

# O USO DO SIMULADOR EM AULAS DE FÍSICA E MATEMÁTICA

---

**GIRLEIDE MARIA DA SILVA**

Mestra pela Universidade Federal de São Carlos/ UFSCar – São Carlos, girleidedasilva@gmail.com

## RESUMO

O estudo analisa a utilização dos simuladores computacionais em dissertações e artigos. Descreve como ocorreu a inserção do simulador em suas práticas, quais elos foram feitos aos objetos do conhecimento físico e matemático e quais os resultados obtidos com o objetivo de avaliar em qual momento da aula de Física e Matemática os simuladores se adequam favoravelmente a aprendizagem. As pesquisas foram analisadas seguindo os momentos de aprendizagem propostos por Delizoicov. A metodologia de investigação foi a pesquisa bibliográfica realizada em dissertações e artigos. Tais pesquisas contribuíram para verificarmos como os autores aplicaram o simulador em seus experimentos práticos. Alguns autores concluíram que o uso do simulador, independente do momento da aula, contribuem para aprendizagem de forma igualitária. Entretanto, para outros autores a utilização do simulador em aulas de Física e Matemática, deve estar sempre presente, e se adequa favoravelmente quando o uso ocorre de maneira concomitante as organizações do conhecimento dos conceitos físicos e matemáticos e de forma contextualizada, sequencial e planejada.

**Palavras-chave:** Ensino, Simuladores, Matemática, Física.

## INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EAD) no Brasil, desde sua origem, jamais fora tema de estudos e interesses educacionais pelos seus princípios e aplicações como no período atual. A presença de professores e estudantes em um mesmo espaço físico no intervalo de tempo pré-estabelecido, com a finalidade de estudarem objetos do conhecimento, conduzindo-se à aprendizagem para o aprimoramento de habilidades, vem dando espaço a aprendizagem atemporal, com indivíduos distanciados fisicamente e envolvidos por uma temática que favorece a utilização de outras fontes de consulta em diferentes meios digitais de informação e comunicação, de modo síncrono ou assíncrono.

Segundo Machado (2015), no Brasil a Educação a Distância torna-se evidente no final do século XIX, por necessidades de informações no campo, ensino que ocorria exclusivamente por trocas de correspondências com finalidades agrícolas e pecuárias.

No século XX, as instituições internacionais privadas ofereciam cursos por correspon-dência, estes cursos eram pagos e tinham caráter profissional. As instituições brasileiras, como: Instituto Monitor e Instituto Universal Brasileiro, foram fundadas por volta de 1940; difundiram o ensino a distância profissionalizante por meio de mídia impressa em livros, catálogos, apos-tilas, moldes, planilhas e outros. (ALVES, 2011)

A mídia impressa foi o primeiro recurso pedagógico utilizado na modalidade do Ensino a Distância no final da década de 40. Implementada pelo ensino radiofônico, e sucedida pela tele-educação na década de 70. Segundo Alves (2011, p.88), em 1976 “é criado o Sistema Nacional de Tele-educação, com cursos através de material instrucional”. As teleaulas abordavam temas que abrangiam o ensino profissionalizante, o ensino fundamental e o ensino médio.

O reconhecimento legal das aulas não presenciais veio a ocorrer em 1996. No artigo 80 da Lei de Diretrizes e Bases – Lei 9.394/96 foi assegurado o ensino a distância para todos os níveis e modalidades de ensino, incluindo cursos de extensão e aperfeiçoamento. As primeiras experiências bem sucedidas se deram com o início da oferta de cursos de pós-graduação em 1997. Porém, foi só em 1999 que o MEC (Ministério da Educação) oficialmente iniciou o pro-cesso de credenciamento das instituições universitárias para atuarem na EAD; processo conso-lidado em 2002. (COSTA, 2017)

Neste interim, os recursos foram aprimorados com a presença dos computadores, *tablets* e *smartphones*, e com o advento da internet; aulas não presenciais alcançaram outros níveis de ensino, com bases estruturais destinadas ao ensino superior e a pós-graduação, possibilitando a interação da escrita, dos sons, das imagens e dos movimentos em um único meio digital.

O Decreto 9.057/2017, preleciona em seu Art. 1º que:

Considera-se educação a distância a modalidade educacional na qual a mediação didático pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorra com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com pessoal qualificado, com políticas de acesso, com acompanhamento e avaliação compatíveis, entre outros, e desenvolva atividades educativas por estudantes e profissionais da educação que estejam em lugares e tempos diversos.

As modalidades de ensino semipresencial e a distância são satisfatoriamente aceitáveis e aplicáveis ao ensino superior por proporcionarem ao seu público, que já possui autonomia, alguns aspectos, como: flexibilização, custo reduzido, variedades em cursos e certificação reconhecida. A versatilidade em conciliar o trabalho com os estudos, estudar no ambiente que lhe convier, e o autocontrole em relação ao cronograma de estudos, são algumas vantagens que podem ser agregadas ao valor inferior das mensalidades dos cursos, em relação as mensalidades dos cursos presenciais, além da economia com transporte e alimentação.

Outras vantagens desta modalidade são as variedades de cursos que se tornaram disponíveis e reconhecidos a partir da expansão do mercado de cursos *on-line*, sejam eles, tecnólogo, bacharelado, licenciatura, aperfeiçoamento, extensão, especialização e MBA. Contudo, os cursos de mestrado e doutorado no Brasil na modalidade a distância ainda não são reconhecidos pelo MEC.

Neste âmbito, o mercado de cursos *on-line* se utiliza de plataformas com *chat*, fóruns, *games*, *softwares*, simuladores e formulários, destinam espaços para enviar e reenviar tarefas, e espaços para produção coletiva de textos, permitem que os estudantes façam *download* de arquivos e vídeos, fazem *live* de aulas, entre outras possibilidades.

Embora na atualidade tenhamos diversos recursos tecnológicos digitais que apoiam a aprendizagem a distância, e constar no Decreto 9.057/2017 no Art. 2º que a educação básica, também poderá ser ofertada nesta modalidade; historicamente e estruturalmente até o início do ano de 2020 não

tínhamos experienciado tal aplicabilidade para o ensino básico, principalmente às séries iniciais do Ensino Fundamental. Não estávamos preparados para incluir no espaço virtual, de modo tão repentino e amplo, a população educacional de um país em todas as suas faixas etárias.

No estado de São Paulo devido a pandemia que assola o mundo e atinge o Brasil desde março de 2020, por meio do Decreto nº 64.862, de 13 de março de 2020 se estabeleceu a sus-pensão das aulas que perdurou sem a obrigatoriedade presencial ao estudante até 18 de outubro de 2021.

A propagação do vírus SARS-coV-2 que pertence da família do Coronavírus, nomeado desta forma por causa das espículas na sua superfície que se assemelham a uma coroa, nos trouxe uma crise sanitária, econômica, política e educacional. Popularmente conhecida como COVID 19, desde o ano anterior causa tragédia mundial, por ser uma doença infecto viral con-tagiosa de caráter altamente transmissível, com vírus em constantes processos de mutações que comprometem drasticamente as vias respiratórias, inicialmente se agravando em indivíduos com comorbidade. Fato que ao passar dos meses, com a descoberta de outras variantes, segundo estudos e divulgações em diversas mídias, o vírus veem acometendo e levando a óbito qualquer indivíduo independente do estado de saúde ou da faixa etária. (CAVALCANTE, 2020)

Diante de estudos e pesquisas no meio médico científico, até no final de 2020, a vaci-nação estava em fase de testes e produção, desde então, a população vem sendo vacinada con-forme orientações dos fabricantes e faixas etárias. Proporcionando o retorno gradual das ati-vidades educacionais de modo presencial.

Desde a confirmação do primeiro caso até os primeiros dezoito meses da pandemia, a Organização Mundial da Saúde (OMS) orientou as instituições governamentais ao isolamento social da população, pedindo aos indivíduos que se mantivessem em suas residências evitando transitar, e por consequência disseminar o vírus; embora não saibamos o porquê, há indivíduos que são assintomáticos, mas transmitem o vírus para outros indivíduos.

Segundo a OMS, o tratamento deve ser baseado na prevenção, e conforme dados da Secretaria da Saúde, os números de leitos nas unidades de terapia intensiva (UTI) não eram suficientes para atenderem a população. Deste modo, por prevenção, evitando o colapso na rede da saúde, o governador de São Paulo em conjunto com governadores de outros estados decre-taram o isolamento social, a princípio, deixando em funcionamento apenas as atividades essen-ciais, parte dos transportes e as indústrias.

A situação pandêmica obrigou o setor da educação, de um dia para outro, a converter seus procedimentos e ações do meio presencial para o virtual; instaurou-se o ensino remoto em *home office*. Segundo Alves (2020, p.358):

As práticas de educação remota cresceram no mundo todo por conta da pandemia e se caracterizam por atividades mediadas por plataformas digitais assíncronas e síncronas, com encontros frequentes durante a semana, seguindo o cronograma das atividades presenciais realizadas antes do distanciamento imposto pela pandemia. Na educação remota predomina uma adaptação temporária das metodologias utilizadas no regime presencial, com as aulas, sendo realizadas nos mesmos horários e com os professores responsáveis pelas disciplinas dos cursos presenciais, como dito anteriormente. Esses professores estão tendo que customizar os materiais para realização das atividades, criando slides, vídeos, entre outros recursos para ajudar os alunos na compreensão e participação das atividades. Contudo, nem sempre a qualidade destes materiais atende aos objetivos desejados.

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo em 2020, adiantou o recesso e as férias para os professores, enquanto instalava e testava o Centro de Mídias, disponibilizando um aplicativo para transmitir as aulas ao vivo com a participação dos estudantes e professores via *chat*. Estas aulas estão disponíveis desde o Ensino Fundamental I até o Ensino Médio, incluindo a EJA (Educação de Jovens e Adultos). As aulas voltaram a ser transmitidas pela tele-visão, e os professores encontraram nos meios digitais conexões e formas para manterem o *feedback* com os estudantes, assim como, meios para o envio e recebimento das atividades. Segundo Silva (2020, p.4)

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), em seu histórico de existência, nunca foram utilizadas com tanta veemência para fins educacionais como atualmente. A rede de educação particular e pública do ensino básico buscam se adequar em todos os níveis a este repentino modo de ensino que o distanciamento social proporcionou, e como alternativas, também lança mão ao antigo método da teleaula.

O ensino básico que estava no limiar entre as metodologias usuais comumente disseminadas e as novas tendências que surgiram com o advento tecnológico digital, devido a pandemia passa por um processo

repentino de adequação dos métodos de ensino, unindo os recursos tecnológicos digitais as novas práticas cotidianas, em um ambiente virtual de aprendizagem; atenuando o momento histórico de fechamento dos portões físicos das unidades escolares e a abertura dos portões virtuais, na expectativa por resultados significativos que auxiliassem aos estudantes na compreensão dos objetos do conhecimento, nas relações com outros temas, desenvolvendo as habilidades essenciais de modo remoto.

Contudo, o estudo a distância requer organização, disciplina, gestão de tempo, concentração e maior dedicação. Para Casatti, (2020, n. p):

A situação inesperada que levou à interrupção abrupta das aulas presenciais demandou das instituições de ensino tomadas de decisões rápidas, sem a realização de etapas fundamentais para que as iniciativas de educação fossem bem-sucedidas. Essas etapas se referem a planejamento, capacitação de todos os envolvidos, preparação da infraestrutura tecnológica (hardware e software), automatização de atividades administrativas, preparação do sistema para coleta de dados, reformulação de currículos, além do fomento à inclusão e à equidade.

Segundo Silva (2021) houveram diferentes desafios para o desenvolvimento do ensino remoto, além dos obstáculos tecnológicos, estão: a falta de acesso à internet e a aquisição de smartphones ou computadores, a interferência de familiares durante as aulas, a dificuldade de concentração, a redução do número dos estudantes em aulas *on-line*, e a in experiência dos profissionais da educação na utilização de recursos tecnológicos digitais.

Neste aspecto, as discursões, estudos e reflexões entre os pesquisadores na área da educação transcendem entre o presencial e o virtual, buscando equilíbrio no ensino híbrido e nas metodologias ativas, propondo ao estudante a possibilidade de transitar de telespectador para protagonista da sua aprendizagem. A pandemia expôs e amplificou vários aspectos insatisfatórios que já existiam na educação, mas acelerou o processo de utilização dos recursos tecnológicos digitais para o ensino básico, promoveu a autonomia dos estudantes que possuem acesso aos meios digitais, e também impulsionou o retorno dos educadores aos cursos de capacitação, extensão e ou aperfeiçoamento, com o objetivo de alinharem a utilização das práticas metodológicas educacionais aos recursos tecnológicos digitais.

A proposta do nosso artigo contempla este alinhamento em um estudo bibliográfico de caráter qualitativo, identificando nas dissertações e artigos

como e quando ocorreram a utilização dos simuladores aplicados ao ensino da Física e da Matemática. Nosso objetivo foi investigar as estratégias abordadas em pesquisas que apresentam o uso de simuladores e verificarmos em qual momento da aula o seu uso contribuiu para a aprendizagem de modo significativo.

Os estudos apontam que o simulador por si, sem a interferência do professor, tem pouco significado para o processo de aprendizagem, mas precisa estar inserido no contexto da aula. Na introdução ao tema, como instrumento de problematização onde os estudantes irão buscar respostas durante o seu desenvolvimento, para demonstrar o conceito físico e matemático durante o desenvolvimento da aula, ou ao final, como instrumento de aplicação de conhecimento para exemplificar o tema estudado. Enfim, verificarmos como tem sido aplicado o uso desta ferramenta tecnológica digital nos capacita à aprimorarmos nossos conhecimentos e a ajustarmos a sua aplicabilidade em estratégias variadas, em ordens cronológicas diversificadas, ao planejarmos as nossas aulas.

## METODOLOGIA

Neste estudo abordaremos as contribuições das pesquisas de autores que fizeram o uso de simuladores nas aulas de Física e Matemática e os aplicaram de modo qualitativo para grupos de estudantes do Ensino Fundamental II ao Superior. Analisaremos em dissertações e artigos como ocorreu a inserção do simulador em suas práticas, quais elos foram feitos aos objetos do conhecimento físico e matemático e quais os resultados obtidos. Responderemos de modo dissertativo em uma análise qualitativa as seguinte pergunta: como e quando se aplica o uso de simuladores nas aulas de Física e Matemática de modo a garantir melhor qualidade na aprendizagem?

Segundo Aliprandini (2009) o uso do simulador colabora com a aprendizagem de temas abstratos ou complexos para serem exemplificados verbalmente sem o auxílio de imagens em movimento.

As simulações podem ser consideradas a solução de muitos problemas que professores de física enfrenta, ao tentar explicar para seus alunos fenômenos demasiado abstratos para serem visualizados pela descrição em palavras, e demasiado complicados para serem representados por meio de uma figura estática (ALIPRANDINI, 2009, p. 1373).



Para Scheneider (2017) e Schweder (2015) algumas das vantagens no uso de simuladores como uma ferramenta para o ensino de Física é a possibilidade de representar fenômenos físicos de forma gráfica, por meio de figuras animadas ou interativas, tornar visível fenômenos que ocorrem em escalas pequenas, impossível de serem vistos a olho nu; permitir que acontecimentos sejam pausados, adiantados ou atrasados; e a manipulação de uma ou mais variáveis.

Uma simulação é um modelo que pretende imitar um sistema real ou imaginário, com base em uma teoria de operação desse sistema (CHAVES, 1988). Segundo Barbosa et al. (2017), devemos ficar atentos quando ensinamos com simuladores para especificarmos com clareza aos estudantes que o fenômeno simulado se assemelha ao fenômeno real, e seus procedimentos devem ser compreendidos de modo que nos remetam a estes fatos.

As simulações podem ser divididas em duas categorias, as estáticas, onde o indivíduo tem pouco controle sobre os parâmetros, e as interativas, que permitem a manipulação dos parâmetros de situações e condições.

As pesquisas analisadas nos trazem alguns tipos de simuladores. Schweder (2015), utiliza recursos tecnológicos implementados pelo AVEA (Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem), este ambiente permite acesso aos simuladores administrados pelo Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina. Scheneider (2017), também utiliza uma plataforma Moodle (*Modular Object Oriented Distance Learning*) onde foi instalado gratuitamente o *software Modellus*, usado para introduzir a modelagem computacional.

Barbosa et al (2017, p.6) escolheu “o simulador “Oersted” aplicativo que aborda de maneira dinâmica o funcionamento do experimento, conceitos, regras, atividades e um pouco da história da Física relacionada ao tema. O simulador é gratuito e foi produzido pelo Sistema Brasileiro de Ensino S. A. (SEB)”.

A *University of Colorado Boulder* também produziu um simulador denominado, *Phet*, que foi utilizado nos estudos de Lavor et al. (2020) e Makuch e Martins (2018). Lavor et al. (2020) utilizou o Movimento de Projétil, Makuch e Martins (2018) usou Frações. O Phet é uma plataforma que disponibiliza vários simuladores virtuais que podem ser aplicados nas áreas de Biologia, Matemática, Física, Química e Ciências da Terra; é gratuito sendo necessário acesso à internet para utilizá-lo. Este simulador e outros, como o GeoGebra, é indicado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo em seus materiais pedagógicos.

Magalhães (2018) aplicou simuladores em um estudo interdisciplinar unindo a Física a Matemática, utilizou no Phet o simulador Ondas em Corda, e no GeoGebra a representação gráfica das funções seno e cosseno. Silva (2016), realizou seu estudo com o GeoGebra aplicado em atividades no contexto da Geometria Analítica, verificando os diferentes registros de representações semióticos que as interfaces do software proporciona.

Segundo Silva (2016) o software GeoGebra é um recurso tecnológico digital que atua positivamente em meio a conteúdos matemáticos por ser prático e dinâmico, passível de construção e desconstrução e facilitador devido ao seu campo visual, possuindo *download* gratuito, podendo ser instalado em *smartphones* e *tabletes* ou utilizado de modo *online*.

O simulador utilizado por Braga (2017) é administrado pela empresa Furnas Centrais Elétricas SA., permite que o usuário exerça influência sobre o conteúdo ou a forma da comunicação, o indivíduo pode inserir valores iniciais, alterar parâmetros, e de forma limitada, modificar as relações entre as variáveis.

O referencial teórico tratado na pesquisa de Braga (2017) aborda os três momentos pedagógicos conhecidos como 3MP, que inicialmente foi apresentado por Delizoicov (1982, 1983), ao promover a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal, e segundo Muenchen e Delizoicov (2014, p.620) pode ser assim caracterizada:

**Problematização Inicial:** apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

**Organização do Conhecimento:** momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.

**Aplicação do Conhecimento:** momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

A 3MP utilizada nos estudos de Braga (2017) serviu como aporte teórico ao nosso estudo, identificando o melhor momento onde deve ser inserido o uso dos simuladores computacionais, com a finalidade de verificar como ocorreram as relações das práticas aplicadas nas pesquisas com os conhecimentos adquiridos em sala de aula, e explanar a existência de significados aos conceitos abstratos da física e da matemática quando inseridos o simulador.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em aulas presenciais o professor tem autonomia para administrar à sua turma no momento que lhe convier, adequando a sua realidade, o elo entre o conceito físico ou matemático, a contextualização, o cálculo, os experimentos e as simulações. Quanto aos experimentos, podem ser realizados pelos estudantes ou realizado pelo professor e demonstrado as turmas. O mesmo ocorre com o uso de simuladores computacionais que podem ser trabalhados em escolas que possuam sala com computadores ou nos celulares dos próprios estudantes.

Nos materiais impressos pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, as articulações com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, ocorrem por indicações de *links* para leituras de textos em *site*, observações de vídeos explicativos, sugestões de atividades experimentais em vídeo, e a utilização de simuladores computacionais, e softwares educativos.

O uso dos simuladores e dos softwares educacionais contribuem de modo prático para auxiliarem os educadores a comporem suas atividades em qualquer situação de ensino. Evitando gastos com materiais para experimentos práticos e eliminando os riscos com acidentes, se manipulados, de forma incorreta pelos estudantes em suas residências, em si tratando, do ensino a distância ou do ensino híbrido.

Para Schweder (2015), o uso de simuladores computacionais agregados à parte experimental potencializa e contribuem positivamente para assimilação de fenômenos físicos, na descrição dos átomos e moléculas, como em suas estruturas, nos espectros e comportamentos químicos, assim como na fundamentação da tecnologia atual.

Para a pesquisadora o estudo da Física Moderna não se apresenta no Ensino Médio e tem pouco espaço nos cursos de licenciatura em Física. No ambiente da graduação em Física, o uso dos simuladores computacionais em

conjunto com os experimentos na dinâmica das aulas, causam diferenças para aprendizagem, quando invertidas as ordens entre o uso do simulador e a aula experimental. Esta relação foi observada ao ser aplicada para um grupo de vinte estudantes do um curso de graduação a distância em Física, em um estudo de caso, com dados analisados qualitativamente.

Os participantes foram divididos em dois grupos e frequentaram quatro encontros onde puderam realizar o experimento e a simulação. Desde o primeiro encontro já haviam estudado o tema das aulas por meio de mídias digitais.

A ordem entre experimento e simulação foi alternada entre as turmas A e B e notou-se que, quando a simulação antecedeu o experimento a turma participou de modo mais interativo, com perguntas conceituais fundamentadas voltadas para o entendimento do fenômeno físico, de seu conceito ou relativas ao conteúdo, e com aspectos afirmativos, em momentos contrários, quando o experimento antecedeu a simulação, as turmas apresentaram participações com perguntas procedimentais que remetem ao manuseio dos equipamentos.

Para Schneider (2017) a tríade é unir teoria, simulação e experimento. A teoria está associada a aulas expositivas e o conhecimento do conteúdo por meio da utilização do livro didático. O uso do simulador, utilizado em aulas a distância na plataforma *Moodle* de modo contextualizado em atividades de fixação, e ações participativas, em chats e fóruns. O experimento, realizado presencialmente como parte conclusiva para finalização do tema.

A proposta para Schneider (2017), em vista da melhoria na qualidade de ensino e consequentemente melhor aprendizagem, foi um conjunto de ações em uma sequência didática, com simulador antecedendo ao experimento no estudo da cinemática escalar, para uma turma de 20 estudantes do primeiro ano do curso técnico integrado em Administração.

Segundo Braga (2017) em consonância com Moran (2000), os computadores além de permitirem a pesquisa, simularem situações e testarem conhecimentos, por meio da internet, modificam as relações e as formas de ensinar e aprender. Para Braga (2017), em seu estudo qualitativo realizado com 24 estudantes divididos em dois grupos, a presença do simulador deve estar associada ao experimento. Porém, os resultados sugerem que a utilização do simulador como instrumento de problematização inicial contribuiu para a aprendizagem, no tema pesquisado, da mesma forma, quando utilizado como instrumento de aplicação do conhecimento.

O autor fez uso do simulador em sua pesquisa visando não somente a compreensão do tema sobre eletricidade, aplicado a terceira série do Ensino Médio. Bem como, a conscientização diante da possibilidade em administrar de modo mais ativo e próximo do real o consumo de energia em uma residência.

Nos estudos mencionados os autores defendem que os simuladores têm grande potencialidade pedagógica se integrados a atividades experimentais para auxiliar na visualização dos parâmetros envolvidos. Entretanto, Barbosa et al (2017) relata que a existência de laboratórios para o ensino de física é escasso e de custo elevado, impossibilitando em alguns momentos sua utilização, em contrapartida específica que o uso dos *smartphones* nas aulas se apresentam como uma espécie de laboratório virtual móvel de fácil acesso, por ser um recurso tecnológico já utilizado pelos estudantes para outras finalidades.

O eletromagnetismo foi o conteúdo tratado na pesquisa de Barbosa et al (2017), com o auxílio do simulador “*Oersted*” desenvolvido pelo Sistema Brasileiro de Ensino S.A., este simulador foi aplicado para fins pedagógicos no *smartphone* e utilizado durante as aulas, de forma a trazer contribuições para o ensino de Física, mediante aulas lúdicas onde o aluno participou ativamente no processo de ensino e aprendizagem, enquanto o professor desenvolveu a função de facilitador, orientador e provocador de reflexões.

O período pandêmico foi propício para utilização dos *smartphones* que se apresentaram para maioria dos estudantes, principalmente os de baixa renda, como o único meio digital de acesso ao ensino.

Até este momento abordamos o uso dos simuladores para o estudo de objetos do conhecimento na componente curricular de Física. Porém, poderemos facilmente encontrar pesquisas que utilizam simuladores computacionais em outras componentes, como é o caso do estudo investigativo de Moura (2020).

Os autores realizaram a investigação aplicando aos estudantes da 3ª série do Ensino Médio da rede pública do estado do Ceará atividades de trigonometria de forma interdisciplinar com lançamentos de projéteis, utilizando o simulador Phet. A aplicação aos estudantes ocorreu na seguinte ordem: explicaram o tema trigonometria, apresentaram o simulador e foram tentando acertar o projétil do canhão no alvo, após várias tentativas, explicaram que por meio de cálculos é possível diminuir o número de tentativas erradas. Explanaram os cálculos e retornaram ao simulador; agora com

disparos precisos. Administraram algumas atividades onde os participantes realizaram seus cálculos e em seguida testaram suas respostas no simulador.

Os autores recorreram a conceitos interdisciplinares:

Na matemática, com a trigonometria, foi utilizado as definições de seno e cosseno, com a álgebra na utilização de sistemas de equações, e na geometria analítica quando relacionado o estudo de vetores. Na Física, foi abordado conceitos mecânicos como Movimento Retilíneo Uniforme e Uniformemente Variado. (MOURA, 2020, p.582)

Para Moura (2020) “as tecnológicas educativas favorecem para o ensino e aprendizado por meio da demonstração prática dos conteúdos envolvidos, desde que sejam aliados a um planejamento estruturado e seguido de uma sequência de ensino.”

Já Makuch e Martins (2018) trabalharam o tema frações, com turmas do 6º ano do Ensino Fundamental, utilizando o simulador Phet de modo experimental antes de formalizarem os conceitos e propriedades das frações.

Os pesquisadores recomendam o uso do simulador Phet em um ambiente de investigação, e sinalizam os seguintes fatores motivadores ao uso: “a experimentação, o estabelecimento de um ambiente dinâmico e interativo privilegiando a colaboração entre os pares e o professor, o incentivo à exposição de ideias e à validação dos resultados” (MAKUCH e MARTINS 2018, p.12).

Souza (2012) faz a seguinte afirmação sobre o Phet:

Este software se mostra muito simples, dinâmico, com uma aparência lúdica e de fácil entendimento em todas as etapas necessárias a percorrer. Mostrando-se numa linguagem descomplicada, com boa legibilidade é adequada a alunos do ensino médio, facilitando assim seu entendimento sobre o assunto abordado. Deve-se levar em consideração a ocorrência de alguns tópicos em que os alunos possivelmente terão alguma dificuldade, por isso a presença do professor no momento da utilização do software é fundamental. (SOUZA, 2012, p. 7).

Outro ponto a ser discutido é a praticidade para o uso da tecnologia em ambientes educacionais como veículo propiciador de aprendizagem e o valor econômico que demanda a sua aquisição. Neste aspecto, o simulador Phet, assim como, *software* GeoGebra, possuem caráter gratuito. Silva (2016) faz inferência a relação entre as janelas algébrica e visual, proveniente do *software*, destacando esta configuração como facilitadora ao tratarmos simultaneamente os registros algébrico, gráfico e geométrico.

Magalhães (2018) em um estudo com a aplicação da trigonometria e a ondulatória utilizou o simulador Phet e o software GeoGebra com o objetivo de melhoria na aprendizagem dos estudantes do curso de Eletrônica e Edificações do Instituto Federal de Tecnologia de Santa Inês no Maranhão. Utilizando os simuladores após conceituar os objetos do conhecimento da Física e da Matemática e após o domínio e manipulação das ferramentas tecnológicas necessárias à sua aplicação.

No Phet colorado os estudantes fizeram a simulação de ondas periódicas e de interferência de ondas, no GeoGebra reproduziram os gráficos das funções seno e cosseno e observaram que a variação dos parâmetros das funções são análogas ao ocorrido nas funções da onda, permitindo verificar a amplitude, frequência, pulsação e período dos movimentos oscilatórios e periódicos. Complementaram o estudo com a resolução de atividades contextualizadas a serem solucionadas com o auxílio do software GeoGebra.

A verificação da aprendizagem ocorreu em dois testes aplicados antes e depois das atividades. O pesquisador observou que houve melhor desempenho nas notas e na participação as aulas; que o uso das ferramentas tecnológicas melhorou a interpretação dos estudantes ao observarem as funções seno e cosseno em seus registros gráficos; e a contextualização em uma ação interdisciplinar favorece a aprendizagem porque torna-se ponte entre os conceitos e dá sentido aos temas.

Segundo Santos (2016, p.5):

A falta de contextualização no ensino da matemática pode acarretar o desestímulo pela disciplina, ressuscitando os métodos tradicionais que conceituam a matemática como uma ciência que trouxesse todas as coisas prontas, como se fosse um conhecimento pronto e acabado.

Já para Schneider, (2017, p.17):

O aprendizado em física deve ir além da manipulação de fórmulas, tem que ser algo vivo e vivido no cotidiano para manter a qualidade da aprendizagem dos conceitos e manter a atratividade nas aplicações e quantificação da matemática, com a álgebra e geometria.

Sadovsky (2010) alerta que a utilização do contexto apenas como exemplificação, atribuído como referência ao seu uso em alguma situação conhecida pelo estudante, sem um vínculo efetivo, serve tão somente com

ilustração, não atingindo o propósito de motivar, nem pro-porciona a aprendizagem matemática.

Segundo a autora o ideal é “propor problemas cuja formulação requer o contexto, mas que exigem o abandono do contexto para que se chegue à solução, é uma forma de levar a uma prática cada vez mais geral, assunto que faz parte do sentido da matemática na escola.” (SA-DOVSKY, 2010, p.102)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da EAD no Brasil está associado a uma faixa etária que possui autonomia e encontra nesta modalidade a possibilidade de concluir seus estudos, aprimorar seus conhecimentos ou dar continuidade a sua vida acadêmica. Por ser uma forma de aprendizagem que agrega alguns pontos facilitadores, como: adequação do tempo, menor valor econômico, comodidade, reconhecimento e segurança. Contudo, devido a pandemia e consequentemente o isolamento social, o estudo a distância que era autorizado por lei apenas a EAD, passou a ser amplamente utilizado pelos estudantes do nível básico em caráter emergencial por meio do ensino remoto.

A situação obrigou a adentrarmos no ensino remoto, sem recursos e sem formação pedagógica específica para utilização das tecnologias digitais. Embora, para o ensino, a algum tempo, o uso das TDIC venha sendo apontado como essencial para o aprendizado.

Neste âmbito, procuramos analisar em fontes bibliográficas os estudos cujas indicações nos remetessem ao uso dos simuladores computacionais em conexões com a aprendizagem. Ao analisar os estudos os autores são unânimes em concordar com as vantagens oferecidas pelos simuladores, e os relatam como recursos essenciais ao ensino da Física e da Matemática, sejam estes estudos na modalidade presencial ou a distância.

Embora haja unanimidade referente ao uso do simulador, os pesquisadores divergem com relação ao melhor momento da aula, quando o assunto é a sua utilização. Para Schweder (2015) e Scheneider (2017), a presença do simulador durante a fase da organização do conhecimento que compreende a fase dois, dos três momentos pedagógicos de Muenchen e Delizoi-cov (2014) auxilia de modo mais substancial para a aprendizagem da Física.

Para Braga (2017), não há diferença, a contribuição ocorre de forma igualitária, esteja o simulador como instrumento de problematização ou como instrumento de aplicação do conhecimento. Já no estudo da



trigonometria em conjunto com a ondulatória o pesquisador utilizou o simulador na fase da organização do conhecimento ao conceituar os objetos do conhecimento e na fase da aplicação do conhecimento, ao contextualizar as atividades.

Em suma, entendo que o tema e a proposta metodológica poderá ser o fator determinante para a utilização do simulador antes ou depois dos experimentos nas aulas de Física e Matemática. Podendo substituir os experimentos devido a facilidade no manuseio dos simuladores em comparação aos experimentos que podem ser demasiadamente difíceis, caros, consumir muito tempo ou ser muito perigosos para serem realizados.

Entendemos que a aplicação do simulador no computador, smartphones ou *tabletes* não deve ser um mero auxílio tecnológico. Nem utilizado de forma dissociada do objeto do conhecimento, e passa a ter mais funcionalidade, quando o uso ocorre de maneira concomitante as organizações do conhecimento dos conceitos físicos e matemático de forma contextualizada, sequencial e planejada. Dinamizando a aula e sintetizando os fenômenos, dando a possibilidade de algo abstrato tornar-se visível em aulas que possuem um tempo reduzido e exigem formalismos matemáticos e compreensões químicas.

Como em todas as disciplinas há temas mais acessíveis e de fácil representação ou aqueles que podem ser compreendidos intuitivamente, e há os mais abstratos, que demandam exemplificações ou experimentos que não estão dentro das nossas possibilidades. Neste aspecto, utilizamos os simuladores que diante de problemas físicos, se exemplificados de modo que nos remeta ao real, com variáveis mais simplificadas agregando conhecimento, poderá ser de grande valia ao ensino. Cabe ressaltar, que o domínio prévio das noções básicas sobre as ferramentas tecnológicas a serem utilizadas, dinamizam a aplicabilidade e favorecem a construção do conhecimento.

Em suma, assim como os autores pesquisados contribuíram com seus estudos e agregaram conhecimentos ao explanarem suas aplicações, espero ter colaborado com este estudo bibliográfico, e proponho aos senhores leitores que possam desenvolver pesquisas em conexões da Física com a Matemática, de modo a proporcionar junto aos conceitos físicos a contextualização necessária para possibilitar a aplicabilidade aos conceitos matemáticos.

## REFERÊNCIAS

ALIPRANDINI, Daiane Maria, SCHUHMACHER, Elcio, DOS SANTOS, Muriel Clasen. Pro-cesso de Ensino e Aprendizagem de Física Apoiada em Software de Modelagem. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 1, 2009, Ponta Grossa. ISBN: 978-85-7014-048-7, p. 1370-1380.

ALVES, Lucineia. Educação a distância: conceitos e história no Brasil e no mundo. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*. V.10, 2011. Disponível em: <http://seer.abed.net.br/index.php/RBAAD/article/view/235/113>. Acesso em: 20 out. 2021.

BARBOSA, Cairo Dias; GOMES, Luiz Moreira; CHAGAS, Maria Liduina das; FERREIRA, Fernanda Carla Lima. O uso de simuladores via smartphone no ensino de física: O experimento de Oersted. **Scientia Plena**, v. 13, p. 012712-1-012712-13, 2017.

BRAGA, A. S.; Killner, G. I.; ARAUJO, F. G.. O uso de simuladores computacionais como recurso didático nas aulas de física: antes ou depois?. *In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2017, São Carlos. Disponível em: [https://spo.ifsp.edu.br/images/phocadownload/DOCUMENTOS\\_MENU\\_LATERAL\\_FIXO/POS\\_GRADUA%C3%87%C3%83O/MESTRADO/Ensino\\_de\\_Ci%C3%A4ncias\\_e\\_Matem%C3%A1tica/Dissertacoes/O-usodesimuladorescomputacionaiscomorecursodid%C3%A1ticonasaulasdeF%C3%ADsicaDisserta%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://spo.ifsp.edu.br/images/phocadownload/DOCUMENTOS_MENU_LATERAL_FIXO/POS_GRADUA%C3%87%C3%83O/MESTRADO/Ensino_de_Ci%C3%A4ncias_e_Matem%C3%A1tica/Dissertacoes/O-usodesimuladorescomputacionaiscomorecursodid%C3%A1ticonasaulasdeF%C3%ADsicaDisserta%C3%A7%C3%A3o.pdf). Acesso em: 02 fev.2020.

BRASIL. Decreto 9.057, de 25/05/2017. Regulamenta o Art. 80 - Lei 9394. Brasília: DOU,2017.

CASATTI, Denise. Um guia para sobreviver à pandemia do ensino remoto. Universidade de São Paulo -USP: São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.saocarlos.usp.br/um-guia-para-sobreviver-a-pandemia-do-ensino-remoto>. Acesso em: 30 out. 2021.

CAVALCANTE, João Roberto et al. COVID-19 no Brasil: evolução da epidemia até a semana epidemiológica 20 de 2020. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* [online]. v. 29, n. 4. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000400010>.

ISSN 2237-9622. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000400010>. Acesso em: 20 out. 2021.

Chaves EOC. O Uso de Computadores em Escolas: Fundamentos e Críticas [internet]. São Paulo: Scipione; 1988. Disponível em: <http://www.ich.pucmi.nas.br/pged/db/wq/wq1/lo-cal/ecscipione.htm>. Acesso em: 10 jan. 2020.

COSTA, Adriano Ribeiro da. A Educação a Distância no Brasil: concepções, histórico e bases legais. **Revista Científica da FASETE**, v. 1, p. 59 – 74, 2017.

MACHADO, Dinamara Pereira; SOUZA, Marcio Gilberto. **Educação a Distância: fundamentos, tecnologias, estrutura e processo de ensino e aprendizagem**. São Paulo: Érica, 2010.

MAGALHÃES, Ricardo Sérgio Medeiros. **Aplicação da Trigonometria Ao Ensino de On-dulatória Utilizando o GeoGebra**. 2018. 82 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Maranhão. Programa de Pós-Graduação em Rede – Matemática em Rede Nacional, 2018.

MAKUCH, F. B.; MARTINS, M. A. O uso do PhET Simulations no ensino de frações. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 2, 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/3753-30675-3-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/3753-30675-3-PB%20(2).pdf). Acesso em: 11 out. 2021.

MORAN, José Manuel. **Ensino e Aprendizagem Inovadores com tecnologias**. In: *Informática na Educação: Teoria & Prática*. Porto Alegre, vol. 3, n.1 (set. 2000) UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, pág. 137-144. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/6474>. Acesso em: 06 Fev. 2020.

MOURA, P. de S.; RAMOS, M. do S. F.; LAVOR, O. P. Investigando o ensino de trigonometria através da interdisciplinaridade com um simulador da plataforma Phet. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 573-591, 2020. DOI: 10.26571/reamec.v8i3.10784. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/10784>. Acesso em: 1 nov. 2021.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o con-texto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p.617-638, 2014.

SADOVSKY, Patrícia. **O ensino de matemática hoje: enfoques, sentidos e desafios**. 1.ed. São Paulo: Ática, 2010.

SANTOS, Lijecson Souza dos. Contextualização Matemática em Situação de Ensino e Aprendizagem no EJA. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA, II, 2016, Campina Grande. Anais eletrônico. Paraíba: Realize, 2016, p. 01-13. Disponível em: [http://editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO\\_EV060\\_MD1\\_SA18ID492\\_23102016194610.pdf](http://editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO_EV060_MD1_SA18ID492_23102016194610.pdf). Acesso em: 01 nov. 2021.

SCHNEIDER, Wanderson Pereira. **Uma Sequência Didática Para Cinemática Escalar, Usando Experimento E Simulação Computacional**. 2017.91 f. Dissertação (mestrado) – Ins-tituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, 2017.

SCHWEDER, Sabine. **Uso de simuladores em atividades de laboratório de Física Moderna: Análise de sua contribuição para o ensino e aprendizagem na modalidade de Educação à Distância**. 2015. 138 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Cen-tro de Ciências Físicas e Matemáticas. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, 2015.

SILVA, Girleide Maria da. Simuladores em aulas de física: quando utilizar ?. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS, V, 2020, São Carlos. Anais eletrô-nico. São Carlos: UFSCar, 2020, p. 01 – 12. Disponível em: <file:///C:/Users/user/Downloads /1405-31-5072-1-10-20210128.pdf>. Acesso em: 30 out. 2021.

SILVA, Girleide Maria da. Um estudo sobre o uso do GeoGebra na aprendizagem de geometria analítica no ensino médio. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar /8870>. Acesso em: 15 set. 2021.

Silva, RRV, Barbosa, R. E. C., Souza e Silva, N. S., Pinho, L., Ferreira, T. B., Moreira, B. B., Brito, M. F. S. F., Haikal, D. S.. Pandemia da Covid-19: Insatisfação com o

trabalho entre professores(as) do Estado de Minas Gerais, Brasil. Cien. Saúde Colet. Disponível em: <http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/pandemia-da-covid19-insatisfacao-comoutrabalho-entre-professoras-do-estado-de-minas-gerais-brasil/18185>. Acesso em: 30 out. 2021.

SOUZA, Fabrício de. Levantamento e análise de softwares livres de física para o ensino médio. TCC Física. Porto Velho: Departamento de Física da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR Campus de Porto Velho, 2012. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/in-dex.php/connepi/vii/paper/viewFile/5170/1002>. Acesso em: 11 out. 2021.