

O uso de simulações computacionais no ensino de Força e Movimento na Educação Básica brasileira: uma revisão sistemática de teses e dissertações (2000-2023)

The use of computer simulations in teaching Force and Motion in Brazilian Basic Education: a systematic review of theses and dissertations (2000–2023)

¹ José Uibson  

² Fernando Frei  

RESUMO

Esta Revisão Sistemática da Literatura mapeou o uso de simulações computacionais no ensino de Força e Movimento na Educação Básica brasileira. A partir de 193 produções identificadas em bases nacionais (2000–2023), e 4 foram efetivamente selecionadas para análise aprofundada após a aplicação dos critérios de exclusão. Os resultados indicam a predominância de atividades em pequenos grupos mediadas por roteiros do simulador PhET. Os processos avaliativos destacaram-se pela diversidade de instrumentos formativos e somativos, abrangendo desde testes escritos e questionários digitais (Google Docs e Kahoot) até a observação contínua de interações. Embora persistam limitações de infraestrutura escolar e barreiras conceituais nos alunos, o estudo demonstra o potencial das simulações para elevar o engajamento e a compreensão conceitual. Como implicação, os achados reforçam a necessidade de transição para métodos de ensino baseados em pesquisas e de melhorias na infraestrutura tecnológica das escolas.

Palavras-chave: : simulações computacionais. ensino de física. revisão sistemática da literatura.

ABSTRACT

This Systematic Literature Review mapped the use of computer simulations in teaching Force and Motion in Brazilian Basic Education. Out of 193 studies identified in national databases (2000–2023), 4 were selected for in-depth analysis after applying the exclusion criteria. The results indicate a predominance of small-group activities mediated by PhET simulation worksheets. Assessment processes were characterized by a diversity of formative and summative instruments, ranging from written tests and digital questionnaires (Google Docs and Kahoot) to continuous observation of interactions. Although challenges related to school infrastructure and persistent student conceptual barriers remain, the study demonstrates the potential of simulations to enhance engagement and conceptual understanding. As an implication, the findings reinforce the need for a transition toward research-based teaching methods alongside improvements in the technological infrastructure of schools.

Keywords: computer simulations. physics education. systematic literature review.

1 Professor Efetivo. Instituto Federal de Sergipe (IFS), Campus Lagarto. Lagarto, SE, Brasil.

2 Professor Associado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Assis. Assis, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar os resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre o uso das Simulações Computacionais (SCs) no ensino de Física no contexto da Educação Básica brasileira, especificamente com aplicações em relação aos conceitos de Força e Movimento. No contexto educacional contemporâneo, o ensino tradicional enfrenta desafios significativos, evidenciando a necessidade de uma abordagem inovadora. Os métodos convencionais de ensino não têm demonstrado eficácia na promoção da aprendizagem efetiva, no despertar do interesse e no engajamento dos alunos nas atividades escolares. Conforme destacado por Moreira (2021) é fundamental adotar uma perspectiva centrada no aluno, que priorize a aprendizagem ativa e significativa. Para tanto, é essencial que os docentes integrem as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) em sua prática pedagógica, visando potencializar a experiência de aprendizagem. De forma complementar, é preciso criar ambientes educacionais mais eficazes, superando a ênfase excessiva nos conteúdos e buscando uma maior compreensão em como os alunos estão interagindo com tais conteúdos (Bao; Koenig, 2019).

Isso se justifica pelo fato de que os alunos contemporâneos apresentam uma forma distintiva de aprender e interagir com a informação no contexto digital e interconectado atual. Essa abordagem difere significativamente da forma como seus professores geralmente lidam com a informação, evidenciando uma lacuna geracional e pedagógica que precisa ser considerada e abordada na prática educacional. Conforme já observado por Prensky (2001, p. 2) no início deste século, “o maior problema que a educação enfrenta hoje é que nossos instrutores Imigrantes Digitais, que falam uma linguagem ultrapassada (a da era pré-digital), estão lutando para ensinar uma população que fala uma linguagem inteiramente nova”, os chamados nativos digitais. Assim, para criar um ambiente educacional mais conectado aos alunos desta era é preciso repensar as metodologias empregadas, sendo viável que se incorporem abordagens mais dinâmicas, a exemplo da gamificação (Silva; Sales; Castro, 2019), do uso das simulações computacionais (Velasco; Buteler; Coleoni, 2024) ou da aprendizagem baseada em projetos (Silva; Cruz; Silva, 2023).

Nesse contexto, é fundamental refletir sobre a formação continuada de professores, visando capacitá-los a integrar recursos tecnológicos de forma eficaz em sua prática pedagógica. A necessidade de programas de formação que abordem não apenas a utilização das tecnologias, mas também a sua aplicação pedagógica, é crucial para garantir que os docentes estejam preparados para explorar o potencial das tecnologias em prol da aprendizagem. De acordo com Cavassani, Andrade e Marques (2024, p. 19), é preciso que ocorra uma integração das TDICs nos currículos das licenciaturas, “permitindo assim que os professores vivenciem essas ferramentas culturais em atividades de ensino, proporcionando meios para sua apropriação pedagógica e o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais para o ensino”. Essa integração pode ser realizada também em cursos de formação continuada, porém, como alerta Lacerda e Macedo (2024, p. 2), é fundamental que as “formações voltadas para a apresentação das TDIC para as práticas docentes estejam alicerçadas em pressupostos e metodologias, que dialoguem entre as funcionalidades dos recursos apresentados e as intenções pedagógicas dos docentes”. Isso porque, de acordo com os referidos autores, muitos docentes apontam ausência de contextualização nesses cursos oferecidos, em que não se considera o perfil dos docentes e discentes, além de problemas na infraestrutura escolar.

Em relação à Educação Básica, as TDICs trazem importantes contribuições para os processos de ensino-aprendizagem, possibilitando a personalização do ensino, a diversificação das atividades e o desenvolvimento de habilidades e competências (Ziede et al., 2016). Os referidos autores também destacam o papel dos cursos de formação continuada sobre as TDICs, inclusive de forma contínua justificando que “em decorrência das circunstâncias que determinam a vida de hoje e das perspectivas para o futuro, das quais podemos destacar o crescimento acelerado dos conhecimentos científicos, técnicos e tecnológicos colocados à disposição da sociedade” (Ibid., p. 3). Assim, torna-se imprescindível o uso de recursos tecnológicos em sala de aula, a exemplo das SCs (como as simulações PhET) que têm suas potencialidades evidenciadas em várias pesquisas no ensino de Física (Ricardo; Custódio; Rezende Junior, 2007; Lee; Hwan, 2015; López; Veit; Araujo, 2016; Jaime; Leonel, 2024).

Embora a literatura apresente revisões sistemáticas abrangentes sobre o uso de simulações computacionais no ensino de Física em termos gerais (López; Veit; Araujo, 2016; Andrade; Viveiro; D’Abreu, 2024), identifica-se uma lacuna no que tange ao mapeamento detalhado das estratégias de transição conceitual em tópicos de alta persistência de concepções alternativas, como a Mecânica Newtoniana. Ademais, revisões prévias focam em panoramas quantitativos de publicações, omitindo análises verticais sobre como as dinâmicas de sala de aula se articulam com novos instrumentos avaliativos. Justifica-se, portanto, a necessidade deste estudo pela sua originalidade em delimitar estritamente a produção *stricto sensu* nacional (2000-2023) voltada à Educação Básica, oferecendo um exame minucioso de como os simuladores balizam as avaliações e as barreiras pedagógicas especificamente no ensino de Força e Movimento.

Em termos de documentos oficiais, as TDICs aparecem de forma superficial na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), entrelaçadas em três dimensões das competências gerais: pensamento computacional, mundo digital e cultura digital. Essas dimensões são incorporadas em todos os níveis da Educação Básica, porém, para o Ensino Médio, “o foco passa a estar no reconhecimento das potencialidades das tecnologias digitais para a realização de uma série de atividades relacionadas a todas as áreas do conhecimento, a diversas práticas sociais e ao mundo do trabalho” (Brasil, 2018, p. 474). Embora a BNCC não forneça orientações explícitas sobre como desenvolver tais competências, de acordo com Testa et al. (2023, p. 11), “cabe ao professor ser o mediador de conhecimentos por meio do uso das TDIC, fomentando um processo de ensino e aprendizagem que faça sentido ao estudante”.

Diante deste cenário, reconhecendo as potencialidades e desafios no uso das simulações computacionais, torna-se imperativo avaliar suas formas de uso e contribuições à Educação Básica brasileira, especificadamente no ensino de Mecânica. Para tanto, conduziu-se esta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) seguindo o protocolo de Kitchenham e Charters (2007) e as orientações de Dermeval, Coelho e Bittencourt (2020). Para além de apresentar um panorama nacional das produções, este trabalho traz uma contribuição vertical ao estruturar as implicações pedagógicas dos resultados diretamente para o ensino das três Leis de Newton, discutindo como o uso dessas ferramentas digitais pode auxiliar na superação das históricas barreiras conceituais que os estudantes do Ensino Fundamental e Médio enfrentam ao diferenciar inércia, força resultante e interações de ação e reação.

Este trabalho está dividido nesta seção de Introdução (seção 1), sobre o método empregado na RSL (seção 2) e na análise e discussão dos resultados (seção 3). Por fim, finaliza-se esta RSL com as considerações finais (seção 4).

2 PERCURSO METODOLÓGICO

O método de investigação adotado neste estudo fundamenta-se em uma abordagem qualitativa de natureza bibliográfica. A estrutura metodológica concentrou-se no desenvolvimento de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). O objetivo primordial desta estratégia foi identificar e selecionar estudos relevantes que pudessem fornecer subsídios para responder às questões de pesquisa relacionadas à temática específica em análise.

Conforme preconizado por Hulley et al. (2015), a RSL constitui um instrumento fundamental para o pesquisador, permitindo a síntese e a apresentação de conclusões sobre um vasto corpo de conhecimento. Para a consecução de tal síntese de forma rigorosa, é imperativo o seguimento de etapas previamente estabelecidas com objetividade, visando o levantamento e a consolidação do estado da arte na área temática delimitada (Dermeval; Coelho; Bittencourt, 2020).

De acordo com Kitchenham e Charters (2007, p. 4), uma das vantagens de uma RSL é que “elas podem fornecer informações sobre os efeitos de algum fenômeno em uma ampla gama de cenários e métodos empíricos”. Nesse sentido, as autoras propõem uma sequência de etapas de desenvolvimento de uma RSL, que serão apresentadas a seguir.

2.1 Definindo a Questão de Pesquisa

A questão de pesquisa é fundamental para todo o planejamento de uma RSL, pois direciona a pesquisa e influencia todas as etapas seguintes. Para Kitchenham e Charters (2007), a definição do tipo de questão deve estar alinhada com o objetivo da RSL. Nesta RSL, as seguintes questões de pesquisa foram utilizadas:

Quadro 1: Questões de Pesquisa.

ID	Questões
QP1	Como as Simulações Computacionais (SCs) em relação aos conceitos de Força e Movimento vêm sendo aplicadas no ensino de Física na Educação Básica?
QP2	Quais os benefícios ou potencialidades das SCs para o processo de ensino-aprendizagem, foram apresentados nos estudos?
QP3	Quais processos avaliativos foram identificados nos estudos?
QP4	Quais as principais dificuldades destacadas nos estudos referentes a aplicação das SCs?

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Com essas questões foi possível realizar uma análise detalhada sobre a utilização das simulações computacionais no ensino de Física na Educação Básica, a partir da ótica da produção acadêmica de Teses e Dissertações em âmbito nacional.

2.2 Busca e Seleção dos Estudos

Com as questões de pesquisas definidas, procedeu-se à elaboração da string de busca, que é o conjunto de palavras-chaves em que se faz uso de conectivos booleanos AND (E) e OR (OU). Assim, foi utilizada a seguinte string:

“Simulações computacionais” AND “ensino de Física”

A string de busca supracitada foi utilizada nas seguintes bases de dados: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Catálogo de Teses e Dissertações da Capes. Nesse percurso, o passo seguinte neste protocolo da RSL é definir critérios de inclusão e exclusão a fim de selecionar os trabalhos relevantes para o estudo em tela.

Quadro 2: Critérios de Inclusão e Exclusão.

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
CI01: Teses e Dissertações publicadas entre 2000 e 2023 que tratem do uso de SC no ensino de Física em língua portuguesa.	CE01: Artigos, livros ou outros tipos de trabalhos que não se enquadrem em <u>CI 01</u> .
CI02: Teses e Dissertações com uso das SCs no ensino de Física na Educação Básica.	CE02: Trabalhos em que a aplicação das SCs tenha ocorrido na graduação ou pós-graduação.
CI03: Teses e Dissertações com SCs relacionadas aos conceitos de Força e Movimento.	CE03: Trabalhos teóricos em que não tenha ocorrido aplicação das SCs.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A aplicação dos critérios propostos segue procedimentos sistematizados pensando na qualidade do processo da RSL. De acordo com Paula, Oliveira e Martins (2019), isso é fundamental para selecionar os trabalhos mais relevantes de acordo com suas qualidades quanto às questões de pesquisa. Assim, a qualidade para a seleção dos trabalhos foi verificada da seguinte forma: 1) leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves de cada trabalho; 2) leitura da Introdução e metodologia dos trabalhos pré-selecionados; e 3) leitura do texto completo para a amostra final. Após essa delimitação, os 4 trabalhos finalistas foram submetidos a uma avaliação formal de qualidade metodológica, baseada nos critérios adaptados de Kitchenham e Charters (2007). Foram definidos três critérios explícitos, pontuados entre 0 (não atende), 0,5 (atende parcialmente) e 1 (atende totalmente): CQ1) Clareza e delimitação dos objetivos da pesquisa; CQ2) Adequação e descrição detalhada do percurso metodoló-

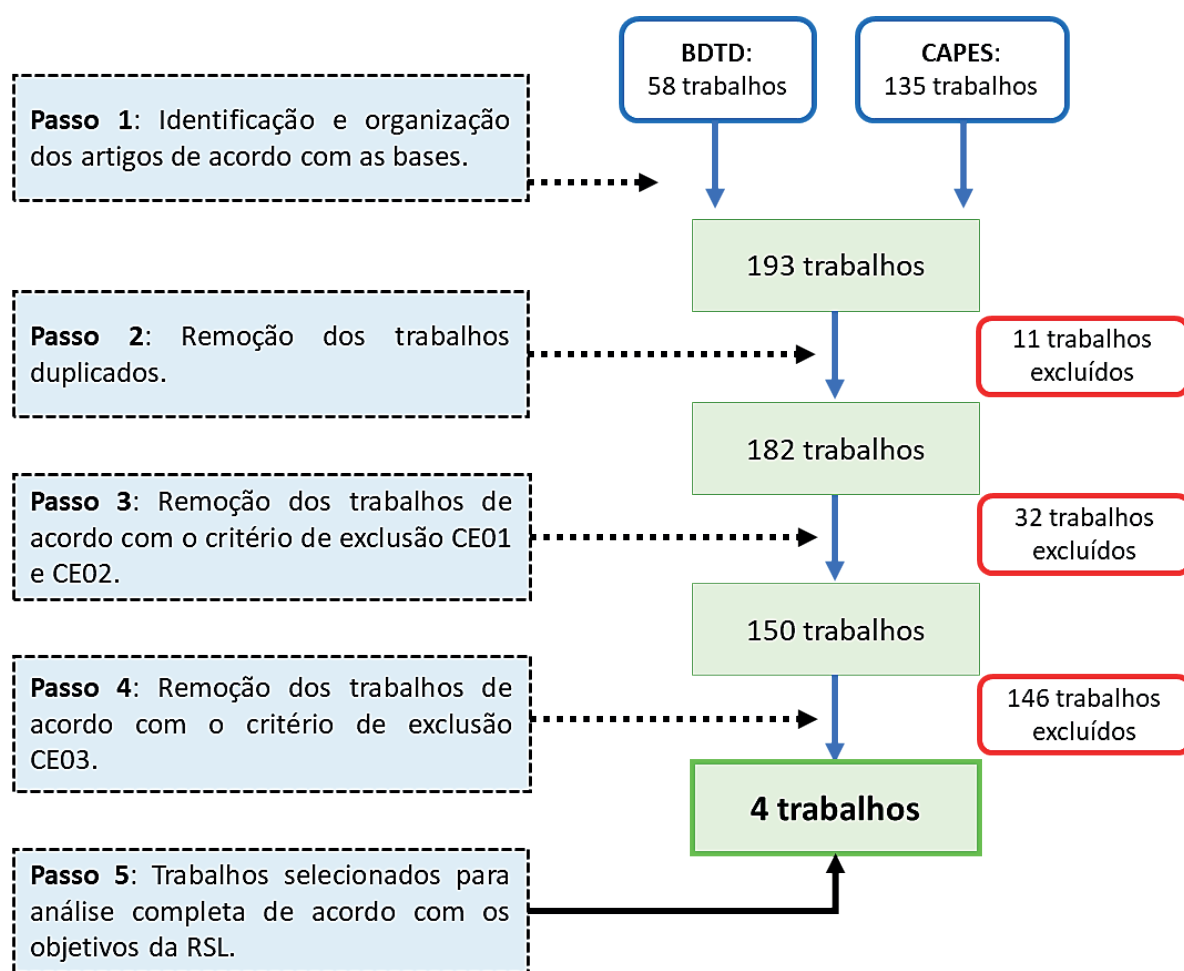
gico/intervenção pedagógica; e CQ3) Consistência dos resultados apresentados em relação às questões de pesquisa propostas. Todos os quatro estudos selecionados obtiveram pontuação máxima (3,0 pontos), atestando o rigor científico necessário para compor o corpus desta revisão. Após esta etapa, seguiu-se com a extração e a síntese dos dados relevantes a fim de chegar a respostas para as questões de pesquisa, cujos resultados são apresentados a seguir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise dos trabalhos encontrados

O processo de seleção dos trabalhos para análise está descrito no diagrama a seguir, em que é indicada para cada etapa o motivo e quantitativo dos artigos excluídos.

Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos estudos da RSL, desde a identificação dos trabalhos nas bases consultadas até a definição do corpus final da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Em conformidade com o que se evidencia na Figura 1, o levantamento bibliográfico identificou um universo de 193 publicações no período em análise. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e a subsequente remoção de duplicatas, a amostra final foi reduzida para quatro trabalhos. Estes artigos selecionados relacionam-se diretamente com os conceitos de Força e Movimento e foram submetidos a uma análise aprofundada. O quadro subsequente sintetiza a descrição geral destes estudos.

Quadro 3: Descrição geral dos trabalhos selecionados.

ID	Título	Autor(a)	Ano	Programa	Instituição
T1	Uso de simulações computacionais no ensino de conceitos de Força e Movimento no 9º ano do Ensino Fundamental	Gláucia Martins Ricardo Souza	2015	Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF)	Universidade Federal Fluminense
T2	Forças e movimento: proposta de atividades com Simulações Computacionais	Alexandre Martins Cristóvão	2017	Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF)	Universidade Federal de Santa Catarina
T3	Simulação computacional como recurso pedagógico para o ensino de Física no Ensino Fundamental	Marcos Antônio Moraes Pereira	2020	Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF)	Universidade Federal de Mato Grosso
T4	Exploração de simulações computacionais como forma de estimular o aprendizado significativo de conceitos da Física	Tárico Barbosa de Freitas	2022	Mestrado em Tecnologia, Ambiente e Sociedade	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Elaborado pelos autores (2026).

De acordo com as informações do Quadro 3, cabe destaque inicialmente que dentre os trabalhos selecionados não constam teses de doutorado. Este resultado pode indicar uma lacuna na pesquisa em ensino de Física em relação à temática abordada ou alternativamente, é possível que os mecanismos de busca utilizados nas bases de dados não tenham sido suficientemente eficazes para identificar possíveis teses.

Nota-se ainda um grande destaque para o programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com 3 dos 4 trabalhos encontrados. Proporção semelhante também foi verificada por Andrade, Viveiro e D'Abreu (2024), que destacam o aumento expressivo na produção acadêmica deste programa, tendo reflexo nas pesquisas que envolvem simulações computacionais. O MNPEF surgiu em 2013, sendo coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), possuindo abrangência nacional com 58 polos em Instituições de Ensino Superior (IES) por todo território nacional (Silva; Villani, 2022). De acordo com Ferreira et al. (2021, p. 2) o principal objetivo deste mestrado é “a formação de professores do Ensino Fundamental e Médio, com ênfase no desenvolvimento profissional em aspectos teóricos; epistemológicos e metodológicos; e na qualificação de conhecimentos em Física”.

Por fim, verifica-se que não foram encontrados trabalhos entre 2000 e 2014, indicando que a produção na temática desta RSL é recente, ocorrendo a partir de 2015. Este resultado também é verificado por Andrade, Viveiro e D'Abreu (2024), sendo justificado por dois fatores: 1) surgimento do MNPEF em 2013, com as primeiras dissertações sendo defendidas em 2015, o que proporcionou aumento substancial na produção acadêmica a partir de então; e, 2) no período em questão, observou-se uma acessibilidade e uma disseminação acentuadas de equipamentos e recursos digitais, incluindo a Internet. Essa expansão viabilizou a introdução dessas ferramentas no ambiente escolar, facultando aos docentes o desenvolvimento de atividades pedagógicas que as incorporassem em sala de aula (Ibid., 2004).

3. 2 Análise das Questões de Pesquisa

QP1: Como as Simulações Computacionais (SCs) em relação aos conceitos de Força e Movimento vêm sendo aplicadas no ensino de Física na Educação Básica?

De acordo com a análise dos trabalhos, as formas como as SCs foram aplicadas estão estruturadas em três dimensões: i) organização dos alunos; ii) materiais utilizados; e iii) papel do professor. O Quadro 4 apresenta uma síntese dos principais resultados identificados em cada uma dessas dimensões, oferecendo uma visão panorâmica das evidências encontradas na RSL.

Quadro 4: Síntese dos principais resultados da RSL referentes à aplicação das SCs.

Aspecto	Principais evidências encontradas
Organização dos alunos	Duplas e trios; atividades colaborativas; exploração autônoma; desafios e resolução de problemas.
Recursos utilizados	Simulador PhET “Força e Movimento: Noções Básicas”; roteiros impressos/digitais; laboratório de informática.
Papel do professor	Mediação; orientação das discussões; sistematização dos conceitos; apoio durante a exploração das simulações.
Síntese geral	As SCs foram aplicadas em atividades investigativas e colaborativas, com forte mediação docente e utilização do PhET como principal recurso didático.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A organização dos estudantes para atividades com simulações computacionais foi estabelecida em pequenos grupos (duplas e trios) em todos os estudos. Essa configuração facilitou o engajamento ativo dos discentes. Metodologicamente, essa disposição permitiu o desenvolvimento de dinâmicas de competição entre grupos (T3) e a exploração autônoma de parâmetros da simulação (T4). A implementação foi conduzida por roteiros estruturados, contendo questões pré e pós-simulação (T1 e T2). As tarefas incluíam a resolução de problemas cotidianos (T2) e a participação em desafios lúdicos/competitivos (T3).

Esta forma de trabalhar as SCs traz vantagens e desvantagens. De acordo com Stephens e Clement (2015), aplicadas na turma inteira, foi possível observar mais discussões sobre conceitos-chave e maior suporte visual por parte do professor, o que pode facilitar a interpretação dos alunos e minimizar dificuldades conceituais. No formato de pequenos grupos, os alunos tiveram mais liberdade para explorar a simulação, mas nem sempre usaram os recursos visuais de forma eficaz ou discutiram conceitos considerados fundamentais. Assim, os autores sugerem uma forma híbrida para tratar as SCs.

Em relação aos materiais utilizados pelos alunos, estes fizeram uso de roteiros impressos ou digitais com perguntas ou conceitos explicativos (T1), sendo verificado que em todos os trabalhos, as atividades foram realizadas no simulador “Força e Movimento: Noções Básicas” da plataforma PhET Colorado, geralmente no laboratório de informática da escola. Este resultado evidencia a relevância dos simuladores PhET que, de acordo com Medeiros Jr., Naia e Lopes (2024, p. 2), “são ferramentas interativas que facilitam a aprendizagem ativa e a compreensão de conceitos abstratos, tornando visuais fenômenos que, na prática, seriam invisíveis, a exemplo da presença de campos ou manifestações do mundo microscópico”.

Nesse percurso, a partir das análises dos trabalhos, foi observado que os professores atuaram como mediadores, retomando questões para sistematizar conceitos (T1 e T4) e guiando discussões. De acordo com Araújo et al. (2021, p. 5) é um papel fundamental, “pois além de possibilitar o aprendizado, ele é responsável pela apresentação dos meios digitais para os seus alunos e por enfatizar a importância dessas ferramentas como facilitador do ensino de Física”.

QP2: Quais os benefícios ou potencialidades das SCs para o processo de ensino-aprendizagem, foram apresentados nos estudos?

Foram registrados quatro benefícios ou potencialidades das simulações computacionais nos trabalhos, a saber: melhoria no engajamento e motivação dos alunos; facilitação da compreensão conceitual; expansão das possibilidades pedagógicas dos docentes; e impactos positivos na aprendizagem. O Quadro 5 apresenta uma síntese dos principais benefícios e potencialidades das SCs identificados na RSL, proporcionando uma visão panorâmica das evidências encontradas.

Quadro 5: Síntese dos principais benefícios e potencialidades das Simulações Computacionais.

Benefício/Potencialidade	Principais evidências encontradas
Engajamento e motivação dos alunos	Aulas mais interativas; redução da monotonia do ensino tradicional; maior entusiasmo, participação nas atividades e predisposição para aprender.
Compreensão conceitual	Visualização de fenômenos abstratos; contextualização dos conteúdos; aproximação entre teoria e prática; melhor compreensão de conceitos de Força e Movimento.
Expansão das possibilidades pedagógicas	Possibilidade de simular situações inviáveis experimentalmente; alteração rápida de parâmetros; exploração de múltiplos cenários e hipóteses de investigação.
Impactos positivos na aprendizagem	Melhoria da compreensão conceitual; desenvolvimento da autonomia dos estudantes; aumento do interesse pela disciplina e fortalecimento da aprendizagem ativa.
Síntese geral	As Simulações Computacionais favoreceram simultaneamente a motivação, a compreensão conceitual, a ampliação das estratégias pedagógicas docentes e a aprendizagem dos estudantes, evidenciando seu potencial como recurso didático para o ensino de Física.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Em relação à melhoria no engajamento e motivação dos alunos, foi verificado que as SCs tornaram as aulas mais interativas, reduzindo a monotonia do ensino tradicional (T1 e T3), em que os alunos mostraram entusiasmo para resolver os problemas propostos, na competição em equipes (T3) e na discussão dos resultados (T2), demonstrando uma maior predisposição à aprendizagem (T1).

A análise dos estudos revelou que o emprego de Simulações Computacionais (SCs) demonstrou potencial significativo no aprimoramento da aprendizagem conceitual pelos estudantes. Essa melhoria é atribuída à capacidade das SCs de viabilizar a visualização de fenômenos abstratos de difícil representação no ensino tradicional. Exemplos incluem a modelagem de força resultante nula ou de movimento em diferentes campos gravitacionais, conforme evidenciado nos Estudos T2 e T3.

De forma complementar, as SCs auxiliaram na contextualização de alguns conteúdos (ex.: skate, lançamento de projéteis), além de facilitar a relação entre teoria e prática (T1 e T2).

Outra potencialidade evidente é que com o uso das SCs expandem-se as possibilidades pedagógicas dos professores, sendo possível realizar experimentos inviáveis no mundo real (ex.: gravidade em outros planetas) como verificado em T2 e T3, assim como a alteração de parâmetros rapidamente (ex.: massa, força), o que permite explorar múltiplos cenários (T2). Assim, alguns impactos positivos na aprendizagem dos alunos foram registrados como a melhoria significativa na compreensão de conceitos (T1), autonomia dos alunos na realização das atividades (T2 e T3). Foi identificada também, uma associação positiva entre a prática com as Simulações Computacionais (SCs) e o aumento da motivação ou o desenvolvimento de interesse pela disciplina (Estudo T3).

Esses resultados estão de acordo com outras pesquisas, a exemplo de Jaime e Leonel (2024, p. 3) que destacam as seguintes vantagens no uso das SCs: “alto nível de interatividade dos educandos; maior interesse do educando na sala de aula; teste de diversas hipóteses; tornar conceitos abstratos mais concretos; promover habilidades de raciocínio crítico; compreensão mais aprofundada do fenômeno físico”. Os referidos autores destacam ainda como potencialidades das simulações a ampliação do poder de observação, possibilitando aos alunos melhor compreensão do fenômeno tratado, além do aumento de seu interesse e interação, tornando os alunos mais ativos em sala de aula.

QP3: Quais processos avaliativos foram identificados nos estudos?

A análise dos estudos permitiu identificar três dimensões que caracterizam os processos avaliativos empregados durante a utilização de Simulações Computacionais (SCs): i) instrumentos avaliativos utilizados; ii) momentos de aplicação da avaliação; e iii) finalidades dos processos avaliativos. O Quadro 6

apresenta uma síntese dos principais processos avaliativos identificados nesta RSL, contemplando os instrumentos utilizados, os momentos de aplicação e as finalidades da avaliação.

Quadro 6: Síntese dos principais processos avaliativos identificados.

Dimensão	Principais evidências encontradas
Instrumentos avaliativos	Testes escritos (questões objetivas e discursivas); questionários digitais (<i>Google Docs</i> e <i>Kahoot</i>); roteiros de atividades; entrevistas e observações durante as atividades.
Momentos da avaliação	Avaliações realizadas durante as atividades (acompanhamento contínuo, observação das interações e análise dos roteiros) e ao final das atividades (testes somativos, questionários sobre a metodologia e revisões utilizando <i>Kahoot</i>).
Finalidades da avaliação	Verificar a aprendizagem dos conceitos de Física; avaliar a eficácia da metodologia empregada; analisar o engajamento, a motivação e a participação dos estudantes durante o uso das SCs.
Síntese geral	Os estudos utilizaram processos avaliativos diversificados, combinando diferentes instrumentos, momentos de aplicação e finalidades, evidenciando uma predominância de práticas alinhadas aos princípios da avaliação formativa.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No que diz respeito aos processos avaliativos que foram empregados no uso de simulações computacionais verificou-se nos trabalhos analisados a presença de testes escritos com questões objetivas e discursivas aplicadas presencialmente (T1 e T2), questionários digitais com a utilização de plataformas (*Google Docs* e *Kahoot*) para avaliações virtuais (T3), roteiros de atividades visando analisar as respostas dos alunos durante as simulações (T1 e T4) e entrevistas e observações, possibilitando feedback aos professores sobre o envolvimento dos alunos (T1 e T2). Tais instrumentos avaliativos são comuns no ensino de Física, inclusive quando se faz uso de SCs (Souza; Mello, 2017; Barbosa; Buffon, 2020).

Em relação ao momento em que os alunos foram avaliados, em alguns trabalhos ocorreu durante as aulas, com uma análise contínua do desempenho nas atividades dos roteiros (T3) ou através da observação imediata das interações e discussões (T2). Em outros trabalhos a avaliação foi realizada ao final das atividades com testes somativos para verificação da aprendizagem (T1), questionários de avaliação da metodologia utilizada (T2) e avaliações lúdicas (no *Kahoot*) para revisão final (T3). Por fim, verificou-se que as avaliações, fazendo uso de diversos instrumentos, foram realizadas em momentos distintos, buscando aferir a aprendizagem dos conceitos (T1 e T3), a eficácia da metodologia (T2) e o engajamento e motivação dos alunos (T1 e T3).

Cabe destaque à diversidade de instrumentos avaliativos utilizados, em momentos distintos de aplicação das simulações computacionais, cumprindo objetivos diferentes. Este achado se alinha diretamente aos objetivos da avaliação formativa, cuja implementação deve ser progressivamente incentivada no contexto do ensino de Física. Tal convergência corrobora a perspectiva sustentada por Lucchese, Oliveira e Freitas (2023, p. 515): “as atividades de ensino-aprendizagem devem ser diversificadas e os instrumentos utilizados para seu acompanhamento devem possuir uma relação direta com a atividade e ser elaborados com objetivos, critérios e categorias claros e específicos”.

QP4: Quais as principais dificuldades destacadas nos estudos referentes a aplicação das SCs?

A análise dos estudos permitiu identificar três categorias de dificuldades relacionadas à aplicação das Simulações Computacionais (SCs) no ensino dos conceitos de Força e Movimento: i) aspectos conceituais dos estudantes; ii) desafios operacionais e técnicos; e iii) infraestrutura e recursos disponíveis. O Quadro 7 apresenta uma síntese dessas dificuldades, organizadas de acordo com essas três categorias.

Quadro 7: Síntese das principais dificuldades identificadas.

Categoria de dificuldade	Principais evidências encontradas
Aspectos conceituais dos estudantes	Persistência de concepções alternativas mesmo após o uso das SCs, como a ideia de que uma força é necessária para manter o movimento.
Desafios operacionais e técnicos	Dificuldades na manipulação das simulações; coordenação simultânea de tarefas (como aplicar forças e medir tempos); limitações decorrentes da simplificação dos modelos computacionais e insuficiência de conhecimentos em informática por parte dos estudantes.
Infraestrutura e recursos disponíveis	Escassez de laboratórios e equipamentos; número insuficiente de computadores e problemas de conectividade.
Síntese geral	As principais dificuldades identificadas envolvem limitações conceituais dos estudantes, desafios técnicos durante o uso das Simulações Computacionais e restrições de infraestrutura escolar, evidenciando que a efetividade desse recurso depende tanto de aspectos pedagógicos quanto das condições tecnológicas disponíveis.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Em relação aos aspectos conceituais dos alunos, foi observado que, mesmo após a realização das atividades com as SCs, algumas concepções não científicas persistiram entre os alunos, como exemplificado pela concepção alternativa de que “uma força é necessária para manter o movimento” (T1). Esta situação já foi verificada por outras pesquisas no ensino de Física (Bao; Redish, 2001; Diola; Mistades, 2021; Uibson; Frei, 2023). Assim, de acordo com Wheatley et al. (2022, p. 18), “grande número de alunos que ainda aplicam conceitos errôneos após a instrução reforça a necessidade contínua de transição para métodos de ensino baseados em pesquisas e de melhoria contínua desses métodos”.

Outra dificuldade presente diz respeito aos desafios operacionais e técnicos, inicialmente associados à manipulação das ferramentas, pois os alunos enfrentaram problemas para coordenar ações no simulador (ex.: aplicar forças e medir tempos simultaneamente), a exemplo do trabalho T2. Em complemento, Cristóvão (2017) sinaliza para o fato que as simulações, por serem baseadas em modelos matemáticos simplificados, não capturam toda a complexidade dos fenômenos reais, limitando de alguma forma as possibilidades de o professor abordar situações diferentes. Neste âmbito de dificuldades, Gomes e Alves (2018, p. 74) verificaram que “dentre as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a execução das atividades, 35% responderam ser a falta de conhecimentos em informática um fator limitante, 32% colocaram a dificuldade em manusear as ferramentas e outros 18% a não identificação com as atividades”.

São relatadas ainda as dificuldades em relação a infraestrutura e recursos disponíveis nas escolas, sendo verificada que a escassez de laboratórios e equipamentos reais levou à dependência exclusiva de ferramentas virtuais (T4), fato que conforme o autor do trabalho T4 pode limitar a comparação entre resultados simulados e experimentos práticos. E mesmo quando se trata apenas da utilização das SCs, muitas escolas não apresentam estrutura adequada, conforme observado por Martins (2022, p. 80), ao relatar que “a falta de infraestrutura do laboratório de informática da instituição de ensino, bem como a falta de computadores e internet instável, provocando várias paradas do software durante as aulas”. Estes aspectos prejudicam o desenvolvimento de atividades que fazem uso das SCs.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o objetivo de apresentar e discutir os resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura sobre o uso das Simulações Computacionais no ensino de Física no contexto da Educação Básica brasileira, tendo como foco os conceitos newtonianos de Força e Movimento. Para tanto, o corpus desta RSL foi centrado em pesquisas que fizeram aplicações das SCs em sala de aula.

Após a aplicação do protocolo adotado para a RSL, quatro dissertações de mestrado foram selecionadas para análise, enquanto nenhuma tese de doutorado foi identificada. Três dessas dissertações pertenciam ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), evidenciando a relevância deste programa para a produção acadêmica na área, especialmente considerando o período de análise (2015-2022), marcado pelo início das defesas das primeiras dissertações do MNPEF e pela ampliação dos recursos de informática nas escolas.

Em relação a forma de aplicação das simulações computacionais, a organização dos alunos em pequenos grupos foi predominante em todos os trabalhos, em que estes alunos seguiam roteiros que os guiavam no desenvolvimento das tarefas solicitadas. De acordo com os autores dos trabalhos, esta dinâmica possibilitou um engajamento ativo dos alunos, com seus professores cumprindo um papel de mediadores do processo de ensino-aprendizagem.

A utilização das Simulações Computacionais (SCs) no ensino de Física resultou em diversos benefícios, incluindo maior interatividade nas aulas, entusiasmo e disposição dos alunos para aprender, facilitação da compreensão conceitual, realização de experimentos virtuais e ampliação do poder de observação. Esses resultados reforçam a importância da incorporação das SCs no ensino de Física.

Os processos avaliativos empregados nos estudos foram analisados, revelando a utilização de instrumentos diversificados, como testes escritos, questionários digitais e observações, aplicados em momentos distintos e apoiados por plataformas virtuais. Essas avaliações permitiram aferir a aprendizagem conceitual, a eficácia do método de aplicação das Simulações Computacionais (SCs) e o engajamento dos alunos.

Em última análise, buscou-se conhecer as dificuldades enfrentadas pelos docentes ao desenvolverem atividades com as SCs. Assim, foi verificado que os alunos mesmo após o processo instrucional, permaneceram com algumas concepções não científicas em relação aos conceitos avaliados, além disso, tiveram dificuldades para coordenar ações no simulador. A falta de infraestrutura das escolas também foi citada nos trabalhos, como um forte fator que prejudica o desenvolvimento de atividades relacionadas as SCs. Por fim, diferente do relatado em outras pesquisas, a formação de professores não foi apontada como algo que dificulta a aplicação das simulações, provavelmente porque os professores sendo em sua maioria, provenientes do MNPEF, tiveram formação adequada para este fim.

Esta Revisão Sistemática da Literatura apresenta as seguintes limitações: a) foco em um tema específico (Força e Movimento); b) abrangeu apenas Teses e Dissertações das referidas bases de dados; c) incluiu apenas trabalhos em língua portuguesa. Assim, pesquisas futuras podem abordar o uso das simulações computacionais em outras temáticas da Física, com outros tipos de trabalhos científicos (artigos em periódicos, por exemplo), incluindo trabalhos disponíveis em outras bases de dados e, possivelmente, com trabalhos de língua estrangeira.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. E.; VIVEIRO, A. A.; D'ABREU, J. V. V. Simulações Computacionais no Ensino de Física: um Estado da Arte em teses e dissertações de 1973 a 2021. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, v. 5, e024003, p. 1-18, 2024.

ARAÚJO, E. S. *et al.* O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 3, p. 1-25, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a22>.

BAO, L.; KOENIG, K. Physics education research for 21st century learning. **Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research**, vol. 1, n. 2, p. 1-12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8>.

BAO, L.; REDISH, E. F. Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. **American Journal of Physics**, v. 69, S45–S53, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1119/1.1371253>.

BARBOSA, R. R.; BUFFON, L. O. Uma proposta para vivenciar, no ensino médio, os conceitos iniciais de termodinâmica por meio de uma unidade de ensino potencialmente significativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, Espírito Santo, v. 15, n. 2, p. 380-406, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 23 março 2025.

CAVASSANI, T. B.; ANDRADE, J. D. J. D.; MARQUES, R. N. Integração das TDIC na formação de professores: aproximações entre o modelo TPACK e a abordagem sociocultural. **Educação em Revista**, v. 40, p. e41245, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-469841245>.

CRISTÓVÃO, A. M. **Forças e movimento: proposta de atividades com simulações computacionais**. 2017. 142 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017.

DERMEVAL, D.; COELHO, J. A. P. de M.; BITTENCOURT, I. I. Mapeamento Sistemático e Revisão Sistemática da Literatura em Informática na Educação. In: JQUES, P. A.; SIQUEIRA, S.; BITTENCOURT, I.; PIMENTEL, M. (Org.) **Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação**: Abordagem Quantitativa. Porto Alegre: SBC, 2020.

DIOLA, J. R. G.; MISTADES, V. M. Addressing Students' Misconceptions in Force and Motion Using Interactive Simulations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGY (ICMET 2021), 3, 2021, New York. **Anais [...]**. New York: Association for Computing Machinery, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1145/3468978.3468979>.

FERREIRA, M. *et al.* Análise de temas, teorias e métodos em dissertações e produtos educacionais no MNPEF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210322, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0322>.

FREITAS, T. B. **Exploração de simulações computacionais como forma de estimular o aprendizado significativo de conceitos da Física**. 2022. 79 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia, Ambiente e Sociedade) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, 2022.

GOMES, F. H. F.; ALVES, F. R. V. O uso do ambiente de aprendizagem Sócrates como ferramenta de interação no ensino de Física. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 8, n. 02, 2018. DOI: <https://doi.org/10.36524/dect.v8i02.1088>.

HULLEY, S. B. *et al.* **Delineando a pesquisa clínica**. 4. ed. Tradução de Michael Schmidt Duncan e André Garcia Islabão. Revisão técnica de Michael Schmidt Duncan. Porto Alegre: Artmed, 2015.

JAIME, D. M.; LEONEL, A. A. Uso de simulações: Um estudo sobre potencialidades e desafios apresentados pelas pesquisas da área de ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 46, e20230309, p. 1-5, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0309>.

KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. EBSE 2007-001. [S.l.]: Keele University and Durham University Joint Report, 9 Jul 2007. Disponível em: < https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf >. Acesso em: 23 março 2025.

LACERDA, A. L. P. de; MACEDO, S. da H. A integração das tecnologias digitais da informação e comunicação nas práticas pedagógicas: uma proposta de formação continuada para docentes. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 22, n. 1, jul. 2024. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.141535>.

LEE, W. P.; HWAN, C. L. A computer simulation in mechanics teaching and learning: a case study in circular motions. **Computer Applications in Engineering Education**, Hoboken, v. 23, n. 6, p. 868-871, 2015. Doi: <https://doi.org/j4dt>.

LÓPEZ, S.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Una revisión de literatura sobre el uso de modelación y simulación computacional para la enseñanza de la Física en la educación básica y media. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 16, 2016. Doi: <https://doi.org/j4dv>.

LUCCHESI, M. M.; OLIVEIRA, M. B. C. de; FREITAS, D. P. S. de. Rubricas Pedagógicas Analíticas: um instrumento de avaliação continuada no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, p. 502-519, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2023.e91707>.

MARTINS, W. V. **Possibilidades e desafios no uso de simulações virtuais no ensino de química**. 2022. 131 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2022.

MEDEIROS JR, R. N.; NAIA, M. D.; LOPES, J. B. Simulações interativas do PhET nas práticas de ensino da Física: uma meta-análise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 46, p. e20240186, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2024-0186>.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, suppl. 1, e20200451, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.

PAULA, B. B. de; OLIVEIRA, T. de; MARTINS, C. B. Análise do Uso da Cultura Maker em Contextos Educacionais: Revisão Sistemática da Literatura. **CINTED - UFRGS, Revista Novas Tecnologias na Educação**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.99528>.

PEREIRA, M. A. M. **Simulação computacional como recurso pedagógico para o ensino de Física no ensino fundamental**. 2020. 140 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Barra do Garças, 2020.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants. **On the Horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001. Disponível em: <https://www.marcprensky.com/writing/>. Acesso em: 23 março 2025.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; REZENDE JUNIOR, M. F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 135-147, 2007. Disponível em: <https://tinyurl.com/47uf4bbm>. Acesso em: 24 ago. 2022.

SILVA, S. L. R.; CRUZ, H. B.; SILVA, S. C. R. Aprendizagem baseada em projetos: mediando o ensino de temas de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 4, 2023. Disponível em: < <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1297> >. Acesso em: 07 de mar. de 2025.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, p. e20180309, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0309>.

SILVA, L. F. da; VILLANI, A. O MNPEF e o desenvolvimento profissional de professores de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 1-27, maio 2022. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v13n3a03>.

SOUZA, G. M. R. **Uso de simulações computacionais no ensino de conceitos de força e movimento no 9º ano do ensino fundamental**. 2015. 192 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2015.

SOUZA, E. J.; MELLO, L. A. O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 530-554, ago. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n2p530>.

STEPHENS, A. L.; CLEMENT, J. J. Use of physics simulations in whole class and small group settings: Comparative case studies. **Computers & Education**, v. 86, p. 137-156, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.014>.

TESTA, M. J.; LOPES, E. da S.; VIDMAR, M. P.; PASTORIO, D. P. Um olhar para a disciplina curricular Cultura Digital do Novo Ensino Médio: a relação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, e20230048, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0048>.

UIBSON, J.; FREI, F. Investigação dos impactos nas concepções não-newtonianas de licenciandos e egressos de Física em relação aos conceitos de Força e Movimento. **Ciência & Educação** (Bauru), vol. 29, e23017, p. 1-15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320230017>.

VELASCO, J. J.; BUTELER, L. M.; COLEONI, E. A. Learning with computer simulations: a case study on reservoir temperatures in carnot cycles. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 29, n. 3, p. 172–190, 2024. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2024v29n3p172>.

WHEATLEY, C.; WELLS, J.; PRITCHARD, D. E.; STEWART, J. Comparing conceptual understanding across institutions with module analysis. **Physical Review Physics Education Research**, vol. 18, n. 2, p. 1-18, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020132>.

ZIEDE, M. K. L. *et al.* Tecnologias digitais na educação básica: desafios e possibilidades. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 14, n. 2, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.70692>.