

ENSINO DE FÍSICA COM LABORATÓRIOS VIRTUAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA

TEACHING PHYSICS WITH VIRTUAL LABORATORIES DURING THE PANDEMIC

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA CON LABORATORIOS VIRTUALES EN TIEMPOS DE PANDEMIA

Gabriel Rodrigues da Silva¹, Matheus Melo Lima², Cláudia Rosane Moreira da Silva³, Larisse Costa Araújo⁴, Antonia Maria Lopes⁵, Ronaldo Leon dos Santos⁶, Thiago Melo Matias⁷

DOI: 10.54899/dcs.v22i85.3930

Recibido: 02/12/2025 | Aceptado: 04/12/2025 | Publicación en línea: 17/12/2025.

RESUMO

Este artigo analisa a implementação de metodologias ativas no contexto do ensino remoto emergencial durante a pandemia de COVID-19, especificamente na disciplina de Física. O objetivo principal consiste em relatar uma experiência pedagógica realizada com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, utilizando roteiro didático com simulações virtuais das Leis de Newton e avaliação gamificada. A metodologia envolveu três etapas sequenciais: fundamentação teórica expositiva, aplicação de roteiro experimental com simulações do site VASCAK *Physics Animations*, e avaliação através da plataforma Quizizz. Os resultados evidenciam que a integração de ferramentas digitais interativas promove maior engajamento estudantil e facilita a compreensão de conceitos abstratos da Física. Conclui-se que os laboratórios virtuais constituem alternativas viáveis e eficazes para a experimentação no ensino de ciências, tanto no formato remoto quanto presencial, contribuindo para a construção de práticas pedagógicas mais dinâmicas e alinhadas às demandas da cultura digital.

Palavras-chave: Ensino Remoto Emergencial. Experimentação Virtual. Leis de Newton. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação. COVID-19.

¹ Especialista em Ensino de Física e Matemática, Faculdade da Região Serrana (FARESE), Santa Maria de Jetibá, Espírito Santo, Brasil. E-mail: gabrielrdsfisica@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-4413-8018>

² Mestre em Ensino de Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Sobral, Ceará, Brasil. E-mail: matheusfisicaifce@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3810-7199>

³ Mestra em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: claudiarosanems@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8940-6171>

⁴ Especialista em Ciências da Natureza, suas Tecnologias e Mundo do Trabalho, Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail: larissecosta2008@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-9074-2377>

⁵ Especialista em Educação Inclusiva, Instituto de Ensino Superior Franciscano (IESF), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: antonia.lopes.uema.t5@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-2935-5801>

⁶ Especialista em Ensino de Biologia, Faculdade Venda Nova do Imigrante (FAVENI), Caratinga, Minas Gerais, Brasil. E-mail: ronaldoleon17@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-3150-3310>

⁷ Licenciado em Ensino de Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Tianguá, Ceará, Brasil. E-mail: thiagofisicaifce@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-9372-2769>

ABSTRACT

This article analyzes the implementation of active methodologies in the context of emergency remote teaching during the COVID-19 pandemic, specifically in the subject of Physics. The main objective is to report on a pedagogical experience carried out with first-year high school students at a public school, using a teaching script with virtual simulations of Newton's Laws and gamified assessment. The methodology involved three sequential stages: expository theoretical foundation, application of an experimental script with simulations from the VASCAK Physics Animations website, and assessment through the Quizizz platform. The results show that the integration of interactive digital tools promotes greater student engagement and facilitates the understanding of abstract concepts in physics. It is concluded that virtual laboratories are viable and effective alternatives for experimentation in science education, both in remote and face-to-face formats, contributing to the construction of more dynamic pedagogical practices aligned with the demands of digital culture.

Keywords: Emergency Remote Teaching. Virtual Experimentation. Newton's Laws. Digital Information and Communication Technologies. COVID-19.

RESUMEN

Este artículo analiza la implementación de metodologías activas en el contexto de la enseñanza remota de emergencia durante la pandemia de COVID-19, específicamente en la asignatura de Física. El objetivo principal es relatar una experiencia pedagógica realizada con estudiantes de primer año de secundaria de una escuela pública, utilizando un guion didáctico con simulaciones virtuales de las leyes de Newton y una evaluación gamificada. La metodología constó de tres etapas secuenciales: fundamentación teórica expositiva, aplicación de un guion experimental con simulaciones del sitio web VASCAK Physics Animations y evaluación a través de la plataforma Quizizz. Los resultados evidencian que la integración de herramientas digitales interactivas promueve un mayor compromiso por parte de los estudiantes y facilita la comprensión de conceptos abstractos de la física. Se concluye que los laboratorios virtuales constituyen alternativas viables y eficaces para la experimentación en la enseñanza de las ciencias, tanto en formato remoto como presencial, contribuyendo a la construcción de prácticas pedagógicas más dinámicas y alineadas con las demandas de la cultura digital.

Palabras clave: Enseñanza remota de emergencia. Experimentación virtual. Leyes de Newton. Tecnologías digitales de la información y la comunicación. COVID-19.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O sistema educacional brasileiro enfrentou desafios sem precedentes com o advento da pandemia de COVID-19, doença causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, cujas manifestações

clínicas variam desde quadros assintomáticos até síndrome respiratória aguda grave (BRASIL, 2020a). As medidas sanitárias de contenção da propagação viral impactaram diversos setores sociais, incluindo a educação, que vivenciou a suspensão das atividades presenciais em março de 2020, inicialmente prevista como temporária, mas que se estendeu por mais de um ano.

Diante desse cenário inédito, o sistema educacional necessitou adaptar-se rapidamente à situação de distanciamento social, criando novas rotinas didático-pedagógicas mediadas por tecnologias digitais. Ferramentas como softwares educacionais e plataformas de videoconferência, embora já existentes no contexto educacional, tornaram-se essenciais e adquiriram protagonismo inédito durante o período pandêmico (TEIXEIRA; NASCIMENTO; CARREIRO, 2021).

A transição abrupta para o Ensino Remoto Emergencial (ERE) evidenciou significativas desigualdades socioeconômicas e infraestruturais nas escolas brasileiras. Nem todas as instituições dispunham de estrutura adequada para implementar metodologias baseadas em conectividade digital, faltando desde acesso à internet de qualidade até equipamentos básicos como computadores e tablets para os estudantes. Como medida paliativa, governos estaduais e municipais investiram na distribuição de dispositivos eletrônicos e chips com dados móveis, possibilitando minimamente o prosseguimento das atividades letivas (ALVES, 2020).

Nesse contexto, os professores precisaram reinventar suas práticas pedagógicas, buscando metodologias que estimulassem a interação professor-aluno e promovessem a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. No ensino de Física, disciplina historicamente percebida como desafiadora pelos estudantes devido à sua abstração conceitual e demanda por raciocínio matemático (SILVÉRIO, 2013), a experimentação virtual emergiu como alternativa promissora para suprir a ausência dos laboratórios presenciais.

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) não constituem novidade no discurso educacional. Morán (2004) já preconizava que professores necessitariam aprender a gerenciar múltiplos espaços educativos, integrando-os de forma equilibrada e inovadora. Contudo, foi na urgência imposta pela pandemia que tais tecnologias foram efetivamente incorporadas em larga escala, revelando tanto potencialidades quanto limitações da educação mediada por plataformas digitais.

A presente pesquisa tem como objetivo geral apresentar e analisar a aplicação de ferramentas experimentais virtuais no ensino de Física durante o período pandêmico, contribuindo com reflexões sobre o uso de recursos digitais tanto em aulas remotas quanto

presenciais. Os objetivos específicos compreendem: (a) elaborar roteiro experimental virtual abordando as três Leis de Newton; (b) implementar o roteiro com turma de primeiro ano do Ensino Médio de forma remota; (c) avaliar a aprendizagem através de questionário gamificado; (d) analisar quantitativamente os dados coletados para diagnóstico da eficácia da metodologia.

Este trabalho relata experiência pedagógica realizada no município de Tianguá-CE, utilizando a plataforma Google Meet para videoconferência, simulações do site VASCAK *Physics Animations* para experimentação virtual das Leis de Newton, e a plataforma Quizizz para avaliação gamificada. A relevância desta pesquisa reside na documentação de práticas pedagógicas inovadoras desenvolvidas em contexto de crise sanitária, oferecendo subsídios teóricos e metodológicos para educadores que buscam integrar tecnologias digitais ao ensino de ciências.

no máximo de 17 páginas, incluindo referências. Os trabalhos podem ser escritos em Português, Inglês e Espanhol.

REFERENCIAL TEÓRICO

Ensino Remoto Emergencial e a Educação Brasileira na Pandemia

Em março de 2020, o Ministério da Educação (MEC), por meio de parecer normativo, autorizou a suspensão das aulas presenciais e recomendou a adoção de atividades pedagógicas não presenciais durante o período de distanciamento social (BRASIL, 2020b). Essa medida inaugurou o que se convencionou chamar de Ensino Remoto Emergencial (ERE), modalidade educativa improvisada que se distingue da Educação a Distância (EaD) tradicional por sua implementação súbita e sem planejamento prévio (ALVES, 2020).

O MEC orientou que as escolas estabelecessem planejamento de estudos com acompanhamento familiar, reconhecendo a importância dos mediadores domésticos nesse novo contexto: "Neste período de afastamento presencial, recomenda-se que as escolas orientem alunos e famílias a fazer um planejamento de estudos, com o acompanhamento do cumprimento das atividades pedagógicas não presenciais por mediadores familiares" (BRASIL, 2020b, p. 9).

Para os docentes, surgiram dificuldades relacionadas ao domínio de ferramentas tecnológicas, à elaboração de materiais didáticos digitais, e à manutenção do engajamento estudantil em ambiente virtual. Para os estudantes, considerados "nativos digitais" mas não

necessariamente letrados digitalmente para fins educativos, os desafios envolveram a adaptação à rotina de estudos autônomos e o uso produtivo das tecnologias.

As desigualdades socioeconômicas brasileiras tornaram-se ainda mais evidentes nesse período. Alves (2020) elenca problemas enfrentados pelas famílias: (a) ausência de computadores, dependendo exclusivamente de dispositivos móveis; (b) inexperiência com interfaces de plataformas como Google Meet, Zoom e Microsoft Teams; (c) dificuldade dos pais em mediar atividades que exigem conhecimentos específicos não dominados por eles. Essas barreiras ampliaram a distância entre estudantes de diferentes estratos sociais, evidenciando que o ERE, embora necessário, não garantiu equidade no acesso à educação de qualidade.

Desafios Históricos do Ensino de Física e as TDIC como Possível Alternativa

O ensino de Física no Brasil enfrenta problemas estruturais anteriores à pandemia. Costa e Barros (2015) identificam diversos obstáculos: carência de laboratórios para práticas experimentais, dependência excessiva de livros didáticos, ausência de recursos tecnológicos, e desvalorização da carreira docente. Esses fatores contribuem para que a Física seja percebida como disciplina árida e descontextualizada da realidade dos estudantes.

A dificuldade no aprendizado de Física decorre da combinação entre abstração conceitual e exigência de conhecimentos matemáticos prévios. Além disso, a compreensão de fenômenos físicos demanda raciocínio lógico e capacidade de articular teoria e prática, habilidades nem sempre desenvolvidas nos anos escolares anteriores.

Da Rosa (2005, p. 6) critica o ensino de Física tradicional, afirmando que grande parte dos professores "desconheciam as relações entre Sociedade, Tecnologia e Ciência, mantendo-se arraigados aos processos de ensino voltado à informação, sem qualquer vínculo com as concepções modernas de educação". Essa postura pedagógica centrada na transmissão de conteúdos, sem contextualização ou experimentação, contribui para o desinteresse estudantil pela disciplina.

A experimentação constitui elemento fundamental na aprendizagem de Física. Segundo Coelho e Nunes (2002, p. 2), tradicionalmente "o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno". Essa abordagem meramente demonstrativa limita o potencial formativo da experimentação, que deveria promover questionamentos, investigação e construção ativa de

conhecimento.

Experimentação Virtual e Simulações no Ensino de Física

As TDIC oferecem alternativas para superar limitações da experimentação presencial. Ricardo e Freire (2007, p. 7) defendem que "o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), particularmente de simulações interativas tipo applet, pode ser uma alternativa complementar às, cada vez mais, escassas aulas experimentais".

Heckler, Saraiva e Oliveira Filho (2007) argumentam que animações e simulações auxiliam na compreensão de fenômenos físicos ao permitirem visualização dinâmica de conceitos abstratos. Os simuladores possibilitam que estudantes manipulem variáveis, testem hipóteses e observem consequências em tempo real, desenvolvendo competências científicas como investigação, argumentação e modelagem.

Moreira (2021) explica que os laboratórios virtuais permitem aos estudantes realizar simulações, criar e manipular modelos computacionais, alterar variáveis e até conduzir experimentos de forma remota, favorecendo tanto a aprendizagem de Física quanto o desenvolvimento de competências científicas. O autor também destaca que os celulares oferecem potencial para a realização de atividades experimentais no ensino dessa disciplina.

Silva e Mercado (2019), em revisão sistemática sobre experimentação virtual no ensino de Física, concluem que os laboratórios virtuais constituem conteúdos digitais baseados em modelos matemáticos que descrevem fenômenos físicos, permitindo experiências de aprendizagem comparáveis às obtidas em laboratórios reais, com vantagens relacionadas a acessibilidade, custo e segurança.

Silva e Mercado (2019) destacam a importância de ajudar a manifestar um senso crítico no estudante através dos simuladores, sendo que os estudantes poderão observar, identificar e relatar as possíveis limitações do simulador. Essa dimensão metacognitiva da experimentação virtual potencializa o desenvolvimento do pensamento científico. Nascimento Neres *et al.* (2025) evidenciaram que a combinação de aula expositivo-dialogada com simulação virtual da Segunda Lei de Newton resultou em 84% de acertos em questões que exigiam aplicação da lei a fenômenos cotidianos.

Plataformas Digitais para Educação: Google Meet e Quizizz

O Google Meet emergiu como uma das principais ferramentas de videoconferência educacional durante a pandemia. Teixeira, Nascimento e Carreiro (2021) analisaram seu potencial pedagógico, destacando funcionalidades como compartilhamento de tela, chat simultâneo, e gravação de aulas, que facilitam a comunicação síncrona entre professores e alunos.

Marcondes, Ferrete e Menezes (2021) investigaram a ressignificação do processo de ensino-aprendizagem através do Google Classroom e Google Meet, concluindo que tais ferramentas, quando integradas a outras plataformas interativas como Quizizz e Kahoot, potencializam o engajamento estudantil.

O Quizizz é uma plataforma de gamificação educacional que permite criar questionários interativos com elementos lúdicos como pontuação, ranking em tempo real, e avatares personalizados. Figueiredo *et al.* (2021), em análise da interface do Quizizz baseada em princípios de Design da Informação, concluíram que a plataforma apresenta alta usabilidade e contribui significativamente para tornar avaliações mais atrativas e motivadoras.

Machado e Carvalho (2022) coletaram percepções estudantis sobre o uso de plataformas digitais como Quizizz e Formative durante o ERE, constatando que 78% dos estudantes consideraram essas ferramentas mais envolventes que avaliações tradicionais, e 65% relataram que a gamificação reduziu a ansiedade avaliativa.

O referencial teórico em um estudo compreende uma análise crítica e organizada da literatura pertinente ao tema, fornecendo uma contextualização teórica e definindo os conceitos-chave. Deve conter de maneira abrangente as teorias, modelos e pesquisas anteriores, identificando lacunas, contradições e consensos na literatura que são importantes para o foco do trabalho que está sendo desenvolvido.

METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada quanto à natureza, uma vez que busca gerar conhecimento voltado à solução de problemas concretos e específicos do contexto educacional. Segundo Gil (2019, p. 27), a pesquisa aplicada “visa gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos”. Nesse sentido, pretende-se compreender e propor

reflexões que contribuam para o aprimoramento das práticas pedagógicas e da formação docente em contextos reais de ensino.

Quanto à abordagem, adota-se um enfoque qualitativo-quantitativo (misto), pois a investigação articula a análise interpretativa de fenômenos educacionais com a mensuração de dados empíricos. De acordo com Creswell e Creswell (2021), os estudos de abordagem mista combinam técnicas qualitativas e quantitativas com o intuito de oferecer uma compreensão mais abrangente de determinado fenômeno, integrando descrições numéricas e significados subjetivos. Assim, o método qualitativo permite compreender percepções, práticas e sentidos atribuídos pelos sujeitos pesquisados, enquanto o quantitativo fornece respaldo empírico e sistemático às interpretações (Minayo, 2012).

Em relação aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, pois busca observar, registrar, analisar e correlacionar aspectos de um fenômeno sem manipulá-lo. Gil (2019, p. 28) define a pesquisa descritiva como aquela que “tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis”. Assim, o estudo pretende descrever as práticas e percepções observadas em seu contexto de aplicação, contribuindo para o entendimento da realidade investigada.

Por fim, quanto aos procedimentos técnicos, configura-se como um estudo de caso, uma vez que se aprofunda em uma realidade específica, uma escola profissionalizante da rede pública estadual do município de Tianguá-CE, durante o segundo semestre de 2020. Conforme Yin (2015), o estudo de caso é um método empírico que investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidas. Essa estratégia permite uma análise densa e contextualizada, favorecendo a compreensão profunda das dinâmicas educacionais que se manifestam no espaço escolar.

Participaram do estudo 60 estudantes regularmente matriculados em duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio, com idades entre 14 e 16 anos. Todos os participantes possuíam acesso à internet residencial ou dados móveis fornecidos pela Secretaria de Educação, e dispunham de notebook, computador ou smartphone compatível com as plataformas utilizadas.

Os instrumentos e materiais utilizados foram: Google Meet: plataforma de videoconferência para aulas síncronas; Apresentação de slides: elaborada no Google Apresentações para fundamentação teórica; VASCAK Physics Animations (www.vacak.cz/physicsanimations.php): repositório de simulações interativas em HTML5 sobre fenômenos físicos; Roteiro experimental virtual: documento estruturado orientando passo

a passo a realização das simulações e Quizizz: plataforma de avaliação gamificada com questões de múltipla escolha.

A intervenção pedagógica foi estruturada em três etapas sequenciais: Etapa 1: Fundamentação Teórica (30 minutos): Realizou-se aula expositiva-dialogada via Google Meet, abordando os conceitos fundamentais das três Leis de Newton: Princípio da Inércia, Princípio Fundamental da Dinâmica, e Princípio da Ação e Reação. Utilizou-se apresentação de slides e quadro branco digital para registro de equações e exemplos. A interação com os estudantes ocorreu através do chat e microfone da plataforma, permitindo esclarecimento de dúvidas em tempo real. Etapa 2: Experimentação Virtual (40 minutos): Apresentou-se o roteiro experimental virtual, disponibilizado digitalmente para todos os estudantes via Google Sala de Aula. O roteiro continha:

- a) Primeira Lei de Newton (Princípio da Inércia): Os estudantes acessaram simulação de um ônibus em movimento contendo três objetos (pêndulo, balão de hélio, e corpo em cadeira de rodas). A tarefa consistia em acionar a frenagem brusca do ônibus e observar o comportamento de cada objeto, relacionando-o ao princípio da inércia.
- b) Segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica): Simulação envolvendo um caminhão puxado por peso suspenso, submetido à força gravitacional. Os estudantes manipularam variáveis como massa do caminhão e peso, observando a aceleração resultante e relacionando-a à equação $F = m \cdot a$.
- c) Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação): Simulação de dinamômetro puxado por forças opostas. Os estudantes observaram que as leituras em ambas as extremidades do dinamômetro eram idênticas, evidenciando o princípio da ação e reação.

Após cada simulação, os estudantes responderam questões reflexivas no roteiro, articulando observações empíricas com fundamentos teóricos.

Etapa 3: Avaliação Gamificada (20 minutos): Aplicou-se questionário através da plataforma Quizizz contendo cinco questões de múltipla escolha sobre as Leis de Newton. Cada questão possuía tempo limite para resposta (variando entre 45 e 90 segundos conforme complexidade). A plataforma forneceu feedback imediato, pontuação e classificação final dos estudantes.

Os dados quantitativos coletados através do Quizizz foram analisados mediante estatística descritiva, calculando-se percentuais de acertos por questão e desempenho geral da turma. As

respostas qualitativas do roteiro experimental foram analisadas por categorização temática, identificando padrões de compreensão conceitual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Engajamento e Participação nas Atividades Remotas

Dos 60 estudantes matriculados, 58 (96,7%) participaram da aula síncrona via Google Meet, demonstrando elevada adesão considerando-se o contexto do ERE. Durante a fundamentação teórica, registraram-se 34 interações via chat, incluindo dúvidas conceituais e relatos de experiências cotidianas relacionadas às Leis de Newton.

A etapa de experimentação virtual apresentou 100% de participação entre os presentes, sendo que todos conseguiram acessar as simulações do VASCAK e executar as atividades propostas no roteiro. Esse resultado evidencia a acessibilidade e usabilidade da plataforma, que não demandou instalação de softwares específicos, funcionando diretamente em navegadores web. Os resultados quantitativos obtidos através do Quizizz estão consolidados na Tabela 1:

Tabela 1: Desempenho dos estudantes no questionário Quizizz.

Questão	Conteúdo Avaliado	Acertos	Percentual
1	Primeira Lei de Newton-conceito	52	89,7%
2	Segunda Lei de Newton- cálculo	41	70,7%
3	Terceira Lei de Newton-aplicação	49	84,5%
4	Leis de Newton-aplicação	47	81,00%
5	Integração das três leis	38	65,5%
	Média geral	45,4	78,3%

Fonte: Autor.

O desempenho médio de 78,3% de acertos indica aprendizagem satisfatória dos conteúdos abordados. Nota-se que a Questão 1, sobre o conceito da Primeira Lei de Newton, obteve o maior percentual de acertos (89,7%), possivelmente devido à clareza proporcionada pela simulação do ônibus, que tornou visível e intuitivo o princípio da inércia.

A Questão 2, envolvendo cálculo com a Segunda Lei de Newton, apresentou menor desempenho (70,7%), o que pode ser atribuído às dificuldades matemáticas características da disciplina. Contudo, esse percentual é superior à média histórica da turma em questões semelhantes (aproximadamente 55% segundo registros anteriores do professor), sugerindo que a

visualização dinâmica da relação entre força, massa e aceleração facilitou a compreensão conceitual necessária à resolução de problemas.

A análise das respostas dissertativas do roteiro experimental revelou três categorias de compreensão: Categoria 1: Compreensão Integrada (62% das respostas): Estudantes relacionaram corretamente observações das simulações com fundamentos teóricos, utilizando terminologia científica adequada. Exemplo: "O pêndulo se inclinou para frente porque, pela inércia, tende a manter o movimento que tinha antes da frenagem brusca".

Categoria 2: Compreensão Parcial (29% das respostas): Estudantes identificaram fenômenos observados mas apresentaram dificuldades em articular explicações teóricas completas. Exemplo: "O balão foi para trás porque o ônibus freou" (sem mencionar explicitamente o conceito de inércia ou referencial). E a Categoria 3; Compreensão Limitada (9% das respostas): Descrições superficiais sem estabelecimento de relações causais fundamentadas na teoria.

Esses resultados corroboram com Amorim (2016), que defende que abordagens baseadas em simulações interativas habilitam estudantes a estabelecer conexões entre fenômenos reais e ciência básica, aprofundando compreensão do mundo físico.

Ao final da atividade, solicitou-se que estudantes compartilhassem voluntariamente suas impressões via chat. Registraram-se 28 manifestações espontâneas, das quais 25 (89,3%) foram positivas. Destacam-se:

"Nunca tinha visto física assim, ficou mais fácil de entender"

"O Quizizz deixou a prova menos chata, parecia um jogo"

"Queria que tivesse mais aulas com simulação, porque a gente vê acontecendo"

Três comentários indicaram dificuldades técnicas pontuais (lentidão da internet), evidenciando que, embora a metodologia seja eficaz, persistem desafios infraestruturais no contexto das escolas públicas brasileiras.

CONCLUSÕES

A presente pesquisa demonstrou que a integração de ferramentas digitais interativas, especificamente simulações virtuais e gamificação, constitui estratégia pedagógica eficaz para o ensino de Física no contexto do Ensino Remoto Emergencial. Os resultados evidenciam três contribuições principais: Primeira, a experimentação virtual por meio de simulações do

VASCAK Physics Animations promoveu elevado engajamento estudantil e facilitou a compreensão de conceitos abstratos das Leis de Newton, permitindo visualização dinâmica e manipulação de variáveis que não seriam viáveis em laboratórios escolares convencionais, especialmente considerando limitações de infraestrutura da maioria das escolas públicas brasileiras.

Segunda, a combinação de aula expositiva-dialogada, experimentação virtual e avaliação gamificada configurou metodologia ativa que posicionou estudantes como protagonistas do processo de aprendizagem, estimulando investigação, formulação de hipóteses e construção ativa de conhecimento, em contraposição ao modelo tradicional centrado na transmissão passiva de informações.

Terceira, os resultados quantitativos (78,3% de acertos médios) e qualitativos (62% de compreensão integrada) indicam que a metodologia proposta favorece aprendizagem significativa, superando desempenhos históricos da turma em avaliações tradicionais sobre o mesmo conteúdo.

Contudo, reconhecem-se limitações do estudo. A principal delas refere-se à persistência de desigualdades no acesso a tecnologias e conectividade de qualidade, fatores que, embora minimizados pelas políticas de distribuição de equipamentos, ainda afetam parcela dos estudantes brasileiros. Além disso, a eficácia de metodologias digitais depende do letramento digital docente, demandando formação continuada adequada.

Conclui-se que a pandemia de COVID-19, apesar de seus impactos negativos, catalisou transformações necessárias na educação brasileira, acelerando a incorporação de tecnologias digitais e revelando potencialidades de metodologias ativas que devem ser preservadas e aprimoradas no retorno à presencialidade. Os laboratórios virtuais não substituem completamente a experimentação presencial, mas constituem complemento valioso, acessível e pedagogicamente eficaz, alinhado às demandas da sociedade digital contemporânea.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. Educação remota: entre a ilusão e a realidade. **Interfaces Científicas – Educação**, p. 348–365. 2020. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/9251>. Acesso em: 10, nov. 2025.
- AMORIM, R. R. Uso de simulações computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 38(1).2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PvcqYmVLssjYpggDb4Jmz8N/?format=html&lang=pt>. Acesso

em: 09, nov. 2025.

BRASIL. **Parecer CNE/CP nº 5/2020**: Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. 2020b. Disponível em: Acesso em: 09, nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Coronavírus COVID-19: o que você precisa saber. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus>. Acesso em: 09, nov. 2025.

COELHO, S. M.; Nunes, A. D. A experimentação no ensino de Física: algumas considerações. In **XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2002.

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. O ensino de Física no Brasil: problemas e desafios. **Revista Educação Pública**, 15(7). 2015 Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002991532>. Acesso em: 24 abr. 2025.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto (5ª ed.).

DA ROSA, C. W. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 7(3). 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/wB3nC5YmhLYzr4wdn9m9QTc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 14 set. 2024.

FIGUEIREDO, J. V. M., *et al.* Tecnologias educacionais: análise da interface da plataforma Quizizz com base nos princípios de Design da Informação. *DAT Journal*, 6(2), 258–272. 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/7580/758081636019.pdf>. Acesso em: 14 set. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social** (7ª ed.). Atlas. 2019.

HECKLER, V., SARAIVA, M. F. O., & OLIVEIRA FILHO, K. S. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 29(2), 267–273. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/3T3bD3LBbysdnDNFS8CBgNq/>. Acesso em: 14 set. 2024.

MACHADO, C. T.; CARVALHO, A. A. Percepções dos estudantes sobre o ensino remoto e contribuições para o ensino pós-pandemia. **Revista Práxis**, 14(27). 2022. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/3971>. Acesso em: 06 out. 2024.

MARCONDES, R. M. S. T.; FERRETE, A. A. S. S.; MENEZES, J. B. F. Ressignificando o processo de ensino e aprendizagem em tempo de distanciamento social: Potencialidades do Google Classroom e do Google Meet. **Revista Humanidades e Inovação**, 8(46). 2021. Disponível em: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=pt-PT&user=w_7xwSYAAAAJ&citation_for_view=w_7xwSYAAAAJ:IjCSPb-OG4C. Acesso em: 17 mar 2025.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde (14ª ed.). Hucitec. 2012

MORÁN, J. M. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. **Revista Diálogo Educacional**, 4(12), 13–21. 2004. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/6938>. Acesso em: 06 out. 2025.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no século XXI: desafios e equívocos. **Revista do professor de Física**, 33(1). 2021. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/19959/18380>. Acesso em: 06 out. 2025.

NASCIMENTO NERES, A. T., *et al.* Aprendendo a Segunda Lei de Newton através do PhET. **RECIMA21**, 6(1). 2025. Disponível em: <https://recima21.com.br/recima21/article/download/6454/4429>. Acesso em: 06 out. 2025.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 29(2), 251–266. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/pQXFH3DqqbvMf6JW6rxXjJs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 out. 2025.

SILVA, I. P.; MERCADO, L. P. L. Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física. **Revista Ensino & Pesquisa**, 17(3), 101–125. 2019. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/2381>. Acesso em: 01 out. 2025.

TEIXEIRA, D. A. O.; NASCIMENTO, R. L.; CARREIRO, E. A. Ensino remoto: o uso do Google Meet na pandemia da COVID-19. **Boletim de Conjuntura**, 5(13), 44–61. 2021. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/374>. Acesso em: 01 out. 2025.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** (5ª ed.). Bookman. 2015