2025

EPAMINONDAS DOS SANTOS ARAÚJO

O USO DO GEOGEBRA COMO TECNOLOGIA EDUCACIONAL NO ENSINO DO
COMPORTAMENTO ÓPTICO DO OLHO HUMANO: UMA ABORDAGEM BASEADA
NA METODOLOGIA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Física, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título
de Licenciado em Física.

Orientador: Professor Dr. Afrânio de Araújo
Coelho.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A688u Araújo, Epaminondas dos Santos.
O uso do geogebra como tecnologia educacional no ensino do comportamento óptico do olho humano :
uma abordagem baseada na metodologia dos três momentos pedagógicos / Epaminondas dos Santos
Araújo. – 2025.
51 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Física, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho.
1. Tecnologias digitais. 2. GeoGebra. 3. Três Momentos Pedagógicos. 4. Ensino de óptica. I. Título.
CDD 530
-

EPAMINONDAS DOS SANTOS ARAÚJO

O USO DO GEOGEBRA COMO TECNOLOGIA EDUCACIONAL NO ENSINO DO
COMPORTAMENTO ÓPTICO DO OLHO HUMANO: UMA ABORDAGEM BASEADA
NA METODOLOGIA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Física, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título
de Licenciado em Física.

Aprovada em: 21/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Giselle dos Santos Castro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, amigos e ao professor Afrânio pela sua paciência ao longo de todo este projeto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. Aos meus pais e familiares, meu alicerce inabalável, que me incentivaram em todos os momentos, inclusive financeiramente, para que eu pudesse alcançar este objetivo. A meus amigos Marciana, Lucas e Kelvin, pelo encorajamento constante nos momentos de incerteza e pelos memes compartilhados. Aos monitores da Escola André Luís, perdoem-me por não citá-los individualmente; foram companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida, com certeza. Meu agradecimento especial a Fco Garcia e Ana Paula, por sempre me apoiarem com carinho e pelo exemplo de profissionais qualificados. Ao Daniel Tabosa e à Diretora Déborah, que confiaram e contribuíram para a aplicação deste trabalho em sua escola; a confiança e apoio de vocês foram fundamentais para que essa pesquisa se concretizasse. A todas as pessoas que, de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada, mesmo sem citar todos individualmente, cada gesto, palavra e incentivo foi essencial para a realização deste trabalho; saibam que cada um de vocês tem um espaço importante na minha história; deixo o meu muito obrigado! Expresso minha profunda gratidão à Universidade Federal do Ceará, ao Departamento de Física, instituição que me acolheu, desafiou e me transformou, não apenas em um profissional qualificado, mas em uma pessoa melhor e mais completa. Especialmente, ao meu professor e orientador Afrânio Coelho; é com muita admiração e carinho que lhe agradeço; sem sua expertise, paciência e dedicação, este trabalho não seria possível. Obrigado por toda a empatia e por acreditar no meu potencial.

“A educação não é preparação para a vida; A educação é a própria vida.” (DEWEY, 1887).

RESUMO

Este estudo explora a integração de tecnologias digitais na educação, enfatizando seu potencial para enriquecer o ambiente de aprendizagem, ao mesmo tempo em que reconhece os desafios de educadores e alunos no acesso à tecnologia em escolas públicas, ressaltando a condição anacrônica que se encontram as instituições de ensino em relação ao fenômeno social das tecnologias digitais. Ele apresenta uma sequência didática para o ensino de óptica, notadamente sobre o assunto de lentes e defeitos da visão. A abordagem pedagógica utilizada foi os Três Momentos Pedagógicos (3MP), por meio de uma simulação computacional do software GeoGebra. Propõe-se uma abordagem teórica de física em uma maneira interativa, dialógica e dinâmica ao conectar o conhecimento prévio e vivências dos alunos a conceitos científicos numa perspectiva construtivista. A pesquisa, conduzida como um estudo de caso com 23 alunos do Ensino Médio de uma escola na zona rural de Pacajus, Ceará, adota uma metodologia qualitativa para refletir sobre as percepções e o desempenho dos alunos na abordagem proposta. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram a observação e um questionário semiestruturado. A apreciação do comportamento e atitudes dos estudantes durante as aulas demonstrou, como apontado na literatura, que as experiências visuais interativas fomentam a curiosidade e engajamento nas aulas e facilitam o processo ensino-aprendizagem ao atenuar a abstração tipicamente associada à física. As descobertas reforçam a importância da metodologia do professor na integração efetiva da tecnologia, necessárias a esta sociedade que exige habilidades e competências fundamentadas na imaginação, criatividade e criticidade das informações. Embora a tecnologia enriqueça o processo de ensino-aprendizagem, é, em última análise, o papel do educador que determina seu sucesso.

Palavras-chave: Tecnologias digitais. GeoGebra. Três Momentos Pedagógicos. Ensino de óptica.

ABSTRACT

This study explores the integration of digital technologies in education, emphasizing their potential to enrich the learning environment while acknowledging the challenges educators and students face in accessing technology in public schools, highlighting the outdated condition of educational institutions in relation to the social phenomenon of digital technologies. It presents a didactic sequence for teaching optics, focusing on the topic: Lenses and Vision Defects, using the Three Pedagogical Moments (3MP) methodology, supported by a computer simulation from the GeoGebra software. A theoretical physics approach is proposed in an interactive, dialogic, and dynamic manner by connecting students' prior knowledge and experiences to scientific concepts from a constructivist perspective. The research, conducted as a case study with 23 high school students from a rural school in Pacajus, Ceará, adopts a qualitative methodology to reflect students' perceptions and performance with the proposed approach. The data collection instruments used were observation and a semi-structured questionnaire. The assessment of student behavior and attitudes during the lessons demonstrated, as pointed out in the literature, that interactive visual experiences foster curiosity and engagement in class while facilitating the teaching-learning process by reducing the abstraction typically associated with physics. The findings reinforce the importance of the teacher's methodology in the effective integration of technology, which is essential in a society that demands skills and competencies characterized by imagination, creativity, and critical thinking. Although technology enriches the teaching-learning process, it is ultimately the educator's role that determines its success.

Keywords: digital technologies; GeoGebra; Three Pedagogical Moments. Optics teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reprodução da interface inicial do simulador.....	32
Figura 2 - Reprodução da interface do simulador em execução de aula.....	33
Figura 3 - Reprodução da interface do simulador em aplicação de exemplos.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
3MP	Três Momentos Pedagógicos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BYOD	Bring Your Own Device (Traga Seu Próprio Dispositivo)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNTE	Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação
EEMTI	Escola de Ensino Médio em Tempo Integral
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IA	Inteligência Artificial
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MEC	Ministério da Educação
NTIC	Novas Tecnologias da Informação e Comunicação
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ProInfo	Programa Nacional de Tecnologia Educacional
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	TECNOLOGIAS DIGITAIS: CONCEPÇÕES, AVANÇOS E DESAFIOS PARA A INTEGRAÇÃO CONSCIENTE NA EDUCAÇÃO	18
2.1	Nomenclaturas e conceituações em tecnologias digitais e educação	18
2.2	A escola como espaço de síntese na era digital	19
2.3	Os obstáculos para implementação de tecnologias educacionais no Brasil	21
3	NOVA E VELHA TECNOLOGIAS: A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E A MEDIAÇÃO DIALÓGICA COMO INOVADORAS NO ENSINO	24
3.1	Os três momentos pedagógicos	26
3.2	O GeoGebra	28
4	METODOLOGIA	30
4.1	Simulação e Sequência Didática	31
4.2	Coleta de Dados e Validação	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
6	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA	48
	APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	51

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, testemunhamos várias revoluções pelas quais a humanidade tem integrado. A mais recente é a revolução da tecnologia da informação e comunicação. Ao contrário das suas precursoras, possui ciclos de avanço cada vez mais curtos e drásticos e vasta diversidade, de forma que sua capilaridade favoreceu um consumo a ponto de tornar-se o recurso utilizado mais importante em relação aos recursos clássicos (como na área de comunicação: a televisão, rádio e telefonia fixa; e na educação: livros didáticos, quadro-negro, giz, pincel e cartolinas). Essa revolução causou uma ruptura entre gerações e motivou a criação de diferentes rótulos para os usuários destas tecnologias: “*nativos digitais versus imigrantes digitais, residentes versus visitantes, Geração X, Y e Z*” (ALVES, 2020, p. 11).

Segundo Coll e Monereo (2010, p. 17),

Entre todas as tecnologias criadas pelos seres humanos, aquelas relacionadas com a capacidade de representar e transmitir informação, revestem-se de uma especial importância, porque afetam praticamente todos os âmbitos de atividades das pessoas, desde as formas e práticas de organização social ao modo de compreender o mundo, de organizar essa compreensão e de transmiti-la para outras pessoas.

Hoje em dia, a informação sobre o mundo ao nosso redor raramente chega na forma de palavras impressas em papel. Navegamos nossas vidas usando uma linguagem audiovisual complexa; expressamos conceitos e ideias, em vários níveis, sobre o mundo, não mais através de um único meio, mas cada vez mais como elementos de um mosaico multimídia. Os meios de comunicação não são apenas uma parte da nossa cultura, já são a cultura, como a *cibercultura* (Lévy, 1999) e a *cultura digital* (Santaella, 2003).

Este âmbito midiático também fornece recursos abundantes para percepções dispersas do mundo real. Mediar pedagogicamente nesse contexto pode ser de grande complexidade para o professor. As possibilidades de comunicação, interação e participação dos sujeitos na construção de ideias só aprofundam os desafios e reflexões sobre os modos como a escola, particularmente os docentes, utilizam tais tecnologias como ferramentas. Isso implica em superar um abismo existente entre o mundo exterior e o que se vê na escola (Mendes; Lins; Leão, 2013; Silva; Silva, 2019).

É inevitável que a escola esteja envolta pelas tendências dessa sociedade tecnológica. Silva e Silva (2019, p. 56) são incisivos nesse aspecto: “Diante dessa metamorfose social propiciada pelo avanço tecnológico, a escola não pode ter uma postura de indiferença, mantendo métodos e recursos arcaicos”. Consideramos, então, que diante da gama de possibilidades pedagógicas que as ferramentas digitais poderiam proporcionar, seria

um desserviço não promover a inserção desses novos recursos na escola. Tecnologias digitais, em suas várias representações (internet, televisão, vídeos, imagens, gráficos, jogos, entre outras), quando introduzidas no ensino formal como suporte para a aprendizagem, favorecem a vida estudantil e cativa o educando durante seu aprendizado (Almeida; Carvalho; Guimarães, 2016).

De um modo mais abrangente, o próprio livro didático é uma mídia, pois comunica e informa (Ruppental; Santos; Prati, 2011), precedido pelos quadro-negro e giz que, por muito tempo, foram a tecnologia mais usada para “transmitir” o conhecimento a seus estudantes (Alves, 2020). No entanto, atualmente quando a terminologia “Tecnologia na Educação” é utilizada, quase nunca se associa a esses recursos clássicos. Usualmente, essa expressão centraliza-se nos computadores, internet e nas novas tecnologias da informação, a exemplo de aplicativos de realidade virtual e gamificação, ambientes virtuais de aprendizagem e aplicativos de gestão escolar em *smartphones* e *tablets*. Almeida, Carvalho e Guimarães (2016, p. 4) afirmam que “a tecnologia não deve ser compreendida como substituta do quadro-negro, livro didático e giz, mas como aliada da prática docente, contribuindo significativamente para um aprendizado dinâmico e prazeroso”.

Marfim e Pesce (2020, p. 2), ao analisar este fenômeno social das tecnologias digitais, especificam algumas percepções evidentes da atualidade:

O surgimento da criança e do adolescente que têm os dispositivos digitais e multimidiáticos permeando seu universo de socialização e formação; as novas formas emergentes de ensino e aprendizagem envoltas a essa cultura; as requisições, cada vez mais intensas, de novas qualificações relacionadas às mudanças no sistema produtivo e imbricadas às TDIC¹ [...], e a efetivação, nos ambientes de aprendizagens, da integração das próprias TDIC.

Os autores Santos, Lima e Silva (2020), Silva e Silva (2019), Melo e Lucena (2021) e Rodrigues, Tavares e Cardoso (2021) corroboram em afirmar a necessidade da escola, enquanto parte da sociedade, acompanhar as novas formas de ensinar e aprender mediante interação e dinamismo, propiciado pelas novas tecnologias digitais, pois não se concebe o modelo tradicional “engessado”.

Todavia, a integração das tecnologias nas aulas deve estar inserida dentro de um plano de ensino com objetivos de aprendizagem claros. Não é novidade o uso de recursos como retroprojetor ou televisão no apoio pedagógico nas aulas. Segundo Alves (2020), logo após a evolução dos meios de comunicação em massa, como a televisão e o rádio na década de 1960, a discussão sobre o uso das tecnologias tornou-se agenda dos elaboradores de

¹ Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

currículo. Com efeito, nessa época mimeógrafos, retroprojetores, televisores, projetores de filmes e *slides*, e outros artefatos tecnológicos já estavam sendo usados nas escolas. Ainda, segundo esse autor, estes equipamentos foram difundidos para auxiliar o professor seguindo a mesma lógica em que foram concebidos os quadros-negros – para a reprodução/transmissão do conteúdo de maneira tradicional, permanecendo assim, nas palavras de Freire (2013), a concepção “bancária” de educação. Melo e Lucena (2021, p. 289) são enfáticos ao dizer que: “No Brasil, o sistema educacional não conseguiu ainda desenvolver de maneira ampla um método para que os docentes possam fazer uso desse imenso universo da tecnologia”.

Constatamos no Brasil, em geral, a necessidade urgente da implementação de tecnologias digitais nas salas de aula (Melo; Omena; Soares, 2020), pois estas estão na contramão da sociedade (Dantas *et al.*, 2020). A escola precisa entender que, para cumprir sua função social intrínseca, “a mesma tem que estar atenta e aberta para incorporar novos parâmetros comportamentais, hábitos e demandas” (Rodrigues; Mirandola, 2022, p. 214). Sem isso, ela subtrai-se dos processos de transformação e construção da sociedade. Há aqui um conflito que não é apenas de gerações; é primordialmente de linguagem. E tende-se a prolongar o enorme descompasso entre a escola, ainda marcada por um classicismo do século XIX, e a presença incontestável desses “modos de ser” tipicamente contemporâneos, como assegura Sibilgia (2012, p. 12): “Tornou-se muito difícil evitar tamanha desarticulação com um olhar para o outro lado”.

No estudo realizado com professores que atuam no Ensino Fundamental, Melo e Lucena (2021, p. 290) observaram que “[...] o uso de computadores, datashow e TV no ambiente escolar vêm ocorrendo de forma lenta e sem a definição correta do seu objetivo” e, ainda, a maioria dos professores não se sente totalmente preparada para mediar o processo de ensino-aprendizagem utilizando recursos tecnológicos.

Em contrapartida, dada a atual facilidade na aquisição de eletrônicos, na escola tem-se encontrado comumente problemas em relação ao uso do telefone celular em sala. Com efeito, os alunos não se valem dele como fonte de pesquisa, mas para acesso a redes sociais ou outras distrações. Libâneo (2007) já alertava à necessidade dos professores modificarem suas atitudes diante das mídias, sob o risco de serem engolidos por elas. Contudo, a problemática fundamental está no fato de que as redes sociais e suas correlatas tornam-se mais interessantes que a sala de aula (Oliveira, 2021). Ainda, segundo Oliveira (2021, p. 136), “o mundo externo extremamente interessante e intrigante e o mundo interno obsoleto, triste”, reforça a afirmação de Veen e Vrakking (2009) que as salas de aula feitas com giz e voz não são

interessantes para o *homo zappiens*², Willingham (2011), ao levantar a questão do por quê os alunos se lembram de tudo aquilo que assistem na televisão e se esquecem de tudo aquilo que o professor diz, traz a seguinte resposta:

Aquilo sobre o que você pensar é aquilo de que irá lembrar. A memória é o resíduo do pensamento. [...] Seu cérebro funciona assim: se você não pensa muito sobre alguma coisa, provavelmente não irá querer pensar sobre ela novamente; assim, não será armazenada. (Willingham, 2011, p. 64).

Justamente, o uso adequado das novas tecnologias possibilita criar práticas metodológicas como meio de tornar o ensino atrativo e dinâmico, ao garantir uma maior eficiência no processo de ensino e aprendizagem, ao direcionar a formação do educando congruente à sua vivência (Santos; Lima; Silva, 2020; Oliveira, 2021).

Várias políticas públicas foram lançadas ao longo dos anos, visando a inclusão digital e com fins pedagógicos. Para citar algumas, como o Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo), implementado pelo MEC em 1997, e o Programa de Inovação Educação Conectada, introduzido em 2017. O uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) se difundiu no planejamento, gestão e efetivação do trabalho docente. Devido à recente crise sanitária mundial, aceleraram-se os processos de digitalização de serviços e das instituições públicas, além de programas de subsídios e aquisição de *tablets* para todos os estudantes. Entretanto, a disponibilidade de recursos tecnológicos nas escolas de Ensino Médio é maior do que nas de Ensino Fundamental. Dados do Censo da Educação Básica 2020 obtidos pelo INEP informam que 80,4% das escolas de Ensino Médio da rede estadual têm Internet de banda larga. Nessa rede, o percentual de computadores de mesa (*desktops*) para alunos é de 79,3%. Porém, esse percentual é de apenas 36,3% para computadores portáteis (*laptops*) (Brasil, 2021).

Apesar dos esforços estatais em promover a informática educativa, ainda existe muita dificuldade para a integração das TDIC no ensino, quais sejam: falta de meios técnicos, recursos humanos, infraestrutura, motivação dos professores, programas e recursos digitais apropriados, bem como de atitude da gestão das escolas face aos próprios projetos pedagógicos da escola, que não preveem a inserção dessa ferramenta (Mendes; Lins; Leão, 2013; Almeida; Carvalho; Guimarães, 2016; Santos; Lima; Silva, 2020; Melo; Omena; Soares, 2020; Melo; Lucena, 2021).

² Nome escolhido por Wim Veen e Ben Vrakking para a geração de crianças nascidas depois de 1990, que não conheceram o mundo sem a Internet e a tecnologia. Em alusão ao comportamento típico de *zapear*: ato de mudar rápida e consecutivamente os canais da televisão, pulando de um para outro, com o controle remoto; também aplicado a mídias sociais, caracterizado pelo alto fluxo e consumo de informação; fazer *zapping*.

Prosseguir em um ensino baseado na metodologia tradicional onde, como atesta Rodrigues, Tavares e Cardoso (2021, p. 67), “o aproveitamento e desenvolvimento dos estudantes, na área de ciências da natureza, continua insatisfatório”, ante o desafio de lidar de forma construtiva com a crescente diversidade e heterogeneidade dos alunos, não se faz mais condizente com os perfis cognitivos atuais: “são aulas que contrastam muito com o seu modo de ser” (Veen; Vrakking, 2009, p. 47). Acarreta ainda que a tarefa de letrar cientificamente, como apontado pela BNCC (Brasil, 2018), “torne-se triplamente (cultura-estrutura-epistemologia) desafiadora” (Rodrigues; Tavares; Cardoso, 2021, p. 67).

Acreditar, entretanto, que o uso de novas tecnologias implicam práticas pedagógicas, confiando à tecnologia a renovação da educação, seria uma visão extremamente tecnicista do processo educativo. Moran, Masetto e Behrens (2000, p. 139) são categóricos ao dizer que “não é a tecnologia que vai resolver ou solucionar o problema educacional do Brasil”. Para Dillon (1996), acreditar que estes meios, por si sós, teriam tal capacidade, é fazer parte de uma nova tecnocracia, apenas com avanços teóricos em relação à velha tecnocracia das máquinas de ensinar de Skinner. Usar as novas tecnologias somente como ferramentas para ensinar (Alves, 2020), tende a ser inócuo na educação, pois é possível usar a tecnologia para perpetuar as mesmas práticas tradicionais em sala de aula (Rodrigues; Tarouco; Klering, 2018; Silva; Prates; Ribeiro, 2016). O que vemos, na maioria, são casos onde apenas se veste o velho com roupa nova; como seria se livros didáticos fossem simplesmente lidos em *tablets* em vez de no papel; onde exposições de slides e cursos a distância disponíveis na internet não agregam nada de novo, à revelia das concepções do socioconstrutivismo ao processo de ensino-aprendizagem.

Nesse momento, onde o mundo passa por mudanças grandes e pequenas na forma como vivemos, nos comportamos e trabalhamos, na economia e na sociedade, é fundamental questionarmos o paradigma tradicional de ensino ainda predominante no contexto educativo. Se os espaços, os costumes, a cultura e as relações mudam, por que essas mudanças nem sempre são refletidas na escola? O ideal é aproveitar este momento para incorporar novos referenciais teóricos à elaboração de materiais didáticos pelos professores com a capacidade de criar recursos de aprendizagem personalizados para os alunos, adaptados à sua prática pedagógica (Morán, 2015; Moran; Masetto; Behrens, 2000).

Partindo dessa ideia, é imprescindível esclarecer que as tecnologias educativas não substituem umas às outras, mas se acrescentam. Assim, é papel do professor decidir qual tecnologia usar e em que contexto. Afinal, podemos destacar que recursos tecnológicos de apoio como projetor digital, *laptop* e televisão, apesar de que possam estar um pouco

ultrapassados tecnologicamente para os alunos (Silva; Prates; Ribeiro, 2016), podem fazer uma grande diferença dentro da sala de aula quando bem aplicados, ao lado de softwares interativos, como simulações, ao permitirem inúmeras formas de mostrar um conteúdo e privilegiar os sentidos, por meio de sons e imagens, reproduzindo um mesmo objeto sob ângulos e perspectivas diferentes, trazendo o imediato, o palpável pelos movimentos e cenários, integrando o dedutivo e o intuitivo, o espaço, o concreto e o abstrato. Assim, percebemos que a essência educativa destes meios depende não necessariamente de suas especificações técnicas, mas da exploração didática que realiza o docente. Neste sentido, Morán (2015, p. 17) sugere:

Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa.

Vários autores, em seus estudos, concordam que os alunos respondem de forma positiva à utilização de recursos midiáticos nas suas aulas. Salientam que provocam mais interesse dos alunos pelos conteúdos que são abordados em sala de aula (Almeida; Carvalho; Guimarães, 2016) e que estimula a motivação, rapidez, dinamicidade e atenção às aulas mais do que em aulas tradicionais (Ruppenthal; Santos; Prati, 2011; Mendes; Lins; Leão, 2013). Ainda, quando utilizados de forma interativa, favorecem a articulação do pensamento matemático, sendo considerados como um mediador entre a teoria e a prática (Machado; Ramos, 2019).

Deste modo, podemos dizer que aplicar tecnologias à educação é um paradigma que engloba a criação, descoberta e consciência das instituições e professores sobre um ambiente de aprendizagem rico em recursos, que permite ao educando uma linguagem concreta, plástica e visível. Da mesma maneira que a tecnologia por si só não resolve todos os problemas da educação, é inconcebível um ambiente educacional sem sua presença (Rodrigues; Tarouco; Klering, 2018).

Diante do exposto, é inevitável a necessidade que o docente tem de capacitar-se, aperfeiçoar-se e preparar-se para lidar com esse “novo” que são as tecnologias digitais. Neste sentido, a formação continuada é imprescindível para que não ocorra que “seu *estar no contexto* vá virando *estar como ele*”, como afirma Freire (1996), visto que, ainda segundo Freire: “O mundo não é. O mundo está sendo”. Sempre surgirão novos recursos, novas tecnologias e esperamos que, com elas, novas estratégias pedagógicas surjam em um novo

ambiente de aprendizagem, em que aluno e professor construam juntos o conhecimento e que deva ser significativo para a vida do educando (Silva; Prates; Ribeiro, 2016).

2 TECNOLOGIAS DIGITAIS: CONCEPÇÕES, AVANÇOS E DESAFIOS PARA A INTEGRAÇÃO CONSCIENTE NA EDUCAÇÃO

Buscando estabelecer um vocabulário comum e unificar o entendimento sobre a abordagem apreciada, inicialmente, discute-se a utilização de alguns termos e expressões, cuja clareza interferem diretamente nos resultados educacionais que se pretende obter, tendo como premissa a separação de um reducionismo de visões descontextualizadas e práticas tecnocratas na escola.

Destaca-se, assim, como tarefa da escola superar o uso simplista da tecnologia e assumir uma formação crítico-reflexiva de acesso, produção e divulgação da informação de forma democrática, transformadora e autônoma. Devem ainda ser discutidos os avanços na tecnologia e nas tecnologias educacionais desde a pandemia. Também, as dificuldades enfrentadas pelos docentes na integração de tecnologias digitais na sala de aula.

2.1 Nomenclaturas e conceituações em tecnologias digitais e educação

O termo Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), mais comumente utilizado para se referir aos dispositivos eletrônicos e tecnológicos, também inclui tecnologias mais antigas (exemplos: televisão, o jornal e o mimeógrafo) (Costa; Duqueviz; Pedroza, 2015). No entanto, há pesquisadores, como Almeida e Valente (2012) e Kenski (2007), que utilizam o termo Tecnologias Digitais da Comunicação e da Informação (TDIC) para referirem-se a qualquer equipamento eletrônico que se conecte à internet, ampliando as possibilidades de comunicabilidade de seus usuários. Há ainda outros, como Velloso (2011), que definem como Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC) as tecnologias e métodos para comunicar surgidos na Revolução Informacional, associados à interatividade e à quebra do modelo comunicacional *um-todos*; eles são distintos pela agilização, horizontalidade e por tornar menos palpável o conteúdo da comunicação.

Quando discute-se o tema tecnologias e educação, existem também nomenclaturas que o classificam principalmente quanto ao seu alcance, propósitos e efeitos. Consideramos crucial para a reflexão sobre o uso de TDIC na educação, a distinção entre, pelo menos, dois conceitos: “tecnologia na educação” e “tecnologia educacional”, conforme também o faz a maioria dos autores pesquisados. Particularmente, seguindo a concepção de Mishra, Koehler e Kereluik (2009) e Reis (2009), para os quais a tecnologia educacional vai muito além de equipamentos, ela é entendida como o resultado da convergência da ciência e da técnica. As

tecnologias educacionais existem na interação entre o conhecimento pedagógico, o conhecimento de conteúdo e o conhecimento de tecnologia. Assim, não compreendem apenas artefatos, mas também atividades, práticas e elementos contextuais. Ao passo que tecnologia na educação é apenas um dos elementos integrantes da tecnologia educacional, limitando-se a conter o objeto ao qual se referem as siglas relacionadas anteriormente - TIC, TDIC e NTIC.

A relevância de construir uma descrição pertinente do objeto de estudo se justifica diretamente pela sistemática da sua aplicação no chão da escola. A visão indistinta entre estas terminologias, como observado em alguns autores, conduz, infelizmente, ao reducionismo de concepções, presumindo que a simples existência de TDIC em um processo didático seja o motor gerador de transformações pedagógicas.

2.2 A escola como espaço de síntese na era digital

Uma das imagens mais caricaturescas difundidas da tecnologia na educação representa um computador que substitui o docente, oferecendo automaticamente a informação aos estudantes. Todavia, a integração das TDIC ao currículo detém-se pelas nuances sociais, pedagógicas e políticas extremamente profundas, o que exige dos educadores ir além das formas simplistas de apresentar o assunto.

Consideramos, como Moran, Masetto e Behrens (2000), que com o auxílio das tecnologias, conseguimos expandir a noção de aula pela capacidade de articulação, de superposição e de combinação de linguagens totalmente diferentes – imagens, falas, música, escrita – compondo conexões cognitivas sob critérios menos rígidos e mais intuitivos. Não estamos limitados a uma ou outra maneira de processar a informação; o conhecimento não é fragmentado, mas sim interdependente, conectado e multissensorial. Com efeito, o uso das tecnologias digitais como subsídio didático é aludido por todos os autores citados com grande expectativa, dado a relação de simbiose homem-tecnologia. Nesta intensa interação cibercultural, torna-se estranho o contexto educacional estático do ensino básico, sobretudo em áreas diretamente vinculadas à tecnologia, como é o caso da Física.

A tecnologia na educação está institucionalizada nos sistemas educacionais há muito tempo. É importante registrar que um número significativo de programas nacionais foram lançados com o objetivo de integrar computadores, *tablets*, telefones celulares, projetores digitais e livros digitalizados como recursos tecnológicos efetivamente em práticas pedagógicas, conforme recomendado por organismos internacionais como a Unesco e Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Todavia, mesmo após quatro décadas de tentativas no campo das tecnologias educacionais, a medida sanitária de isolamento social implementada em 2020 evidenciou debilidades elementares no sistema de educação. Encontramo-nos em uma situação desafiadora, buscando soluções para os prejuízos formativos, estruturais e pedagógicos. Como expressam Almeida (2021) e Pesce e Hessel (2021), os docentes se sentiram à deriva diante do imediato desafio para conduzir suas práticas de forma remota e, altruisticamente, empenharam-se em desenvolver conhecimentos no âmbito das tecnologias digitais. Segundo Valente e Almeida (2022, p. 5), “aqueles docentes que já dispunham de recursos digitais e tinham familiaridade com seu uso no ensino foram claramente favorecidos quando o fechamento das escolas aconteceu”.

Do ponto de vista didático, durante a pandemia multiplicaram-se as tecnologias educacionais digitais que foram utilizadas para reconfigurar aulas tradicionais já planejadas: produção de vídeos e *podcasts* para elaborar novos materiais de apoio; criação de canais em redes sociais; e implementação de estratégias ativas em atividades remotas, enfatizando o engajamento das famílias no processo educacional. Assim, reafirmou-se a importância da competência digital dos professores e as capacidades latentes das TDIC na educação. Para Valente; Almeida (2022, p. 8),

Ao associarem arte, mídias, tecnologias e territórios, tais criações evidenciam o potencial de expansão do currículo para além dos temas preconizados nas propostas curriculares e nos planos de ensino. A competência digital e as oportunidades de formação para desenvolvê-la foram fundamentais para a adaptação dos professores ao ensino remoto.

Um legado da pandemia de COVID-19 é a relevância de metodologias utilizando *mobile learning* e estratégias de *Bring Your Own Device* (BYOD), essencial para habilitar modalidades de trabalho remoto e híbrido, destacando a ubiquidade das plataformas de educação digital. As pesquisas educacionais apontam avanços significativos sobre os usos das tecnologias. No entanto, a evolução tecnológica não para, como podemos assinalar pelo desenvolvimento de plataformas de conteúdo educacional adaptativo com motores de inteligência artificial (IA), a Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA). Do mesmo modo, observa-se que as instituições de ensino básico, de caráter público, ainda não estão aptas a incorporar tais avanços. Essa limitação é compreensível até certo ponto, considerando a premissa de que as instituições escolares são organismos sociais únicos e, conseqüentemente, não se prestam a comparações diretas com como qualquer fábrica ou empresas (Nóvoa, 1999). Contudo, atenta-se também para a responsabilidade social da educação escolar de formação plena e emancipadora das pessoas, como argumenta Oliveira

(2023, p. 42) “a viralização da informação é fática, mas e a ‘viralização’ do conhecimento? A quem caberá?[...] A quem interessa que as tecnologias educacionais sejam pensadas por empresários e não por educadores?”.

Dada a difusão contínua de informações dos mais variados tipos na internet, torna imperativa a presença de um mediador capaz de conscientizar e instruir os aprendizes na escolha e uso adequados de tão poderosa ferramenta, evitando que se tornem alienados por ela e em relação a ela. A falta de integração das TDIC nas práticas de ensino deixa os alunos, conforme Libâneo (2007, p. 60), “desguarnecidos diante das investidas de manipulação cultural e política, de homogeneização de crenças, gestos e desejos”. Logo, caberia à escola uma missão que transcende a uma agência transmissora de informação, de assumir um espaço de reflexão crítica e não apenas de acesso, como também de produção e divulgação da informação, como também orienta a BNCC, direcionando a apropriação dos objetos de conhecimento para a transformação social, em um processo formativo integral do ser humano, com o papel fundamental de inserir os alunos no mundo tecnológico. Isso remete às perspectivas de Dewey, Piaget, Vygotsky, Freire e Schön sobre interação, reflexão e co-criação em contextos nos quais a tecnologia desempenha um papel central. Nessa visão, a educação, por sua própria natureza, configura-se como um processo contextualizado de (re)construção do conhecimento, desenvolvimento da autonomia e da liberdade responsável (Almeida, 2009; Rodrigues; Mirandola, 2022).

2.3 Os obstáculos para implementação de tecnologias educacionais no Brasil

Um exemplo do impacto direto, devido ao tardio entendimento da escola em seu dever na educação libertadora e de autonomia em competências digitais, são as decisões pragmáticas de órgãos políticos como o caso da Lei Federal 15.100/2025 (Brasil, 2025), que proibiu o uso dos celulares durante as aulas, recreio e intervalos de todo o ensino básico, desde o dia 13 de janeiro de 2025. Deste modo, fica o uso deste equipamento permitido apenas quando especificado para a realização de atividade pedagógica ou necessidades especiais de acessibilidade. Apesar de estar em vigor, segundo o próprio Ministério da Educação (MEC) informou, a lei carece de regulamentação e instruções mais detalhadas. Leis semelhantes não são novidade no mundo ou mesmo no Brasil: vários estados brasileiros já possuíam legislação semelhante. No Ceará, por exemplo, já havia a Lei 14.146, de 2008 (Ceará, 2008), proibindo a utilização de celulares nas escolas durante os horários de aulas. Estas medidas são fundamentadas pelo uso indiscriminado, acesso a redes sociais e

disseminação de práticas e conteúdos inadequados durante as aulas. Em entrevista para o *site* de notícias Agência Brasil, a secretária executiva do Ensino Médio e Profissional da Secretaria de Educação do Estado do Ceará, Jucineide Fernandes, reconhece que poucas escolas conseguiram cumprir a medida, “que acabou sendo deixada de lado” (Tokarnia, 2025a).

A restrição, que agora se torna nacional, recebeu também o apoio da comunidade escolar. Entretanto, Martin (2014), constatou em sua pesquisa situações de conflitos, inclusive violentos, entre professores e alunos, e de limitações da escola para o emprego de sanções aos infringentes desta normativa. Assim como aponta o presidente da Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação (CNTE), Heleno Araújo, a implementação da lei sancionada enfrentará desafios:

Onde vai ficar esse equipamento? Em que momento da aula você precisa do celular para que o conteúdo chegue com facilidade para entendimento por parte do estudante? Em que momento ele vai ser utilizado? Em que momento ele volta a ser guardado? E aí você vem para a escola pública e pergunta, a escola pública está equipada para isso? Tem segurança em guardar o equipamento do aluno sem estragar, sem perder o equipamento? Tem condições de fazer um planejamento onde sabe que momento o equipamento pode ser utilizado para aprimorar o conhecimento e que momento ele não deve ser utilizado? (Tokarnia, 2025b).

A escola abdicou-se de seu papel como espaço de síntese, sem habilitar os educandos, como sujeito de seu próprio conhecimento, a construírem a razão crítica de selecionar e atribuir significados às mensagens e informações recebidas das mídias. O professor Gilberto Lacerda Santos, da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, argumenta que as restrições ao uso de tecnologias na educação, tanto no Brasil quanto em outros países, refletem uma falha sistêmica na incorporação de seus potenciais no ensino (Tokarnia, 2025b):

É um auto reconhecimento de uma falência das instituições escolares, da sociedade como um todo, em entender as tecnologias e o seu potencial na educação, e, sobretudo, de integrá-las na formação de professores. Porque todo o problema reside no fato de que nossos professores não sabem lidar com a tecnologia na sala de aula e com tudo que a tecnologia oferece (Tokarnia, 2025b).

O professor Lacerda ainda destaca que a tecnologia confere ao indivíduo um poder de informação, expressão e autonomia que nunca tivemos. Porém, há uma falta da educação de base: “nós não sabemos usar as tecnologias, nós acabamos nos tornando escravos dela. Os jovens estão completamente perdidos clicando, curtindo, curtindo [...]” (Tokarnia, 2025b).

Paralelamente, existe um impasse em torno da IA ChatGPT, que tem a capacidade de responder a perguntas e produzir textos acadêmicos. Como observa Oliveira (2023), os educadores se mostram desconfortáveis em agir diante dessa nova tecnologia: “falou-se em proibição dos usos dessa IA, retorno de provas orais, focos avaliativos em debates e criação de conteúdo expositivo e até elaboração de trabalhos acadêmicos escritos a próprio punho” (Oliveira, 2023, p. 37).

Do ponto de vista conceitual, a questão fundamental é a integração desses dispositivos tecnológicos aos processos educacionais. Entretanto, os desafios educacionais no Brasil estão postos historicamente, em diversos setores, conforme analisa De Espíndola *et al.* (2020), trata-se de “um problema sistêmico”. Vários autores (Bertusso *et al.*, 2020; Dantas *et al.*, 2020; De Espíndola *et al.*, 2020; Fernandes Junior; Almeida, F; Almeida, S, 2022; Fialho; Neves, 2024; Melo; Lucena, 2021; Oliveira, 2023; Riedner *et al.*, 2021; Rodrigues; Tavares; Cardoso, 2021; Santos; Ramos, 2023; Valente; Almeida, 2020, 2022) são uníssonos ao listá-los. Resumidamente, classificamos estes entraves em três dimensões: Infraestrutura do sistema educacional; Formação docente; e Desvalorização da carreira docente. Sobre a primeira dimensão, são contínuos os relatos de insuficiência de equipamentos, falta de manutenção, provedores de rede deficientes e salas de aula inadequadas, seja por estrutura física ou superlotação de alunos. Na segunda dimensão, tratam-se principalmente da formação continuada, não apenas de competência digital e apropriação dos conhecimentos específicos, mas também de suas práxis e estratégias ativas de construção crítica de saberes em sala de aula. Para a terceira dimensão, apresentam-se problemas em suas jornadas de trabalho, que tendem a extrapolar os limites de tempos e espaços em seu cotidiano pedagógico para que possam planejar e refletir sobre suas demandas, fatores geradores de impactos emocionais, estresse e exaustão.

Por certo, contemplamos, como colocado por De Espíndola *et al.* (2020), um cenário ambíguo onde os professores estão dispostos a inovar suas práticas com recursos digitais, mas a escola não oferece as condições necessárias.

3 NOVA E VELHA TECNOLOGIAS: A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E A MEDIAÇÃO DIALÓGICA COMO INOVADORAS NO ENSINO

Compreende-se, por Paulo Freire, que a práxis não pode ser separada do contexto onde ocorre. É basilar reconhecer que o Brasil é um país que possui desigualdades socioeconômicas e estruturais continentais, para se pensar numa inserção dos recursos tecnológicos no interior da escola como instrumento pedagógico sem acirrar estas desigualdades (Santos; Ramos, 2023; Valente; Almeida, 2022). Da mesma forma, não é sensato presumir que o sistema educacional brasileiro supere todos os infortúnios estruturais de forma a ser capaz de integrar democraticamente as últimas TDIC na prática pedagógica. Por esta razão, enfatizamos inicialmente a caracterização da tecnologia educacional, considerando sua materialidade e ação pedagógica. Como apontam Anjos e Silva (2018), fundamentamos nossa proposta de inovação na educação não na adoção da TDIC mais recente, mas na contextualização das definições de “velha” e “nova” tecnologia.

Para Anjos e Silva (2018, p. 17) “[...] é preciso compreender, especialmente em contextos educacionais, que o ‘novo’ ou ‘velho’ também incorpora uma definição daquilo que é novidade, e que pode ser relativizada de indivíduo para indivíduo, contexto para contexto”. A autora ainda questiona se em uma comunidade rural, indígena ou quilombola que não tem acesso a recursos digitais, poderíamos afirmar que suas perspectivas de “velha” e “nova” TDIC é a mesma que a nossa. Convergente às afirmações de Kenski (2007) e Mishra, Koehler e Kereluik, (2009), para quem as inovações devem se concentrar na capacidade de como abordar questões de ensino e adaptar o processo educacional com as tecnologias à disposição e que, como educadores, precisamos desenvolver estruturas de conhecimento robustas que não dependam das possibilidades oferecidas por uma tecnologia específica. Libâneo expressa este mesmo entendimento:

Além disso, o ensino é inseparável das condições concretas de cada situação didática: o meio sociocultural em que se localiza a escola, as atitudes do professor, os materiais didáticos disponíveis, as condições de vida, conhecimentos, habilidades e atitudes dos alunos. (Libâneo, 1994, p. 92)

A rigor, conhecendo que as TDIC não são uma solução em si para que a inovação na educação aconteça, pretendemos aqui provocar uma possibilidade que compreenda a ambivalência, da interação digital e a desigualdade no acesso ao uso de tecnologias por estudantes e instituições públicas de ensino básico, e que assente na construção participativa e dialógica como ponto de partida.

Utilizamos, para tanto, a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) subsidiada pela tecnologia digital de simulações computacionais. Esta metodologia promove a interação entre o docente e o discente como um caminho para transposição de aulas mais dinâmicas, dialógicas e problematizadoras, sendo fundamentada na conexão entre o conhecimento prévio dos educandos e a apropriação construtiva do conhecimento científico (Bonfim; Nascimento, 2018; Muenchen; Delizoicov, 2014; Sales *et al.*, 2020). E, ao aliarmos o uso da simulação computacional, afastamo-nos do tratamento abstrato e excessivamente matemático que, muitas vezes, caracteriza o ensino de física. Dessa forma, o papel do professor deixa de ser apenas o tradicional transmissor de informações. Apesar do conhecimento do professor e de sua provável habilidade de comunicação, explicar um fenômeno físico, geralmente dinâmico, usando apenas um pincel e um quadro-branco ou uma figura no livro é uma abordagem limitada e desafiadora. Isso exige dos educadores e educandos uma grande capacidade de abstração para visualizar e compreender as diferentes etapas do fenômeno em estudo. Logo, a inclusão de simulações computacionais visam facilitar o entendimento através da percepção visual e interativa, onde o usuário poderá alterar variáveis e testar hipóteses. Como afirma Moreira:

A modelagem computacional e a modelagem matemática têm muito potencial. Ao invés de o aluno ser incentivado a “achar” uma fórmula para resolver uma situação-problema, por que não construir um modelo computacional para essa situação-problema? Os alunos de hoje vivem no mundo das tecnologias digitais de informação e comunicação e seguramente se sentiriam motivados na construção de modelos computacionais. (Moreira, 2021, p. 2)

Embora a Física descreve suas teorias através da linguagem matemática, limitar o ensino exclusivamente a essa abordagem é ir contra o seu princípio investigativo e questionador inerentes da ciência. Além disso, a adoção de um modelo mecanizado tende a ressoar no estudante o pensamento de que “não vou usar isso na minha vida”, relegando a Física ensinada nas escolas a um mero exercício formal desvinculado de significado pessoal. Nesse contexto, os alunos memorizam de forma bancária as fórmulas, definições e respostas padronizadas, destinadas apenas à reprodução em avaliações para “passar de ano”, prepará-lo para o vestibular e para o ENEM, sendo rapidamente esquecidas, sem perceber os conceitos fundamentais da Física. A ausência de conceituação prejudica um entendimento substancial, pois os conceitos são a base do crescimento cognitivo (Bonfim; Nascimento, 2018; Moreira, 2021).

Para que novos conhecimentos sejam internalizados de forma significativa, é crucial que façam sentido para o aprendiz. Por isso, é importante que as situações sejam

introduzidas gradativamente em nível de complexidade e abstração, começando pelo contexto imediato do aluno. Uma aprendizagem significativa não é abrupta, mas é construída progressivamente quando os conceitos são apreendidos ao longo do que está sendo ensinado (Bonfim; Nascimento, 2018; Delizoicov; Angotti, 1992; Demartini; Silva, 2021; Moreira, 2021; Oliveira, 2023). Neste sentido, aponta-se o grande potencial das TDIC em modelagem e simulação computacional. Em vez de mecanizar o uso de fórmulas para resolver uma questão, impulsiona-se a discussão e investigação conceitual para, por meio de um modelo computacional da situação-problema, passar da espacialidade e contiguidade visual para o raciocínio sequencial da lógica falada e escrita.

A associação entre a 3MP e a simulação computacional também está alinhada às diretrizes da BNCC, que enfatizam a importância de estimular e apoiar os alunos no planejamento e na realização colaborativa de atividades investigativas. Essa abordagem permite que os estudantes reflitam sobre seus conhecimentos e sua compreensão do mundo, além de desenvolverem as competências gerais estabelecidas para as três etapas da educação básica no ensino de Ciências. Um exemplo disso é a Competência Geral 2, que incentiva o exercício da curiosidade intelectual por meio da abordagem científica, promovendo a investigação de causas, a formulação e o teste de hipóteses, a resolução de problemas e a criação de soluções (inclusive tecnológicas) de maneira reflexiva, crítica e criativa. Da mesma forma, a Competência Geral 7 destaca a importância de argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, capacitando os alunos a formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns (Brasil, 2018).

3.1 Os três momentos pedagógicos

Como a própria nomenclatura aponta, os três momentos pedagógicos (3MP) são organizados em três momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Os 3MP é uma metodologia ativa que foi proposta por Delizoicov e Angotti, durante o desenvolvimento de um projeto de ensino de Ciências em Guiné-Bissau. Este projeto culminou na publicação dos livros: “Física” (Delizoicov; Angotti, 1990a) e o livro “Metodologia do Ensino de Ciências” (Delizoicov; Angotti, 1990b). A metodologia busca transpor a concepção de educação dialógica de Paulo Freire para a educação formal, permitindo a interligação da realidade vivida pelos estudantes com conteúdos científicos de física. Nessa perspectiva metodológica temática, como afirma Muenchen e Delizoicov (2014), a estruturação das atividades educativas, incluindo a seleção de conteúdos, diverge do

paradigma curricular convencional, o qual se apoia unicamente na sequência conceitual. Na abordagem temática, o planejamento curricular adota uma lógica de organização estruturada em torno de temas, os quais delineiam a seleção dos conteúdos a serem ensinados nas disciplinas. Observa-se organização semelhante nos atuais livros didáticos, norteados pela BNCC, cuja sistematização curricular tem como referência temas estruturadores e unidades temáticas na perspectiva de transversalidade e multidisciplinaridade.

No primeiro momento desta metodologia, *problematização inicial*, são apresentadas questões ou situações reais, dentro do tema em estudo, que os alunos conhecem e presenciam. Este momento não apenas inicia a discussão sobre determinado assunto, mas sobretudo tem função de conectar o conteúdo às vivências dos alunos. Nele, os alunos são desafiados a expressar suas opiniões e senso comum sobre tais situações, Delizoicov e Angotti (1992, p. 29) recomendam que a atuação do educador deve ser de “questionar e lançar dúvidas sobre o assunto que para responder e fornecer explicações” e fazer com que o aluno perceba a lacuna e a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. De acordo com Muenchen e Delizoicov (2014, p. 634), “ao se problematizar, de forma dialógica, pretende-se que os conceitos sejam integrados à vida e ao pensamento do educando”.

No segundo momento, *organização do conhecimento*, é a etapa em que, sob a orientação do professor, são estudados os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial. Constroem-se as relações entre os conceitos abstratos e sua aplicação prática; o professor deve utilizar as mais diversas atividades, métodos e ferramentas como exposição, formulação de questões, material para discussão, trabalhos extraclasse e revisão.

Por último, a *aplicação do conhecimento* é o momento que se destina a constatar o conhecimento incorporado pelo aluno. Nesta etapa, o docente volta às problematizações iniciais a fim de verificar se os estudantes efetivamente internalizaram o saber. Ademais, não se limita apenas a revisitar os questionamentos prévios, mas também apresenta novos cenários, que possam ser compreendidos pelo mesmo conhecimento, avaliando se os alunos são capazes de aplicá-lo em contextos não previamente abordados.

A partir destes três momentos, para uma metodologia dialógica, incorporamos as TDIC por considerarmos, conforme Lévy (1999), a velocidade do surgimento e da renovação dos saberes e do saber fazer, a interconexão entre trabalho e aprendizado, e o potencial do ciberespaço para ampliar, externalizar e transformar diversas funções cognitivas humanas.

Funções tais como a memória (bancos de dados, hipertextos), a imaginação (simulações), a percepção (sensores digitais, realidades virtuais) e os raciocínios (inteligência artificial).

Os alunos observam o objeto de estudo numa simulação computacional, tentam compreendê-lo e estabelecer relações. Ao invés de dar o raciocínio pronto, sobrecarregando a memória do educando com um pacote de informações, o professor deve propor problemas situacionais que estimulem o raciocínio, ajudando o aluno a construir sua reflexão, organizando atividades, interagindo e problematizando com o aluno. A orientação pedagógica do professor desempenha um papel indispensável, tanto na facilitação das interações como na garantia de direcionamento científico correto para a aquisição, a organização e a interpretação de informações e experiências.

3.2 O GeoGebra

GeoGebra é um software interativo de código aberto projetado originalmente para geometria, álgebra, estatística e cálculo (Feitoza *et al.*, 2020), mas que destaca-se no ensino de física pela sua capacidade de construir e manipular expressões numéricas e algébricas e facilitar visualizações dinâmicas com um alto nível de interatividade. Isto o promove como ferramenta com a finalidade de ensinar e aprender nas áreas de matemática, ciências e engenharia.

O software é multiplataforma, ou seja, compatível com todos os sistemas operacionais, e também pode ser acessado por meio de um navegador via Web. Sua disponibilidade gratuita e versátil torna-o de fácil acesso. A versão completa do software é conhecida como GeoGebra Classic, enquanto outros aplicativos GeoGebra, como a Calculadora Gráfica e a Calculadora 3D, oferecem um subconjunto de recursos. Em resposta às necessidades e capacidades da tecnologia e da aprendizagem, o GeoGebra é continuamente atualizado e aprimorado. Recentemente, introduziu um novo recurso, o aplicativo GeoGebra AR, para realidade aumentada, que permite aos usuários sobrepor objetos matemáticos criados pelo GeoGebra em objetos do mundo real e visualizados no aplicativo AR (Solvang, 2021).

A visualização padrão do GeoGebra Classic inclui a Janela de Álgebra, a Janela Gráfica, a Barra de Entrada e uma Barra de Ferramentas, mas recursos adicionais podem ser adicionados se necessário. Objetos matemáticos, como pontos, vetores, segmentos, linhas, objetos 2D e 3D ou diagramas, podem ser construídos na Janela de Álgebra ou na Janela Gráfica e são automaticamente exibidos em ambas as janelas após a criação. Os usuários

podem medir comprimentos, áreas, ângulos, realizar cálculos geométricos e aritméticos entre outros artifícios matemáticos utilizando ferramentas da Barra de Ferramentas, inserindo comandos na Barra de Entrada ou empregando ferramentas de visualização (Basniak; Estevam, 2014).

O GeoGebra é um software projetado principalmente para facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos matemáticos. O que torna este aplicativo atraente para o ensino de física é a possibilidade de produzir animações e simulações. É possível simular sistemas físicos utilizando ferramentas geométricas, e seus comportamentos podem ser expressos graficamente através de funções matemáticas. As alterações nas variáveis e/ou constantes, induzem alterações simultâneas na estrutura e posição de um objeto geométrico, possibilitando uma visualização fluida e abrangente do fenômeno em estudo. A modelagem do GeoGebra possibilita que as simulações sejam intuitivamente interativas, onde as representações podem ser manipuladas pelo usuário por meio de elementos de interfaces como botões de controle, caixas de seleção e controles deslizantes. Tanto os objetos geométricos criados no ambiente quanto imagens importadas podem ser animadas conforme a evolução de parâmetros e programação, enriquecendo a experiência de aprendizado (Dias; Castro; Coelho, 2021).

Facilmente, encontram-se tutoriais e cursos disponíveis em seu *site* oficial e outros, como no *site* do Instituto Geogebra São Paulo e Youtube. Entretanto, a criação, desde o início, de uma simulação no GeoGebra pode representar desafios para professores menos experientes com o software. Neste sentido, existe no *site* do GeoGebra uma seção de “Materiais” contendo um vasto repositório de atividades e simulações educativas construídas e disponibilizadas pela comunidade de usuários do GeoGebra. Eventualmente, no caso em que nenhuma das simulações disponibilizadas abordem o assunto ou atinjam especificamente um determinado objetivo pedagógico planejado pelo professor de física, é também possível a edição e adaptação de um material pronto. Em todo caso, é imprescindível o desenvolvimento de competências digitais para utilização, personalização e mediação pedagógica com o software.

4 METODOLOGIA

Considerando que abordar o problema da didática de uma aula implica a subjetividade da realidade de cada comunidade escolar, a práxis pedagógica de cada professor e pressupostos das teorias de aprendizagem, esta pesquisa teve caráter exploratório na forma de estudo de caso, em que as informações coletadas foram de cunho qualitativo. Como afirma Gerhardt (2009, p. 32): “A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”. Com isso, buscamos compreender e interpretar principalmente os comportamentos, atitudes, opiniões e percepções dos alunos quanto ao conteúdo de física com a abordagem proposta. As análises foram realizadas a partir das respostas dos alunos em um pequeno questionário, das suas respostas a perguntas abertas ao final das atividades e da percepção do professor. Na coleta de dados, foram realizadas as análises de forma qualitativa das respostas dos alunos no questionário final. Conforme Gil,

construir um questionário consiste basicamente em traduzir objetivos da pesquisa em questões objetivas. As respostas das questões é que irão proporcionar os dados requeridos para descrever as características da população pesquisada ou testar as hipóteses que foram construídas durante o planejamento da pesquisa (Gil, 2008, p.121).

Este trabalho tem como finalidade apresentar uma proposta de aula para o ensino de óptica com utilização de uma simulação computacional no software Geogebra, apresentada no quadro branco por meio de projetor multimídia. A proposta foi aplicada para 23 alunos do 2º Ano do Ensino Médio da EEMTI Miguel Rodrigues, localizada na zona rural do município de Pacajus, região metropolitana de Fortaleza.

A escolha desta série para realização deste trabalho aconteceu em deliberação conjunta com a direção da escola, tendo em consideração que o conteúdo de física que os alunos estavam estudando se adequa ao assunto escolhido para esta pesquisa. O planejamento propõe aulas para o assunto de óptica sobre o tópico de lentes esféricas e defeitos na visão, que compõem o componente curricular de física previsto nesta etapa da educação básica. A sequência didática foi desenvolvida para ser aplicada em dois encontros de 50 (cinquenta) minutos. Para tanto, um plano de aula foi criado visando o sugerido uso da tecnologia como apoio ao processo de exposição de conceitos, considerando a demanda premente pela integração das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no processo educativo. Esta escola possui uma infraestrutura bem reduzida, cuja conexão à internet é de baixa qualidade, não contando com laboratório de informática ou recurso humano

especializado em tecnologias. Para a realização da pesquisa foram muito importantes o apoio da direção da escola e o apoio do docente envolvido, que contribuiu decisivamente para a dinâmica da aula e da pesquisa.

Inicialmente, para o desenvolvimento deste trabalho, foi realizada uma pesquisa da literatura acadêmica acerca do problema central em tela no Portal de Periódicos da CAPES e no motor de pesquisa Google Scholar. O objetivo foi apropriar-se do estado da arte sobre atividades didáticas com o uso do software GeoGebra como ferramenta facilitadora do ensino. Buscamos verificar o potencial dessa tecnologia como recurso didático em aula estruturada com base nos Três Momentos Pedagógicos (3MP), que se caracterizam pela participação ativa dos alunos, valorizando seus conhecimentos prévios, onde o professor é mediador em um ambiente de questionamento, onde os alunos refletem, interpretam e discutem o objeto de estudo. O tema sobre o olho humano foi escolhido para este trabalho devido a evidente presença dos defeitos da visão e lentes corretivas em qualquer comunidade, a vasta quantidade de concepções espontâneas dos alunos sobre a questão da visão e às possibilidades interdisciplinares trazidas nessa discussão.

Para um desenvolvimento mais claro da pesquisa, ela é estruturada em duas fases: (1) “Simulação e Sequência Didática”; (2) “Coleta de Dados e Validação”. O objetivo é fornecer os recursos necessários para atender ao problema que a motivou. A fase inicial envolve a definição, a concepção e a construção da simulação e dos materiais necessários para investigação. A segunda fase envolve a criação e implementação dos instrumentos para a coleta de dados.

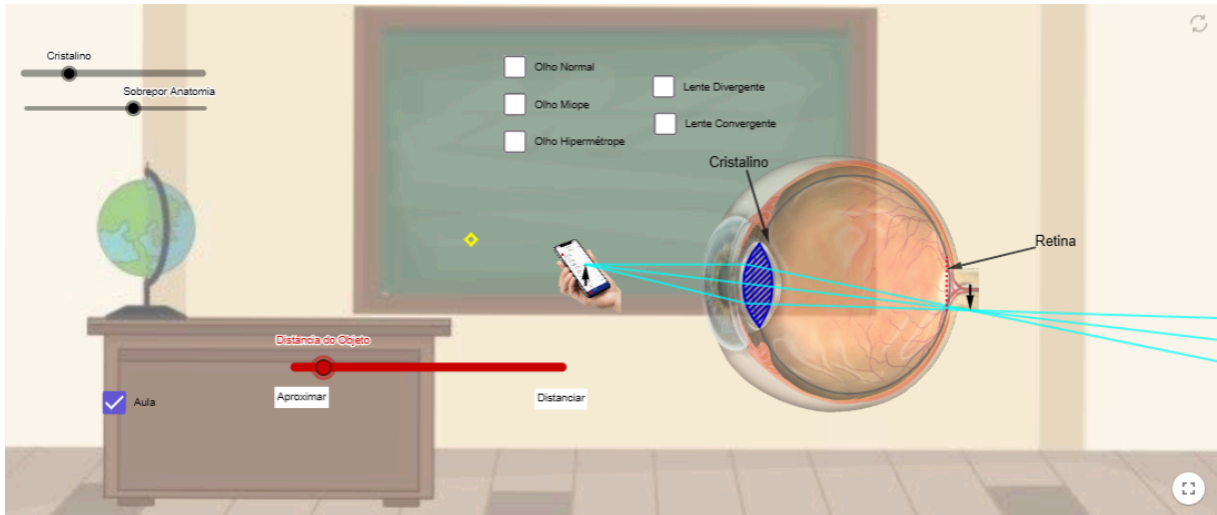
A simulação, utilizada nesta pesquisa, foi desenvolvida pelo autor deste trabalho a partir de modificações da simulação original *Optics of the Human Eye* produzida pelo professor Walsh (2015), disponibilizado no *site* oficial do GeoGebra.

4.1 Simulação e Sequência Didática

Apresenta-se aqui as funcionalidades e características do simulador “Óptica do Olho: Lentes e Defeitos da Visão” (Araújo, 2024). A tela inicial mostra a imagem de um olho humano em um recorte axial, a figura de uma mão segurando um celular e, como plano de fundo, uma ilustração de sala de aula (ver Figura 1). Destacam-se os elementos interativos de caixa de seleção, controles deslizantes e elementos geométricos como as linhas que ligam a figura do celular à imagem do olho, a construção geométrica na posição do cristalino e a seta na posição da retina. Destaca-se ainda a ausência de representações numéricas e equações.

Com efeito, como proposta do primeiro e segundo momento da metodologia 3MP, a ênfase está nos conhecimentos prévios e concepções a serem construídas. Nestes primeiros momentos a caixa de seleção “Aula”, deve estar marcada (em azul, na Figura 1).

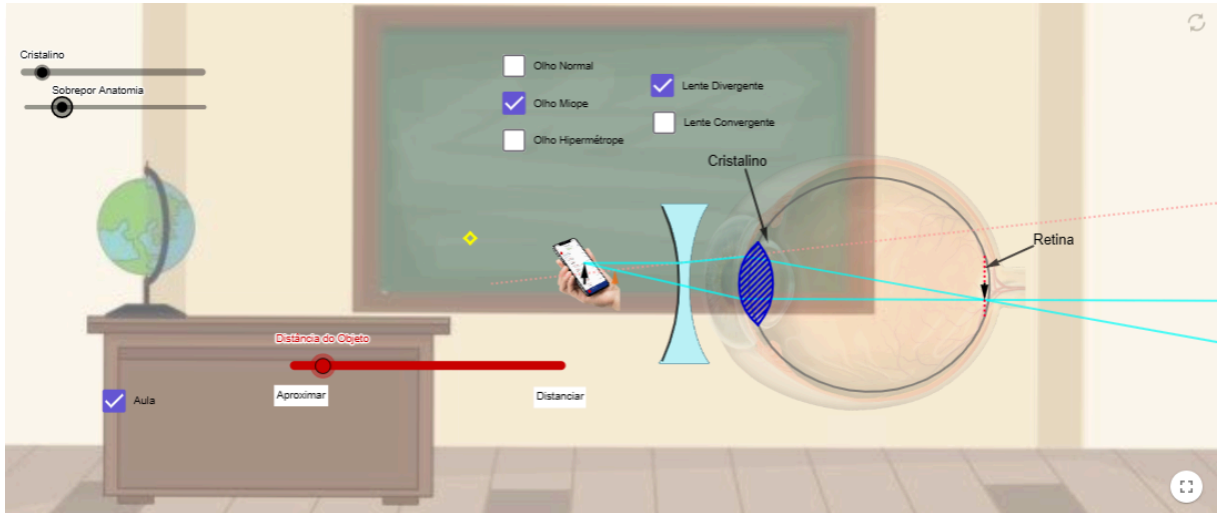
Figura 1- Reprodução da interface inicial do simulador.



Fonte: ARAUJO, E. 2024. Simulação disponível em <<https://www.geogebra.org/m/xza2x42r>> Acesso em 20 jan. 2025.

O propósito desta simulação é que, ao selecionar uma das caixas de seleção “Olho normal”, “Olho míope” ou “Olho hipermetrópe”, visualize-se a principal característica anatômica do olho humano em cada condição e, conseqüentemente, o que ocorre com a imagem (seta, na Figura 1) produzida na retina. Desta forma, dada a condição escolhida, é possível fazer ajustes na distância do objeto (celular, na Figura 1) pelo controle deslizante “Distância do Objeto”. Também é possível fazer a acomodação do cristalino pelo controle deslizante “Cristalino”. À medida que o conteúdo avança e a ideia do uso das lentes é introduzida, utiliza-se então as caixas de seleção “Lente Convergente” e “Lente Divergente” que farão aparecer na tela ilustrações correspondentes: uma situação é exemplificada na Figura 2. Tais lentes, assim como o cristalino, foram definidas segundo a lei de Snell para ângulos pequenos e refratam os raios de luz em cada interface. A Janela de Álgebra que contém as expressões matemáticas não é visível em momento algum da simulação. Ainda é possível sobrepor ou esconder a figura realista da anatomia do olho usando o controle deslizante “Sobrepor Anatomia”, como mostra a Figura 2.

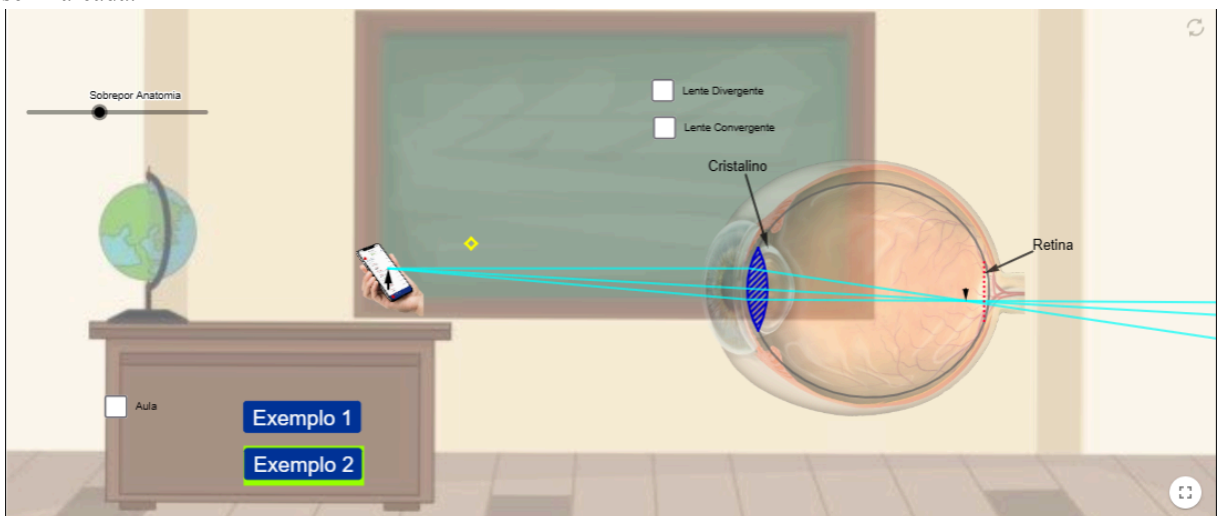
Figura 2- Reprodução da interface do simulador para a acomodação do olho míope através da adição da lente divergente.



Fonte: ARAUJO, E. 2024. Simulação disponível em <<https://www.geogebra.org/m/xza2x42r>> Acesso em 20 jan. 2025

A caixa de seleção “Aula” indica os momentos de construção de saberes. Ao ser desmarcada, é exibida na tela uma interface um pouco diferente, cujo objetivo agora é um rápido teste de conhecimento. As caixas de seleção e controles deslizantes são ocultados e surgem dois botões: “Exemplo 1” e “Exemplo 2”. Propõem-se aqui que os estudantes identifiquem qual condição da visão é apresentada e escolham a lente que fará a correção da imagem para a retina, como mostra a Figura 3.

Figura 3- Reprodução da interface do simulador para o teste de conhecimento. A lente corretiva adequada deve ser marcada.



Fonte: ARAUJO, E. 2024. Simulação disponível em <<https://www.geogebra.org/m/xza2x42r>> Acesso em 20 jan. 2025

4.2 Coleta de Dados e Validação

As duas aulas foram ministradas numa mesma turma do turno da tarde, no período de duas semanas, uma aula em cada semana, no mês de outubro de 2024. O professor titular da disciplina esteve sempre presente facilitando e incentivando as interações. Como a metodologia dos 3MP compreende três momentos, dividiu-se os dois primeiros momentos na primeira aula, e o terceiro momento, seguido da aplicação do Questionário Final, na segunda aula. As aulas seguiram a organização conceitual do livro didático “Conexões: Ciências da Natureza Universo - Materiais e evolução”, da Editora Moderna, (Thompson *et al.*, 2020). As observações foram realizadas durante estas aulas. O Questionário foi estruturado com sete perguntas objetivas e três subjetivas. Ele foi impresso e distribuído para cada aluno em sala após a segunda aula ministrada, em conformidade com o plano de aula descrito neste trabalho, disponível no Apêndice.

Dada a impossibilidade do uso individual de computador por aluno, a aula centralizou-se na exibição, no quadro branco, da simulação utilizando o projetor multimídia fornecido pela escola. O *software* GeoGebra foi previamente instalado no *notebook* do pesquisador viabilizando a manipulação *offline* da simulação. Ao final do segundo momento pedagógico, na aula da primeira semana, foram chamados dois voluntários para responder os exemplos contidos na simulação. Para que os indivíduos não apenas escolhessem aleatoriamente a resposta, ou que o segundo não respondesse por eliminação, eles deveriam antes informar qual opção de lente escolheriam e explicar o que esperavam que acontecesse com os raios de luz e o objeto. As respostas de cada aluno foram coletadas e analisadas de forma a se avaliar seus entendimentos e percepções em relação à mudança no processo de aprendizagem devido à tecnologia utilizada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos principais quesitos descritos na literatura, quanto a assimilação das TDIC nos processos de ensino e aprendizagem, é a avaliação da efetividade dos recursos tecnológicos utilizados e a verificação se eles atendem a critérios fundamentais de qualidade para o processo de ensino e aprendizado, como explica Levy:

conhecimento por simulação, só tem validade dentro de um quadro epistemológico relativista. Se não, o criador de modelos poderia se deixar levar pela crença de que seu modelo é “verdadeiro”, que ele “representa” no sentido forte uma “realidade”, esquecendo que todo modelo é construído para determinado uso de determinado sujeito, de determinado momento dado (Lévy, 1993, p.125).

Durante a análise inicial, verificou-se que aulas utilizando tecnologias digitais nesta escola, onde foi realizada a pesquisa, acontecem de maneira limitada e pouco abrangente. Apenas a tradicional apresentação de slides e vídeos e que, mesmo estas, são realizadas na sua grande maioria pelos professores da área de Ciências Humanas e suas Tecnologias, algumas vezes pelos professores de Biologia; em nenhuma ocasião, durante o ano letivo de 2024, ocorreu nas aulas de Física.

Na primeira aula, ao se realizar a sondagem de conhecimentos, identificou-se que os estudantes possuíam pouco ou nenhum domínio sobre este assunto, visto que o conteúdo de lentes esféricas ainda não tinha sido introduzido a esta turma, como mostrado em todas as respostas à primeira pergunta do Questionário: “Quais dos assuntos referentes ao conteúdo de Ótica abaixo, você tem conhecimentos?”. Esta situação não se configura como a ideal haja visto que, para o plano de aula, demanda-se conceitos preexistentes. Assim, durante o primeiro momento de problematização inicial, a presença do professor da disciplina foi crucial, pois este expôs os conceitos teóricos fundamentais do estudo de lentes necessários ao entendimento da aula, deixando de fora as equações matemáticas, ao mesmo tempo que se apresentavam questões ou situações reais que os alunos conheciam. Esta intervenção, porém, acarretou na demora acima do previsto do primeiro momento.

Os estudantes inicialmente relutaram em expor suas concepções: via-se claramente, em alguns, o medo de errar; enquanto em outros, a indiferença e falta de atenção. As participações dos alunos aumentavam à medida que eles reconheciam a relação entre os objetos e as situações de seu cotidiano com as representações físicas apresentadas no quadro. O momento de *organização do conhecimento*, na segunda parte da aula, teve foco na descrição anatômica do olho humano e a conseqüente necessidade de lentes corretivas em cada caso; a simulação apresentada anteriormente teve seu maior uso nesta etapa. Os alunos

demonstraram entusiasmo na compreensão da relação entre os princípios da óptica das lentes e o uso de óculos que eles próprios, ou seus parentes, utilizavam. Coube ao pesquisador e ao professor da turma aprofundar e estimular interpretações acerca de aspectos como deficiências anatômicas, materiais utilizados na fabricação de lentes, lentes especiais, entre outros.

No pequeno teste de conhecimento ao final da primeira aula, o aluno que se voluntariou a responder o Exemplo 1, que trata de um olho hipermetrope, não indicou a resposta correta. Observou-se que, talvez por nervosismo, o conceito de convergir e divergir não lhe estava bem claro, causando confusão em suas explicações. Enquanto o aluno que respondeu o Exemplo 2, que trata de um olho míope, obteve êxito na resposta, embora tenha sido ajudado por colegas da turma: isto era previsto no plano de aula.

Na segunda semana, a aula que compreendeu o terceiro momento pedagógico iniciou-se com uma rápida revisão exibindo a simulação descrita. Utilizou-se o debate como estratégia, a fim de romper com as tradicionais atividades de exercícios de fixação e resolução de problemas fechados. Os professores lançaram questionamentos, instigando-os a articularem suas resoluções considerando a conceituação científica em situações reais, como: cuidados como a visão; exposição constante dos olhos a telas digitais; desgaste natural dos músculos ciliares; e o funcionamento da lupa. Percebeu-se em vários momentos que, apesar de estarem atentos, os alunos não expressavam seus pensamentos, limitando-se a concordarem ou discordarem quando os professores pediam opinião sobre alguma conclusão. Notou-se, claramente, a falta dos devidos conhecimentos sobre lentes esféricas e formação de imagem, que até então só tinha sido introduzido superficialmente para a execução deste trabalho. Assim como na primeira aula, uma parte dos estudantes demonstraram-se hesitantes em expor suas concepções, mesmo após encorajados, pois o erro é um fator inerente ao processo de aprendizagem. O aspecto fundamental da metodologia 3MP é que o aluno seja capaz de refletir sobre as razões que levaram ao equívoco, promovendo a compreensão dos conceitos de maneira significativa e evitando a simples memorização mecânica. Poucos se mostraram desinibidos para ativamente colocar suas ideias e argumentarem.

Observa-se que o operar do docente na mediação pedagógica com as TDIC facilita a percepção autônoma na construção do conhecimento. Era previsto que nem todos os alunos da turma participassem ativamente em debates e conversações. Porém, observou-se, na sua maioria, estranheza e não necessariamente a dificuldade de aprendizagem dos estudantes, ao serem impulsionados a comunicarem suas concepções e previsões em relação aos conceitos físicos. Percebeu-se um conflito nas atitudes dos alunos de acordo com as respostas às questões 4, 5 e 6 do Questionário, respectivamente “A discussão em grupo o ajudou a

entender o conteúdo visto em sala?”, “Você se sente confortável ao expressar suas ideias em público?”, “Você gostaria que essa metodologia de discussões e reflexões fosse incorporada à disciplina de Física?”, onde, apesar de todos afirmarem que a discussão em grupo facilita a compreensão dos assuntos, apenas cerca de 30% dos alunos estavam confortáveis em falar em público, enquanto se mostraram divididos em quererem ou não aulas seguindo esta metodologia de discussões. Como pôde ser verificado pelas respostas ao Questionário, a metodologia expositiva tradicional ainda predomina nas salas de aula como se pode induzir de algumas das respostas obtidas da sétima e nona questões: “É muito difícil, nem sei pra que vou usar isso na vida”; “Só entendo um pouco na hora, depois esqueço tudo”; “Muito chato, só fórmula e cálculo que nem sei de onde vem”; “Acho interessante, mas às vezes é difícil entender os cálculos”; “Ah, é muita fórmula, a gente acaba boiando na metade”; “Parece que o professor fala grego, é difícil de acompanhar”; “Quando tem experimento é massa, mas só teoria dá sono”.

A falta de uma mediação pedagógica problematizadora do professor, gera uma instrução inerte, baseada em fórmulas memorizadas. Assim, o uso das tecnologias e, especificamente, das simulações no ensino de física se apresenta como possibilidade de desenvolvimento de processos significativos de ensino e aprendizagem, se embasadas em metodologias que pensem o estudante em sua totalidade e ativo no processo de ensino e aprendizagem. A receptividade da proposta deste trabalho, por parte dos alunos, pode ser notada em respostas à questão 3: “Para você, foi simples entender a simulação computacional utilizado nesta aula de Física?”. Os estudantes foram unânimes em afirmar que sim. De maneira semelhante, as respostas à oitava questão, que remete ao uso das simulações nas aulas de Física, os alunos positivamente citaram que: “Ia ficar bem mais legal”; “acho que ia dar pra entender melhor as coisas”; “Com as simulações, acho que ia dar uma animada, porque só no quadro é muito cansativo”; “Pode ajudar muito, porque só falando e fazendo conta é difícil de acompanhar”.

Por parte da gestão escolar, e especialmente do professor da disciplina, houve definitivamente uma recepção positiva tanto à metodologia 3MP, quanto à simulação GeoGebra. Aventou-se, inclusive, a possibilidade de uma aula seguinte nos mesmos moldes. Despertar o interesse e a participação construtiva dos alunos nas aulas com vista a uma educação emancipadora é um objetivo comum nesta comunidade escolar. Contudo, enquanto aguardam a execução dos projetos estaduais para sala de informática e internet, os professores reiteraram as dificuldades e problemas quanto à infraestrutura física, equipamentos e recursos humanos. E do mesmo modo que desejam uma formação continuada específica em

programação no GeoGebra se preocupam com uma possível jornada dupla de trabalho, que envolve o processo de planejamento e co-criação de simulações. Com efeito, como mencionado neste trabalho, o material disponível em acervo do *site* oficial do GeoGebra nem sempre está harmônico ao plano de aula que o docente pretende aplicar.

Levando em conta a limitada infraestrutura da escola, o uso da simulação, mesmo que apenas projetado no quadro a partir do computador do professor, atingiu os objetivos pedagógicos presumidos de uma aprendizagem significativa, contextualizada e adequada às inovações tecnológicas, ao articular os mecanismos colaborativos da 3MP com a racionalização de ideias abstratas pelos testes de hipóteses na simulação. Melhores resultados serão possíveis à medida que os estudantes se tornem familiares com esta metodologia dialógica: a forma unidirecional de transmissão do conhecimento limita a capacidade de interlocução com os alunos.

6 CONCLUSÃO

A integração consciente das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na educação não é meramente um acessório na sala de aula, mas uma necessidade para promover um ambiente de aprendizagem crítico e reflexivo, que possibilita aos alunos interagir, criar e desenvolver competências essenciais para o século XXI. As tecnologias digitais estão presentes e influentes em todas as esferas da vida social e profissional. Nesse cenário, a organização fabril e anacrônica de um modelo educativo transmissivo e centrado no professor revela-se incompatível com as demandas contemporâneas.

Os levantamentos deste estudo mostram que métodos convencionais, fortemente baseados na memorização mecânica e na aprendizagem passiva, não favorecem o desenvolvimento de competências como comunicação, expressão e participação, previstas na BNCC. Em contrapartida, uma abordagem pedagógica onde os alunos têm a oportunidade de envolver-se com o conteúdo por meio de simulações, acentuando o sentido visual e debates interativos, produziu um feedback positivo dos alunos em relação à condução e interesse na aula. Essa mudança para uma experiência educacional mais problematizada e contextualizada é crucial para desenvolver as habilidades necessárias a uma educação libertadora.

Os resultados da pesquisa indicam o papel significativo que as tecnologias digitais, particularmente a simulação geométrica no GeoGebra, inserida na metodologia 3MP de Delizoicov, podem desempenhar na transposição de aulas mais dinâmicas e construtivas, potenciando não apenas a transmissão de conteúdos, mas também estimulando uma aprendizagem significativa. Para que haja um verdadeiro impacto positivo, é essencial que as tecnologias não sejam impostas de forma utilitarista, mas que seus usos sejam mediados por uma pedagogia que priorize a ética, a cidadania e o pensamento crítico. Ao olharmos para o futuro, é fundamental que educadores, gestores e formuladores de políticas reflitam sobre suas práticas e colaborem em um processo contínuo de formação e atualização para promover um ecossistema que abrace os avanços tecnológicos, particularmente em disciplinas como Física, que está inerentemente relacionada às inovações tecnológicas.

Isso inclui garantir o acesso aos recursos necessários e promoção de uma cultura de inovação nas escolas, pois a pesquisa também revela desafios relevantes que os educadores enfrentam na utilização dessas tecnologias. A disponibilização de infraestrutura adequada, juntamente com a formação contínua dos docentes, constituem os pilares essenciais para a eficácia do uso das TDIC. Além disso, é imprescindível valorizar o trabalho docente, reconhecendo e apoiando o professor em suas múltiplas funções no processo educativo. Um

professor cansado e desmotivado refletirá igualmente em uma turma de alunos desmotivados e dispersos.

Em reflexão, a integração da tecnologia na educação é uma jornada contínua que exige um compromisso coletivo com a mudança. Não basta simplesmente introduzir novas ferramentas; também devemos repensar nossas abordagens pedagógicas para garantir que elas se alinhem às necessidades e realidades de nossos alunos. Enquanto, no passado, o pensamento matemático ocupava posição central na condução das aulas, a contemporaneidade exige o desenvolvimento de novas competências de imaginação, criatividade e inovação. Nesse contexto, a prática docente necessita de uma reconfiguração que esteja alinhada às demandas sociais por informação e conhecimento. A educação é a principal ferramenta de transformação e todos - educadores, alunos, gestores e sociedade civil - têm um papel importante na construção de um futuro onde as TDIC não sejam apenas ferramentas de consumo e alienação. Nesse sentido, a escola, igualmente, não deve se conformar como consumidora de tecnologia, mas atuar ativamente como produtora de dispositivos e saberes tecnológicos, contribuindo para a formação, a emancipação e o desenvolvimento integral de seu aluno.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Narrativa das relações entre currículo e cultura digital em tempos de pandemia: uma experiência na pós-graduação. **Práxis Educacional**, v. 17, n. 45, p. 52–80, 1 abr. 2021. DOI 10.22481/praxisedu.v17i45.8324. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/8324>. Acesso em: 31 mar. 2024.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; VALENTE, José Armando. INTEGRAÇÃO CURRÍCULO E TECNOLOGIAS E A PRODUÇÃO DE NARRATIVAS DIGITAIS. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 3, p. 57–82, dez. 2012.

ALMEIDA, Ismael De; CARVALHO, Laís Jesus; GUIMARÃES, Carmen Regina Parisotto. Recursos midiáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **Scientia Plena**, v. 12, n. 10, 21 nov. 2016. DOI 10.14808/sci.plena.2016.11277. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/2819>. Acesso em: 21 jul. 2022.

ALMEIDA, Maria Elizabeth. Gestão de tecnologias, mídias e recursos na escola: o compartilhar de significados. **Em Aberto**, v. 21, n. 79, 30 mar. 2009. DOI 10.24109/2176-6673.emaberto.21i79.2306. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2430>. Acesso em: 26 jul. 2022.

ALVES, Elaine Jesus. **Porque não consigo ensinar com tecnologias nas minhas aulas? - Elaine Jesus Alves**. Porto Alegre: Editora Fi, 2020 (Comunicação, Jornalismo e Educação).

ANJOS, Alexandre Martins dos; SILVA, Glaucia Eunice Gonçalves da. **Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) na Educação**. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 2018. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/429662/2/Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação %28TDIC%29 na Educação.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/429662/2/Tecnologias%20Digitais%20da%20Informa%C3%A7%C3%A3o%20e%20da%20Comunica%C3%A7%C3%A3o%20(TDIC)%20na%20Educa%C3%A7%C3%A3o.pdf). Acesso em: 27 mar. 2024.

ARAÚJO, Epaminondas. *Optica do Olho: Lentes e Defeitos da Visão*. 2024. Simulação computacional. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/xza2x42r>. Acesso em: 28 ago. 2024.

BASNIAK, Maria Ivete; ESTEVAM, Everton José Goldoni (Orgs.). **O GeoGebra e a Matemática da Educação Básica: frações, estatística, círculo e circunferência**. Curitiba: Ithala, 2014.

BERTUSSO, Fernando Rodrigo. *et al.* A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ensino de Ciências: um paradigma a ser vencido. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. 18, 23 dez. 2020. DOI 10.33448/rsd-v9i12.11099. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11099>. Acesso em: 21 jul. 2022.

BONFIM, Danúbia Damiana Santos; NASCIMENTO, William Júnior do. Os três momentos pedagógicos no ensino de física: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 139–155, 27 set. 2018. DOI 10.33871/23594381.2018.16.3.2173. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/2173>. Acesso em: 8 abr. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da Educação Básica 2020: resumo técnico** [recurso eletrônico]. Brasília: Inep, 2021.

Disponível em:

https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2020.pdf. Acesso em: 27 mar. 2024.

BRASIL. Lei Nº 15.100, de 13 de Janeiro de 2025. Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 163, n. 9, p.3. 2025.

Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2025/lei-15100-13-janeiro-2025-796892-publicacao-original-174094-pl.html>. Acesso em: 18 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 27 mar. 2024.

CEARÁ. **Lei Nº 14.146, de 25 de junho de 2008**. Dispõe sobre a proibição do uso de equipamentos de comunicação, eletrônicos e outros aparelhos similares, nos estabelecimentos de ensino do Estado do Ceará, durante o horário das aulas. Fortaleza: Assembleia Legislativa, [2008]. Disponível em:

<https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/educacao/item/5366-lei-n-14-146-de-25-06-08-d-o-de-30-06-08>. Acesso em: 18 nov. 2024.

COLL, César; MONEREO, Carles. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Grupo A - Artmed, 2010.

COSTA, Sandra Regina Santana; DUQUEVIZ, Barbara Cristina; PEDROZA, Regina Lúcia Sucupira. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 19, n. 3, p. 603–610, 2015. DOI

10.1590/2175-3539/2015/0193912. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pee/a/NwwLwRTRTdBDmXWW4Nq7ByS/?lang=pt>. Acesso em: 27 mar. 2024.

DANTAS, Dina Mara Pinheiro. *et al.* O descompasso da sala de aula e as Tecnologias Digitais. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e79691110416–e79691110416, 3 dez. 2020. DOI 10.33448/rsd-v9i11.10416. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10416>. Acesso em: 29 jul. 2022.

DE ESPÍNDOLA, Marina Bazzo. *et al.* Cultura escolar e cultura da escola como orientadores do desenvolvimento de tecnologias educacionais digitais. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC**, v. 19, n. 2, p. 191–205, 13 dez. 2020. DOI

10.17398/1695-288X.19.2.191. Disponível em:

<https://relatec.unex.es/index.php/relatec/article/view/3736>. Acesso em: 27 mar. 2024.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1990 (Coleção Magistério. 2º Grau. Série formação do professor).

DEMARTINI, Gabriel Ribeiro; SILVA, Antonio Fernando Gouvêa da. Abordagem Temática Freireana no Ensino de Ciências e Biologia: Reflexões a partir da Práxis Autêntica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e33743-30, 19 set. 2021. DOI 10.28976/1984-2686rbpec2021u9731002. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/33743>. Acesso em: 6 abr. 2024.

DIAS, Nildo Loiola; CASTRO, Giselle dos Santos; COELHO, Afrânio de Araújo. Simulação interativa do interferômetro de Michelson usando o GeoGebra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210205, 3 set. 2021. DOI 10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0205. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/SqgvTHG3pRk7kxwcbzzRRCr/?lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2024.

DILLON, Andrew. Myths, misconceptions, and an alternative perspective on information usage and the electronic medium. *In*: ROUET, Jean François; LEVONEN, Jarmo J.; DILLON, Andrew; SPIRO, Rand J. (orgs.). **Hypertext and Cognition**. 1. ed. Mahwah-NJ: Routledge, 1996. p. 25–42.

FEITOZA, Weddington Galindo. *et al.* GeoGebra: recurso visual e cinestésico no ensino de funções. **Holos**, v. 5, n. 36, p. 1–23, 19 ago. 2020. DOI 10.15628/holos.2020.9911. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9911>. Acesso em: 15 abr. 2024.

FERNANDES JUNIOR, Alvaro Martins; ALMEIDA, Fernando José de; ALMEIDA, Siderly do Carmo Dahle de. A pesquisa brasileira em Educação sobre o uso das tecnologias no Ensino Médio no início do século XXI e seu distanciamento da construção da BNCC. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 30, p. 620–643, jul. 2022. DOI 10.1590/S0104-403620220003002943. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ensaio/a/FbMVxqZ6tLB9gytrRW6SNzn/?lang=pt>. Acesso em: 30 jul. 2022.

FIALHO, Lia Machado Fiuza; NEVES, Vanusa Nascimento Sabino. Tecnologias digitais da informação e comunicação para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável: a educação atravessada pela pandemia. **Revista Lusófona de Educação**, n. 61, p. 141–156, 2 mar. 2024. DOI 10.24140/issn.1645-7250.rle61.09. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/9325>. Acesso em: 27 mar. 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia Da Autonomia**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013. *E-book*.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Orgs.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2007.

LEVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LEVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo (SP): Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, Adeus professora? novas exigências educacionais e profissão docente**. 10. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2007. v. 67, (Coleção Questões da Nossa Época).

MACHADO, Silvia Cota; RAMOS, Ivo de Jesus. Mapeamento sobre a incorporação das TDIC no ensino médio nos últimos 8 anos. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 22, n. 3 Dez, 31 dez. 2019. DOI 10.22456/1982-1654.94559. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/94559>. Acesso em: 26 jul. 2022.

MARFIM, Lucas; PESCE, Lucila. Formação inicial do pedagogo para integrar as TDIC às práticas educativas: um estudo de caso. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 14, p. e2544006–e2544006, 15 jan. 2020. DOI 10.14244/198271992544. Disponível em: <https://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/2544>. Acesso em: 29 jul. 2022.

MARTIN, Livia da Silva Neiva. **Entre a apropriação e a proibição : trânsito dos dispositivos móveis em escolas públicas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação Linguagem e Tecnologias) – Unidade de Ciências Sócio-Econômicas e Humanas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2014. Disponível em: <https://www.btdt.ueg.br/handle/tede/831>. Acesso em: 29 out. 2024.

MELO, Cícera Cristina Barros de Oliveira; LUCENA, Amanda Micheline Amador de. Desafios enfrentados pelos professores de uma escola pública de Maragogi para inserir as TICs como recurso pedagógico: da formação à atuação docente. **Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação**, v. 7, n. 5, p. 279–293, 1 jun. 2021. DOI <https://doi.org/10.51891/rease.v7i5.1192>. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1192>. Acesso em: 29 jul. 2022.

MELO, Maria Emília Ferraz Almeida de; SOARES, Félix Alexandre Antunes; OMENA, Cristhiane Maria Bazílio de. O computador e o rendimento escolar: uma análise situacional com concluintes do ensino médio. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, v. 10, n. 21, p. 323–353, 17 abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/112>. Acesso em: 30 jul. 2022.

MENDES, Ivoneide; LINS, Walquíria Castelo Branco; LEÃO, Marcelo. O uso das tecnologias de informação e comunicação (TICS) no ensino de ciências em escolas da rede pública do estado de Pernambuco (Brasil). **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, Innovaciones Didácticas, 12 set. 2013. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307836>. Acesso em: 29 jul. 2022.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J.; KERELUIK, Kristen. The Song Remains the Same - Looking Back to the Future of Educational Technology. **TechTrends**, v. 53, n. 5, p. 48–53, ago. 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11528-009-0325-3>. Acesso em: 14 jan. 2024.

MORAN, José Manuel. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15–33, 2015.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarcisio; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 5 mar. 2021. DOI 10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/?lang=pt>. Acesso em: 12 abr. 2024.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 617–638, set. 2014. DOI 10.1590/1516-73132014000300007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcRtHTb9c/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 8 abr. 2024.

NÓVOA, Antonio (Org.). **As Organizações Escolares Em Análise**. 3. ed. Portugal: Dom Quixote, 1999.

OLIVEIRA, Rodrigo Batista de. A aplicabilidade das novas tecnologias na educação, incorporado aos trabalhos de campo nos estudos geográficos. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 36, n. 2, p. 123–137, 2021. DOI 10.30681/21787476.2021.36.123137. Disponível em: <https://periodicos2.unemat.br/index.php/ppgedu/article/view/4884>. Acesso em: 26 jul. 2022.

OLIVEIRA, Edna Araujo dos Santos de. Conhecimento Poderoso e Inteligência Artificial (IA). **Sisyphus – Revista de Educação**, v. 11, n. 3, p. 31-45, 31 out. 2023. DOI 10.25749/SIS.29463. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/sisyphus/article/view/29463>. Acesso em: 27 mar. 2024.

PESCE, Lucila; HESSEL, Ana Maria Di Grado. Ensino superior no contexto da pandemia da COVID-19: um relato analítico. **Práxis Educacional**, v. 17, n. 45, p. 33–51, 1 abr. 2021. DOI 10.22481/praxisedu.v17i45.8323. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/8323>. Acesso em: 31 mar. 2024.

REIS, Júnias Belmont Laves Dos. O conceito de tecnologia e tecnologia educacional para alunos do ensino médio e superior. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, 17, 2009, Campinas. **Anais do 17º COLE**. Campinas: Associação de Leitura do Brasil - ALB, 2009. Disponível em: https://alb.org.br/arquivo-morto/edicoes_anteriores/anais17/txtcompletos/sem16/COLE_932.pdf. Acesso em: 27 mar. 2024.

RIEDNER, Daiani Damm Tonetto. *et al.* A inovação das práticas pedagógicas com uso de tecnologias digitais no ensino superior: um estudo no âmbito da formação inicial de professores. **ETD Educação Temática Digital**, v. 23, n. 1, p. 64–81, jan. 2021. DOI 10.20396/etd.v23i1.8655732. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1676-25922021000100064&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 1 abr. 2024.

RODRIGUES, Herik Zednik; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; KLERING, Luis Roque. Incorporação das TIC à gestão escolar e à prática pedagógica: indicadores para o desenvolvimento do e-Maturity. **Formação a distância para gestores da educação básica : olhares sobre uma experiência no Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Evagraf, 2018.

p. 15–41. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/193621>. Acesso em: 26 jul. 2022.

RODRIGUES, Karla Cristina Tyskowski Teodoro; MIRANDOLA, Sheila Maria Brandão de Paula Lima. Evolução das Tecnologias Educacionais. **Educação, Cultura e Comunicação**, v. 13, n. 26, 1 jul. 2022. Disponível em: <http://fatea.br/seer3/index.php/ECCOM/article/view/1875>. Acesso em: 29 jul. 2022.

RODRIGUES, Olira Saraiva; TAVARES, Cleide Sandra; CARDOSO, Romualdo. As tecnologias digitais e o ensino de ciência: desafios curriculares. **PRISMA.COM**, v. 45, 29 nov. 2021. Disponível em: <https://ojs.letras.up.pt/index.php/prisma.com/article/view/10999>. Acesso em: 29 jul. 2022.

SALES, João Pedro Almeida. *et al.* Ensino e aprendizagem de eletrostática utilizando os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti. **Revista do Professor de Física**, v. 4, n. 2, p. 55–65, 26 ago. 2020. DOI 10.26512/rpf.v4i2.26932. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/26932>. Acesso em: 8 abr. 2024.

SANTAELLA, Lúcia. Da cultura das mídias à cibercultura: o advento do pós-humano. **Revista FAMECOS**, v. 10, n. 22, p. 23–32, dez. 2003. DOI 10.15448/1980-3729.2003.22.3229. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/view/3229>. Acesso em: 4 ago. 2022.

SANTOS, Jaqueline de Fátima da Silva; RAMOS, Aretuza Bezerra Brito. Educação 4.0 e suas Tendências Inovadoras no Processo de Ensino-Aprendizagem: Um Estudo de Caso. **ID on line. Revista de psicologia**, , p. 94–103, 30 dez. 2023. DOI 10.14295/idonline.v17i69.3914. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/3914>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SANTOS, José Arthur da Silva; LIMA, Wagner Soares de; SILVA, Monique Gabriella Angelo da. O uso de vídeos ilustrativos no processo de assimilação e fixação dos conteúdos, nas aulas de ciências nas séries iniciais. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 2, p. 1223–1233, 9 abr. 2020. DOI <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i2-811>. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/811. Acesso em: 29 jul. 2022.

SIBILIA, Paula. **Redes ou paredes: a escola em tempos de dispersão**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

SILVA, Ione de Cássia Soares da; PRATES, Tatiane da Silva; RIBEIRO, Lucineide Fonseca Silva. As Novas Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula. **Em Debate**, n. 15, p. 107, 13 mar. 2017. DOI 10.5007/1980-3532.2016n15p107. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/emdebate/article/view/1980-3532.2016n15p107>. Acesso em: 26 jul. 2022.

SILVA, Klever Corrente; SILVA, Alcinéia de Souza. A voz do professor acerca do uso das novas tecnologias nas escolas. **Revista Polyphonia**, v. 30, n. 2, p. 49–62, 2019. DOI 10.5216/rp.v30i2.65102. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/sv/article/view/65102>. Acesso em: 29 jul. 2022.

SOLVANG, Lorena. **Educational technology for visualisation in upper secondary physics education : the case of GeoGebra**. 2021. Karlstad University Studies, Karlstad- Sweden, 2021. Disponível em:

<https://kau.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1615331&dswid=6329>. Acesso em: 3 abr. 2023.

TOKARNIA, Mariana. Especialistas apontam desafios para restrição de celular nas escolas. **Agência Brasil**, Rio de Janeiro, 13 jan. 2025a. Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2025-01/especialistas-apontam-desafios-para-restri%C3%A7%C3%A3o-de-celular-nas-escolas>. Acesso em: 20 jan. 2025.

TOKARNIA, Mariana. Saiba como redes de ensino que proíbem celulares aplicam as regras. **Agência Brasil**, Rio de Janeiro, 18 jan. 2025b. Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2025-01/saiba-como-redes-de-ensino-que-proibem-celulares-aplicam-regras>. Acesso em: 20 jan. 2025.

THOMPSON, Miguel; *et al.* **Conexões: ciências da natureza e suas tecnologias - Universo, materiais e evolução**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020. v. 6.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Políticas de tecnologia na educação no Brasil: Visão histórica e lições aprendidas. **Education Policy Analysis Archives**, v. 28, p. 94–94, 22 jun. 2020. DOI 10.14507/epaa.28.4295. Disponível em: <https://epaa.asu.edu/index.php/epaa/article/view/4295>. Acesso em: 28 mar. 2024.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Tecnologias e educação: legado das experiências da pandemia COVID-19 para o futuro da escola.

Panorama Setorial da Internet, ed. 2. Tecnologias digitais, tendências atuais e o futuro da educação, p. 1–11, 2022. Disponível em:

<https://cetic.br/pt/publicacao/ano-xiv-n-2-tecnologias-digitais-tendencia-atuais-e-o-futuro-da-educacao/>. Acesso em: 27 mar. 2024.

VEEN, Wim; VRAKKING, Ben. **Homo zappiens: educando na era digital**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009.

VELLOSO, Fernando. **Informática: conceitos básicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WALSH, Tom. **Optics of the Human Eye**. 2015. Simulação computacional. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/SjGyuKNs>. Acesso em: 10 maio 2024.

WILLINGHAM, Daniel T. **Por que os alunos não gostam da escola?: respostas da ciência cognitiva para tornar a sala de aula atrativa e efetiva**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2011.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA**SEQUÊNCIA DIDÁTICA: LENTES ESFÉRICAS E DEFEITOS NA VISÃO****TEMA:** DEFEITOS DA VISÃO**SÉRIE/ANO:** ENSINO MÉDIO**DISCIPLINA/ COMPONENTE CURRICULAR:** FÍSICA**DURAÇÃO:** 2 AULAS (50 E 40 MINUTOS RESPECTIVAMENTE)**Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

ENEM - Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade. H2 – Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.

BNCC - Competência Específica 3 em analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza. Habilidades EM13CNT302 Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e TDIC –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

PRIMEIRA AULA**DURAÇÃO:** 50 MINUTOS**OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM:**

Identificar os problemas da visão mais comuns como miopia, hipermetropia e presbiopia;
Compreender como esses problemas afetam como a luz é refratada pela córnea e o cristalino e conseqüentemente o processo de visão;
Identificar os tipos mais comuns de lentes de óculos e suas aplicações.

CONTEÚDOS:

- 1- Lentes esféricas convergentes e divergentes.
- 2- Defeitos da visão:
 - Miopia.
 - Hipermetropia.
 - Presbiopia.

RECURSOS:

Notebook com GeoGebra instalado, Projetor Multimídia, Pincel para quadro branco.

METODOLOGIAS:

Esta aula desenvolve o Primeiro e Segundo Momentos da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) de Delizoicov, aplicando a abordagem interativa facilitada pela tecnologia educativa da simulação computacional no software GeoGebra.

1º Parte: Problematização Inicial (10 min): Neste momento alguns questionamentos são levantados para discussão com estudantes, viabilizando a ligação do conteúdo trabalhado com situações do cotidiano dos mesmos. Explora-se os conhecimentos prévios dos alunos sobre os tópicos de Lentes (convergentes e divergentes) e de Anatomia do olho humano. Algumas perguntas norteadoras iniciam o debate: “Quem aqui já sentiu alguma dificuldade em enxergar algo e precisou se concentrar? Ou mesmo se aproximar?”, “Quantos aqui usa óculos ou conhece alguém que usa?”, “Vocês sabem por que algumas pessoas precisam usar lentes corretivas?” Depois usando um datashow o professor exibirá a simulação no link <<https://www.geogebra.org/m/xza2x42r> >.

2º Parte: Organização do Conhecimento (35 min): Utilizando a visualização da simulação, constrói-se paralelo entre as partes do olho e os instrumentos da Física. Conceitua-se cada um dos três distúrbios oculares - miopia, hipermetropia e presbiopia. Os estudantes são instigados a participarem fazendo previsões sobre como a imagem se formará em cada situação apresentada na simulação e qual lente - convergente ou divergente - deve ser usada em cada caso. O quadro branco é utilizado para auxiliar nas dúvidas, observações e/ou explicações excepcionais.

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM:

A avaliação do aprendizado será realizada por meio da observação da participação dos alunos nas discussões em grupo e nas atividades práticas.

SEGUNDA AULA

DURAÇÃO: 40 MINUTOS

OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM:

Desenvolver soluções para problemas cotidianos envolvendo a visão e o uso de lentes, como a exposição a displays digitais e escolha entre as lentes, os efeitos do índice de refração dos materiais e a adaptação à visão multifocal.

Relacionar os defeitos da visão com as lentes corretivas adequadas, explicando como a miopia, a hipermetropia e a presbiopia podem ser corrigidos com lentes divergentes ou convergentes.

CONTEÚDOS:

- 1- Lentes esféricas convergentes e divergentes.
- 2- Defeitos da visão:

- Miopia.
- Hipermetropia.
- Presbiopia.

RECURSOS:

Notebook com GeoGebra instalado, Projetor Multimídia, Pincel para quadro branco.

METODOLOGIAS:

Esta aula desenvolve o Terceiro Momento da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) de Delizoicov, aplicando a abordagem interativa facilitada pela tecnologia educativa da simulação computacional no software GeoGebra.

1º Etapa: Revisão dos conteúdos (10 min): Brevemente explora-se os conceitos abordados na aula anterior sobre os tópicos de Lentes (convergentes e divergentes) e de Anatomia do olho humano usando um projetor multimídia exibindo a simulação no link <<https://www.geogebra.org/m/xza2x42r>>, no quadro branco são feitas anotações necessárias.

2º Parte: Aplicação do Conhecimento (30 min): O professor propõe uma nova indagação: “Poderíamos usar lupas para substituir os óculos que são tão caros?” A discussão é conduzida para consideração da praticidade e eficiência desta substituição, apresentando a necessidade das prescrições médicas de óculos (graus de lentes esféricas e cilíndricas). “O que acontece quando uma pessoa usa óculos com grau errado ou sem necessidade?”, “Você usa celulares e outras telas digitais em ambiente iluminado?”. Logo em seguida são convidados três voluntários entre os alunos para operarem a simulação, eles irão escolher uma lente a ser usada de acordo com um defeito na visão, nesta atividade é estimulado que toda a turma dê palpites.

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM:

A avaliação do aprendizado será realizada por meio da observação da participação na discussão inicial, criatividade e clareza na sua exposição.

APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS**QUESTIONÁRIO**

01. Quais dos assuntos referentes ao conteúdo de Ótica abaixo, você tem conhecimentos?

Reflexão Refração Espelhos esféricos Lentes Cores

02. Você é capaz de citar aplicações no seu dia a dia referentes ao conteúdo de Ótica sobre as quais marcou acima ?

Sim Mais ou Menos Não

03. Para você, foi simples entender a simulação computacional utilizado nesta aula de Física?

Sim Não

Se a resposta for NÃO, cite qual(uais) a(s) dificuldade(s) encontradas.

04. A discussão em grupo o ajudou a entender o conteúdo visto em sala?

Sim Não

05. Você se sente confortável ao expressar suas idéias em público?

Sim Mais ou Menos Não

06. Você gostaria que essa metodologia de discussões e reflexões fosse incorporada à disciplina de Física?

Sim Não

07. Quais suas considerações sobre a disciplina de Física?

08. Como você acha que ficariam as aulas de Física a partir do uso das simulações?

09. Como são as aulas de Física na escola?

10. Você tem acesso a internet em casa?

Sim Não