



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SALINÓPOLIS
FACULDADE DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA



GLEIDSON HENRIQUE BRITO DE SOUZA

AS CONTRIBUIÇÕES DAS TIC's PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON:

Um olhar para os recursos metodológicos

SALINÓPOLIS - PA

2026

GLEIDSON HENRIQUE BRITO DE SOUZA

AS CONTRIBUIÇÕES DAS TIC's PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON:

Um olhar para os recursos metodológicos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Física do Campus Universitário
de Salinópolis da Universidade Federal do
Pará, para obtenção do título de Licenciado (a)
em Física.

Orientador: Prof^ª. Dra. Lília Cristina dos
Santos Diniz Alves

Coorientadora: Prof^ª. Dra. Daniana de Costa

SALINÓPOLIS - PA

2026

GLEIDSON HENRIQUE BRITO DE SOUZA

AS CONTRIBUIÇÕES DAS TIC's PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON:

Um olhar para os recursos metodológicos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Física do Campus Universitário de Salinópolis da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Licenciado(a) em Física.

Orientador: Prof^ª. Dra. Lília Cristina dos Santos Diniz Alves

Coorientadora: Prof^ª. Dra. Daniana de Costa

Data de Aprovação: 27/02/2026

Conceito: Regular

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Lília Cristina dos Santos Diniz Alves – Orientador (Presidente da Banca)

Universidade Federal do Pará -UFPA

Documento assinado digitalmente



DANIANA DE COSTA

Data: 20/04/2026 16:28:16-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Daniana de Costa – Coorientador (Membro examinador interno)

Universidade Federal do Pará - UFPA

Documento assinado digitalmente



THIAGO RAFAEL DA SILVA MOURA

Data: 19/04/2026 16:05:25-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Thiago da Silva Moura – Membro examinador interno

Universidade Federal do Pará - UFPA

Prof. Dr. Cledson Santana Lopes – Membro examinador externo

Universidade Federal do Pará - UFPA

B862c Brito de Sousa, Gleidson Henrique.
AS CONTRIBUIÇÕES DAS TIC's PARA O ENSINO DAS
LEIS DE NEWTON: : Um olhar para os recursos metodológicos /
Gleidson Henrique Brito de Sousa. — 2026.
43 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Lília Cristina dos Santos Diniz Alves
Coorientação: Prof^ª. Dra. Daniana de Costa
Trabalho de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Salinópolis, Curso de Licenciatura em
Física, Salinópolis, 2026.

1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2. Leis de
Newton; Ensino de Física. 3. Simulações Digitais. 4. Jogos
Educativos. I. Título.

CDD 370

DEDICATÓRIA

Dedicatória.

Dedico este trabalho ao meu irmão, pelo apoio de sempre, e aos meus amigos da faculdade, que tornaram essa caminhada mais leve e especial.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me guiado e fortalecido ao longo desta jornada de quase seis anos. Ele foi essencial para que eu alcançasse esta importante conquista.

À minha família, meu porto seguro, deixo minha eterna gratidão, especialmente ao meu irmão José Carlos, por seu apoio incondicional e por acreditar em mim em todos os momentos. Sem o apoio de vocês, esta conquista não seria possível.

Aos meus amigos, meu sincero agradecimento. Vocês foram essenciais e verdadeiros pilares de apoio, tornando os desafios mais leves. Agradeço ao Douglas, pela amizade, paciência, disposição e dedicação em me ajudar sempre que precisei ao longo desses anos. Ao Matheus, grande amigo, pela inteligência e perspicácia, que me ajudaram a superar muitos obstáculos. Ao Juan, meu amigo e dupla na faculdade, agradeço pela parceria e companheirismo, obrigado por estar comigo. Ao Lincoln, agradeço pela amizade e pela parceria ao longo dos anos de graduação, sempre disposto a ajudar os colegas. Ao Vinícius, sou grato pela amizade, alegria e companheirismo, que tornaram os dias mais leves e agradáveis. As horas de trabalho em grupo, os momentos de descontração e o apoio mútuo foram fundamentais para minha formação.

Agradeço à professora Dra. Daniana de Costa por toda a ajuda no desenvolvimento deste trabalho. À professora Dra. Carolina Benone, minha gratidão pela oportunidade de participar da iniciação científica, uma experiência que levarei para toda a vida, bem como pelo apoio ao longo desses anos.

Ao professor Dr. Saulo de Mesquita Diles, agradeço pelos conselhos, pela ajuda constante e pela parceria construída ao longo dessa trajetória. Muito obrigado pela oportunidade de ingressar na iniciação científica.

À Dra. Lília Cristina dos Santos Diniz Alves, minha orientadora, expresso meu profundo respeito e gratidão. Sua sabedoria, paciência e amizade foram presentes valiosos que levarei para sempre.

Agradeço também ao professor Dr. Cledson Santana Lopes Gonçalves pelas orientações e contribuições durante as aulas. Por fim, agradeço aos demais professores do curso de Licenciatura em Física, que, com seus ensinamentos e dedicação, contribuíram significativamente para meu crescimento acadêmico e pessoal.

"Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção."

Albert Einstein

RESUMO

Este estudo analisa de que modo as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) contribuem para a aprendizagem conceitual no ensino das Leis de Newton, no contexto do ensino de Física, a partir de uma revisão bibliográfica sistematizada de abordagem qualitativa. A busca realizada no Google Acadêmico resultou em aproximadamente 620 registros, dos quais nove estudos compuseram o núcleo analítico, após aplicação de critérios de inclusão e exclusão relacionados à aderência temática, rigor metodológico e disponibilidade do texto completo. Os resultados indicam que as TICs, especialmente simulações digitais (como o PhET), videoanálise e jogos educativos, contribuem para a visualização e manipulação de variáveis físicas, favorecendo a compreensão de relações entre força, massa, aceleração e movimento. Além disso, esses recursos possibilitam a construção de ambientes de aprendizagem mais interativos e investigativos. No entanto, os achados evidenciam que tais contribuições não são automáticas, estando condicionadas à mediação docente, ao planejamento didático e ao alinhamento com objetivos conceituais. Como limitações, destacam-se o número reduzido de estudos analisados e a utilização de uma única base de dados. Conclui-se que a integração planejada de TICs pode contribuir para o ensino das Leis de Newton, desde que articulada a práticas pedagógicas fundamentadas. Recomenda-se o desenvolvimento de pesquisas com delineamentos mais robustos e o uso de instrumentos padronizados de avaliação conceitual, como o Force Concept Inventory (FCI).

Palavras-chave: Tecnologias da Informação e Comunicação; Leis de Newton; Ensino de Física; Simulações Digitais; Jogos Educativos.

ABSTRACT

This study analyzes how Information and Communication Technologies (ICTs) contribute to conceptual learning in the teaching of Newton's Laws within Physics education, based on a systematized qualitative literature review. The search conducted in Google Scholar retrieved approximately 620 records, from which nine studies were selected for in-depth analysis after applying inclusion and exclusion criteria related to thematic relevance, methodological rigor, and full-text availability. The results indicate that ICTs, particularly digital simulations (e.g., PhET), video analysis, and educational games, support the visualization and manipulation of physical variables, enhancing the understanding of relationships among force, mass, acceleration, and motion. Additionally, these resources promote more interactive and inquiry-oriented learning environments. However, the findings also show that such contributions are not automatic, depending on instructional design, teacher mediation, and alignment with conceptual learning objectives. Limitations include the small number of studies analyzed and the use of a single database. It is concluded that planned ICT integration can support the teaching of Newton's Laws when embedded in theoretically grounded pedagogical practices. Future research should adopt more robust research designs and employ standardized assessment instruments, such as the Force Concept Inventory (FCI), to evaluate conceptual learning outcomes.

Keywords: Information and Communication Technologies; Newton's Laws; Physics Teaching; Digital Simulations; Educational Games.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos estudos (adaptado do modelo PRISMA).....	25
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Os 9 artigos selecionados para a pesquisa.....	27
Tabela 2 – Os 12 artigos que foram selecionados com parciais.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.....	15
2.2 TICs no ensino de Física.....	10
2.3 Ensino das Leis de Newton: dificuldades conceituais.....	11
2.4 TICs e aprendizagem conceitual em Mecânica.....	13
2.5 Simulações computacionais no ensino de Newton.....	14
2.6 Síntese do capítulo.....	15
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
3.1 Critérios de Inclusão e Exclusão.....	18
3.2 Procedimento de seleção dos estudos.....	18
3.3 Procedimentos de análise dos dados.....	20
3.4 Limitações metodológicas.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4.1 Caracterização geral dos estudos selecionados	22
4.2 Impacto das simulações digitais no ensino das Leis de Newton.....	27
4.3 Impacto de outras TICs: robótica, videoanálise e linguagens multimodais.....	28
4.4 Condições de eficácia das TICs: mediação, planejamento e limites.....	29
4.5 Síntese científica dos achados.....	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) tem provocado mudanças significativas nas práticas educacionais, especialmente no ensino de Ciências, em que a compreensão de fenômenos frequentemente envolve alto grau de abstração conceitual. No ensino de Física, esse desafio se torna particularmente evidente na abordagem da mecânica newtoniana, cujos conceitos, como força, massa, aceleração e interação entre corpos, exigem a articulação de múltiplas representações (matemáticas, gráficas e vetoriais), além da capacidade de interpretar fenômenos não diretamente observáveis. Nesse contexto, estudos indicam que as TICs podem atuar como mediadoras do processo de aprendizagem, ao favorecer a visualização e a manipulação de variáveis físicas em ambientes controlados (ARAÚJO, 2022; CAETANO, 2020).

No âmbito do ensino das Leis de Newton, diferentes propostas têm incorporado recursos digitais, como simulações computacionais, jogos educativos e ambientes virtuais de aprendizagem, com o objetivo de possibilitar a exploração de relações entre grandezas físicas. Nessas abordagens, os estudantes são incentivados a manipular parâmetros, formular hipóteses e analisar resultados, o que pode contribuir para a construção de significados mais consistentes sobre conceitos fundamentais da mecânica (FERREIRA, 2023; LIMA et al., 2021). Além disso, quando integradas a propostas didáticas estruturadas, essas tecnologias podem favorecer a compreensão conceitual ao aproximar o conteúdo teórico de situações mais concretas e investigativas (HEREDIA; MAGALHÃES; VILLELA, 2021).

Essa discussão está alinhada às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância do uso crítico e significativo das tecnologias digitais no processo educativo, especialmente no desenvolvimento de competências relacionadas à investigação, à resolução de problemas e à argumentação científica (BRASIL, 2018). No ensino de Física, tais diretrizes reforçam a necessidade de integrar recursos tecnológicos de forma articulada aos objetivos de aprendizagem, e não apenas como ferramentas complementares.

No entanto, apesar da ampliação do uso de TICs no ensino de Ciências, observa-se que parte da literatura aborda essas tecnologias de forma ampla, sem delimitar seus efeitos em conteúdos específicos. No caso da mecânica newtoniana, e particularmente das Leis de Newton, ainda há necessidade de sistematizar evidências que indiquem de que modo esses recursos contribuem para a aprendizagem conceitual dos estudantes. Essa lacuna torna-se relevante considerando que esse conteúdo é historicamente marcado por dificuldades

conceituais persistentes, como a associação equivocada entre força e movimento e a dificuldade na interpretação de diagramas de corpo livre.

Diante desse cenário, formula-se o seguinte problema de pesquisa: de que modo as Tecnologias da Informação e Comunicação contribuem para a aprendizagem conceitual das Leis de Newton no ensino de Física? A investigação dessa questão justifica-se pela necessidade de compreender, de forma sistematizada, como diferentes recursos tecnológicos podem apoiar o ensino de conceitos fundamentais da mecânica, oferecendo subsídios teóricos e práticos para o planejamento pedagógico.

Assim, o objetivo geral deste estudo é analisar as contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação para o ensino das Leis de Newton. Como objetivos específicos, busca-se: (i) identificar as principais TICs utilizadas no ensino de Física; (ii) analisar suas contribuições para a aprendizagem conceitual dos estudantes; e (iii) discutir as condições de eficácia, limitações e potencialidades do uso dessas tecnologias no ensino da mecânica newtoniana.

Por fim, este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, contemplando a contextualização do tema, a problematização, a justificativa e os objetivos da pesquisa. O Capítulo 2 discute o referencial teórico, abordando as Tecnologias da Informação e Comunicação na educação, sua aplicação no ensino de Física, as dificuldades conceituais relacionadas às Leis de Newton e o papel das simulações computacionais na aprendizagem conceitual em Mecânica. O Capítulo 3 descreve os procedimentos metodológicos, detalhando a estratégia de busca, os critérios de seleção dos estudos e os procedimentos de análise dos dados. O Capítulo 4 apresenta e discute os resultados obtidos a partir da análise dos estudos selecionados. Por fim, o Capítulo 5 reúne as considerações finais, destacando as principais contribuições da pesquisa, suas limitações e possíveis encaminhamentos para investigações futuras.

2 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

2.1 TICs na educação: fundamentos e implicações pedagógicas

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm sido progressivamente incorporadas aos sistemas educacionais, frequentemente associadas à inovação pedagógica e à ampliação das possibilidades de ensino e aprendizagem. Contudo, conforme argumenta Kenski (2008), a noção de tecnologia ultrapassa a dimensão instrumental, envolvendo práticas sociais, linguagens e formas de mediação que reconfiguram a relação entre sujeitos e conhecimento.

Nesse sentido, a literatura educacional tem problematizado a ideia de que a simples inserção de tecnologias produz melhorias nos processos de aprendizagem. Estudos indicam que os impactos das TICs são condicionados à forma como são integradas ao planejamento pedagógico, à clareza dos objetivos de aprendizagem e à qualidade da mediação docente (OLIVEIRA et al., 2020). Assim, a tecnologia, por si só, não constitui um fator determinante de inovação, podendo inclusive reproduzir práticas tradicionais quando utilizada de maneira acrítica.

Essa discussão desloca o foco da tecnologia enquanto recurso para a tecnologia enquanto mediadora de processos cognitivos e interacionais. Nessa perspectiva, o uso de TICs requer intencionalidade didática, envolvendo a definição de problemas, a organização de atividades e a promoção de interações que favoreçam a construção do conhecimento.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça essa abordagem ao indicar que as tecnologias digitais devem ser utilizadas de forma crítica, reflexiva e significativa, contribuindo para o desenvolvimento de competências relacionadas à investigação, à resolução de problemas e à produção de conhecimento (BRASIL, 2018). Dessa forma, a integração das TICs deve ser compreendida como parte de um processo formativo mais amplo, no qual a tecnologia atua como mediadora, e não como solução autônoma, para os desafios educacionais contemporâneos.

2.2 TICs no ensino de Física

No ensino de Física, caracterizado pela necessidade de articular diferentes representações, matemáticas, gráficas e conceituais, e pela presença de fenômenos nem

sempre diretamente observáveis, as TICs têm sido exploradas como recursos capazes de ampliar as formas de abordagem dos conteúdos.

Simulações digitais, jogos educativos e plataformas interativas, como o PhET Interactive Simulations, têm sido utilizadas com o objetivo de permitir a manipulação de variáveis físicas e a visualização de fenômenos, especialmente em tópicos como as Leis de Newton (CAETANO, 2020; LIMA et al., 2021). Esses recursos possibilitam explorar relações entre grandezas de maneira dinâmica, o que pode favorecer a construção de representações mais acessíveis aos estudantes.

Entretanto, a literatura evidencia que tais potencialidades não se concretizam de forma automática. Estudos indicam que, quando utilizados sem orientação pedagógica adequada, os recursos digitais podem resultar em interações superficiais, nas quais os estudantes manipulam parâmetros sem compreender os princípios físicos envolvidos (FERREIRA, 2023). Esse aspecto evidencia que a interatividade, por si só, não garante aprendizagem conceitual.

Além disso, embora frequentemente associadas ao aumento do engajamento discente, as TICs nem sempre promovem mudanças conceituais significativas. O envolvimento dos estudantes com ambientes digitais pode gerar motivação momentânea, sem necessariamente resultar na reconstrução de conceitos científicos (SILVA; CASTRO, 2019). Nesse sentido, torna-se fundamental diferenciar participação ativa de aprendizagem efetiva.

No contexto do ensino das Leis de Newton, essas limitações tornam-se ainda mais evidentes, uma vez que as dificuldades dos estudantes estão relacionadas à persistência de concepções intuitivas sobre força e movimento. Assim, o uso de TICs deve ser orientado para explicitar, confrontar e reorganizar essas concepções, e não apenas para ilustrar conteúdos.

Dessa forma, a contribuição das TICs no ensino de Física deve ser compreendida como dependente da articulação entre tecnologia, conteúdo e metodologia. A eficácia desses recursos está diretamente relacionada à qualidade das intervenções pedagógicas, à definição de objetivos conceituais claros e à capacidade de promover reflexão e argumentação por parte dos estudantes.

2.3 Ensino das Leis de Newton: dificuldades conceituais

As Leis de Newton constituem o núcleo estruturante da mecânica clássica e foram originalmente formuladas por Isaac Newton em sua obra *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Nessa formulação, o conceito central não é a força isoladamente, mas a

quantidade de movimento (momento linear), definida como o produto da massa pela velocidade de um corpo. Assim, as leis estabelecem relações entre forças e a variação temporal dessa quantidade de movimento, configurando um modelo teórico para a descrição das interações físicas.

A Primeira Lei de Newton, ou Lei da Inércia, afirma que um corpo mantém constante sua quantidade de movimento, isto é, permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, na ausência de forças externas resultantes. Em termos mais rigorosos, essa lei define a existência de referenciais inerciais e estabelece que a variação do movimento está associada à ação de forças. Do ponto de vista educacional, essa concepção contrasta com interpretações intuitivas recorrentes, nas quais o movimento é associado à necessidade de uma força contínua, evidenciando uma visão pré-newtoniana persistente entre estudantes.

A Segunda Lei de Newton, em sua formulação original, estabelece que a força resultante que atua sobre um corpo é proporcional à taxa de variação de sua quantidade de movimento no tempo, podendo ser expressa como:

$$\vec{F}_{resultante} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

onde $\vec{p} = m\vec{v}$ representa o momento linear. A forma mais conhecida, $\vec{F} = m\vec{a}$, constitui um caso particular válido quando a massa é constante. Essa distinção, frequentemente omitida no ensino básico, é relevante do ponto de vista conceitual, pois evidencia que a força não está diretamente associada à velocidade, mas à sua variação. No entanto, estudantes apresentam dificuldades recorrentes em compreender essa relação, frequentemente confundindo força com movimento ou interpretando aceleração de forma inadequada, especialmente no que se refere ao seu caráter vetorial.

A Terceira Lei de Newton estabelece que, em toda interação entre dois corpos, as forças surgem em pares de mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos, atuando em corpos distintos. Na perspectiva do momento linear, esse princípio está relacionado à conservação da quantidade de movimento em sistemas isolados. Apesar de sua importância, essa lei é frequentemente mal interpretada pelos estudantes, que tendem a considerar as forças de ação e reação como anulando-se mutuamente, desconsiderando que atuam em corpos diferentes. Essa dificuldade revela limitações na compreensão de sistemas físicos e na análise das interações.

Esses aspectos evidenciam que o ensino das Leis de Newton envolve desafios que vão além da aplicação de expressões matemáticas, exigindo a construção de modelos conceituais

que articulem força, movimento e interação. A persistência de concepções alternativas, mesmo após a instrução formal, indica limitações de abordagens centradas na resolução algorítmica de exercícios e na apresentação simplificada das leis, frequentemente reduzidas à forma $F = ma$, sem a devida contextualização conceitual.

Nesse contexto, estudos indicam que a aprendizagem das Leis de Newton requer estratégias que favoreçam a explicitação e o confronto de concepções prévias, promovendo a reconstrução do conhecimento a partir de evidências e da interpretação de relações físicas (OLIVEIRA, 2020; CAETANO, 2020). Assim, a identificação dessas dificuldades é fundamental para avaliar o papel das Tecnologias da Informação e Comunicação, que devem ser analisadas não como soluções imediatas, mas como possíveis mediadoras na construção de significados físicos mais consistentes.

2.4 TICs e aprendizagem conceitual em Mecânica

A relação entre o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e a aprendizagem conceitual em Física tem sido objeto de investigação recorrente, especialmente no contexto da mecânica newtoniana, em que persistem dificuldades associadas à compreensão de conceitos como força, movimento e interação. Nesse cenário, as TICs têm sido mobilizadas como recursos capazes de ampliar formas de representação e favorecer a exploração de relações entre grandezas físicas (ARAÚJO, 2022; HEREDIA; MAGALHÃES; VILLELA, 2021).

Entretanto, os resultados reportados na literatura não são homogêneos. Embora alguns estudos indiquem que o uso de simulações e ambientes interativos pode contribuir para a compreensão conceitual, especialmente quando associado a sequências didáticas estruturadas, outros apontam que a simples interação com recursos digitais não garante a construção de significados físicos consistentes (FERREIRA, 2023). Esse aspecto reforça a necessidade de distinguir entre engajamento e aprendizagem conceitual, uma vez que a motivação gerada pelo uso de tecnologias não implica, necessariamente, mudança conceitual.

No caso específico das Leis de Newton, discutidas na subseção anterior, as dificuldades dos estudantes estão frequentemente associadas à persistência de concepções intuitivas sobre movimento e força. Nesse contexto, o potencial das TICs reside na possibilidade de tornar visíveis relações que, no mundo físico, não são diretamente observáveis, como a variação da quantidade de movimento ou a ação simultânea de forças em sistemas interativos. No entanto, essa potencialidade só se concretiza quando as tecnologias

são integradas a propostas pedagógicas que orientem a observação, a interpretação e a argumentação.

Além disso, estudos indicam que a aprendizagem conceitual em Física está fortemente associada ao confronto entre concepções prévias e evidências empíricas. As TICs podem favorecer esse processo ao permitir a manipulação controlada de variáveis e a comparação entre diferentes cenários, possibilitando ao estudante testar hipóteses e analisar resultados. Contudo, quando utilizadas de forma não orientada, essas mesmas ferramentas podem reforçar interpretações equivocadas, sobretudo quando os estudantes interagem com os recursos de forma exploratória e não reflexiva.

Dessa forma, a contribuição das TICs para a aprendizagem conceitual em mecânica não pode ser compreendida de maneira generalizada, sendo condicionada à qualidade da mediação docente, à organização das atividades e à explicitação dos objetivos conceituais. Assim, o uso dessas tecnologias deve ser analisado como parte de um processo didático mais amplo, no qual a tecnologia atua como mediadora, e não como substituta, da construção do conhecimento.

2.5 Simulações computacionais no ensino de Newton

As simulações computacionais têm se consolidado como uma das principais aplicações das TICs no ensino de Física, especialmente no estudo das Leis de Newton, por possibilitarem a representação dinâmica de fenômenos e a manipulação controlada de variáveis físicas. Ambientes como o PhET Interactive Simulations permitem explorar relações entre força, massa e variação da quantidade de movimento, oferecendo ao estudante a possibilidade de testar hipóteses e observar, em tempo real, os efeitos das interações (SOUSA, 2023).

Do ponto de vista didático, essas ferramentas apresentam potencial para enfrentar algumas das dificuldades conceituais discutidas na subseção 2.3, como a compreensão da relação entre força e variação do movimento e a identificação de forças em sistemas interativos. Ao tornar visíveis elementos que, em situações reais, não são facilmente perceptíveis, as simulações podem contribuir para a construção de modelos explicativos mais consistentes.

Entretanto, a literatura indica que a eficácia dessas ferramentas depende de condições pedagógicas específicas. Estudos apontam que, quando utilizadas sem orientação adequada, as simulações tendem a ser exploradas de forma superficial, limitando-se à manipulação de

parâmetros sem a construção de relações conceituais (FERREIRA, 2023). Nesse sentido, o potencial dessas tecnologias está diretamente relacionado à forma como são integradas a sequências didáticas que orientem a observação, a formulação de hipóteses e a interpretação dos resultados.

Além disso, é importante destacar que as simulações operam com modelos idealizados da realidade, o que pode gerar interpretações equivocadas se não houver discussão sobre suas limitações. A ausência de elementos como dissipação de energia, irregularidades ou efeitos externos pode levar os estudantes a construir uma visão simplificada dos fenômenos físicos, reforçando a necessidade de mediação docente.

Outros recursos digitais, como jogos educativos e ambientes virtuais, também têm sido explorados no ensino das Leis de Newton (ARAÚJO, 2022; LIMA et al., 2021). Embora esses recursos possam contribuir para o engajamento e a contextualização dos conteúdos, ainda são limitadas as evidências sistematizadas sobre seus impactos na aprendizagem conceitual, especialmente em contextos de ensino público.

Dessa forma, as simulações computacionais devem ser compreendidas como ferramentas com potencial significativo, mas não autossuficientes. Sua eficácia depende da articulação com objetivos de aprendizagem, da qualidade das intervenções pedagógicas e da capacidade de promover a reflexão conceitual. Assim, mais do que incorporar tecnologias, o desafio consiste em integrá-las de modo crítico e fundamentado ao processo de ensino das Leis de Newton.

2.6 Síntese do capítulo

A análise desenvolvida neste capítulo evidenciou que o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Física não pode ser compreendido de forma generalizada ou acrítica, estando condicionado à forma como essas tecnologias são integradas ao processo pedagógico. Conforme discutido, embora as TICs ampliem possibilidades de representação e experimentação, seus efeitos na aprendizagem dependem da mediação docente, da organização das atividades e da explicitação dos objetivos conceituais.

No contexto específico das Leis de Newton, verificou-se que as dificuldades de aprendizagem estão associadas à persistência de concepções intuitivas sobre força e movimento, as quais não são superadas por abordagens centradas apenas na formalização matemática ou na exposição de conteúdos. Nesse sentido, as TICs apresentam potencial para atuar como mediadoras na construção do conhecimento, especialmente ao possibilitar a

visualização de relações entre grandezas e a manipulação de variáveis em ambientes controlados.

Entretanto, a literatura também evidencia que esse potencial não se realiza de forma automática. O uso de simulações, jogos e outros recursos digitais, quando desvinculado de estratégias didáticas estruturadas, pode resultar em interações superficiais e em aprendizagem limitada. Dessa forma, a eficácia das TICs está diretamente relacionada à sua integração em propostas pedagógicas que promovam a reflexão, o confronto de concepções prévias e a construção de significados.

Diante disso, torna-se necessário investigar, de forma sistematizada, como essas tecnologias têm sido utilizadas no ensino das Leis de Newton e quais contribuições efetivas apresentam para a aprendizagem conceitual. Essa necessidade fundamenta a abordagem metodológica adotada neste estudo, descrita no capítulo seguinte.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo adotou abordagem qualitativa, adequada para a compreensão de fenômenos educacionais a partir da análise de significados, interpretações e contextos (MINAYO, 2014). Quanto aos procedimentos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica sistematizada, que consiste na análise crítica e organizada de produções científicas previamente publicadas, com o objetivo de identificar tendências, lacunas e contribuições relevantes para a área investigada (GIL, 2010).

Diferentemente de revisões narrativas tradicionais, buscou-se adotar um processo estruturado de busca, seleção e análise dos estudos, de modo a garantir maior transparência e rigor metodológico. O foco da revisão foi identificar e analisar o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ensino das Leis de Newton, considerando seus efeitos na aprendizagem conceitual.

A busca foi realizada na base Google Acadêmico, escolhida em função de sua ampla cobertura interdisciplinar e da capacidade de indexar diferentes tipos de produção científica, incluindo periódicos nacionais relevantes na área de ensino de Ciências e Física. Reconhece-se, contudo, que o uso de uma única base de dados constitui uma limitação metodológica, uma vez que pode restringir a abrangência dos estudos identificados. Essa escolha foi justificada pela acessibilidade da plataforma, pela abrangência de periódicos em língua portuguesa e pela adequação ao escopo do trabalho, que prioriza estudos aplicados ao contexto educacional brasileiro.

A estratégia de busca foi estruturada a partir da seguinte string:

"Leis de Newton" AND ("TIC" OR "TDIC" OR "tecnologias digitais" OR "tecnologias da informação e comunicação") AND (ensino OR aprendizagem OR "ensino de Física")

Foram aplicados os seguintes critérios de refinamento:

- recorte temporal: 2015 a 2025;
- idioma: português;
- ordenação por relevância na plataforma.

A busca inicial resultou em aproximadamente 620 registros. Considerando a dinâmica do Google Acadêmico, optou-se pela análise dos resultados apresentados nas primeiras páginas, adotando como critério de parada o ponto em que os estudos deixaram de apresentar aderência temática ao objeto de pesquisa. Esse procedimento, embora comum em revisões

exploratórias com essa base, também representa uma limitação em termos de reprodutibilidade, sendo aqui explicitado para fins de transparência metodológica.

3.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos na análise os estudos que atenderam, de forma simultânea, a um conjunto de critérios previamente definidos, visando garantir a aderência ao objeto de investigação e a consistência metodológica dos dados analisados. Assim, foram selecionados trabalhos que abordassem explicitamente o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ensino das Leis de Newton, que apresentassem descrição metodológica clara, contemplando o contexto de aplicação, os procedimentos didáticos adotados e as estratégias de análise, e que estivessem publicados em periódicos científicos, assegurando um nível mínimo de validação acadêmica. Além disso, foram priorizados estudos que investigassem práticas aplicáveis ao contexto educacional, com ênfase em recursos acessíveis, considerando a realidade de escolas públicas brasileiras.

Por outro lado, foram excluídos da análise estudos que não apresentavam relação direta com o ensino das Leis de Newton, bem como aqueles que abordavam as TICs de maneira genérica, sem articulação com conteúdos específicos da Física. Também foram excluídos trabalhos centrados exclusivamente em aspectos institucionais, administrativos ou de gestão, sem vínculo com práticas pedagógicas ou processos de ensino e aprendizagem. Em relação ao tipo de publicação, foram desconsiderados materiais que não correspondiam ao recorte estabelecido, tais como teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, livros e outros documentos não publicados em periódicos científicos. Por fim, foram excluídos estudos que não apresentavam dados, resultados ou análises suficientemente explicitados, impossibilitando sua utilização na construção das categorias analíticas da pesquisa.

3.2 Procedimento de seleção dos estudos

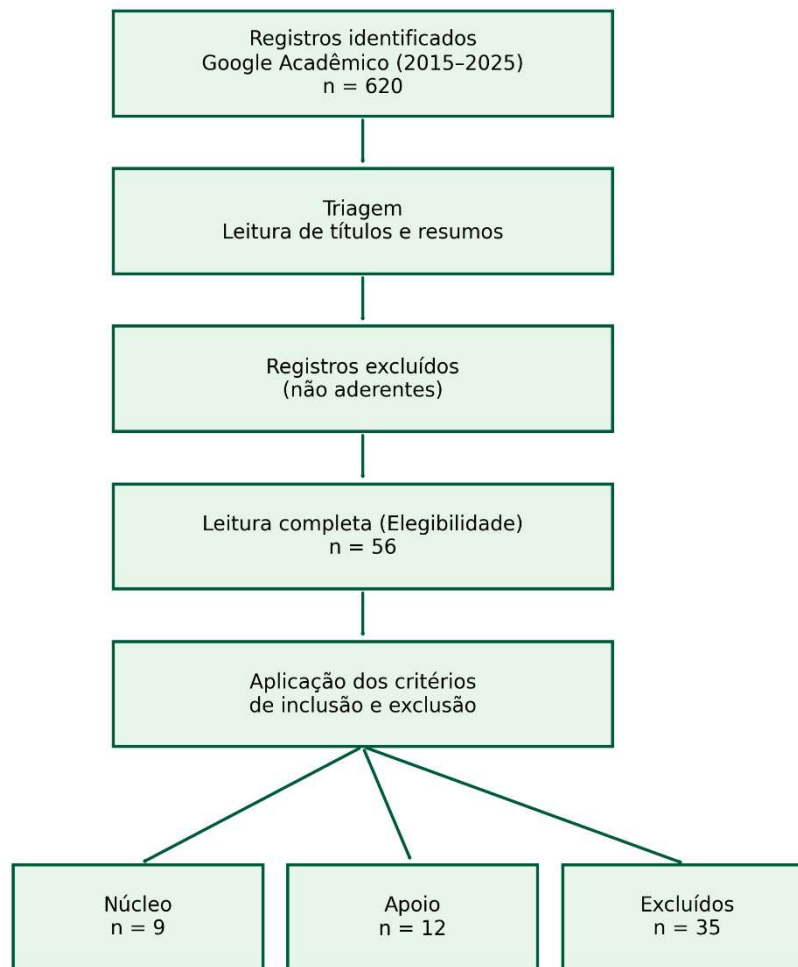
O processo de seleção dos estudos foi conduzido em etapas sucessivas e complementares, com o objetivo de garantir a aderência ao objeto de investigação e a consistência dos dados analisados. Inicialmente, realizou-se uma triagem por meio da leitura dos títulos dos trabalhos identificados na busca, com a finalidade de excluir estudos claramente não relacionados ao tema. Em seguida, procedeu-se à leitura dos resumos, etapa que permitiu uma avaliação mais refinada da pertinência dos estudos em relação ao foco da

pesquisa. Posteriormente, foi realizada uma leitura exploratória dos trabalhos potencialmente relevantes, visando verificar sua aderência ao tema investigado. Por fim, os estudos selecionados passaram por leitura integral, momento em que foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos.

A partir desse processo, dos aproximadamente 620 registros inicialmente identificados, 56 artigos foram selecionados para leitura completa. Dentre esses, 9 estudos atenderam plenamente aos critérios definidos, constituindo o núcleo analítico da pesquisa, por apresentarem foco direto no uso de Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino das Leis de Newton. Outros 12 estudos foram classificados como parciais ou de apoio, uma vez que, embora não tratassem especificamente das Leis de Newton, abordavam o uso de TICs no ensino de Física de maneira relevante para a discussão teórica e metodológica. Por sua vez, 35 estudos foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos.

A distinção entre estudos do núcleo e de apoio foi realizada com base no grau de aderência ao objeto da pesquisa, sendo considerados do núcleo aqueles que apresentavam análise direta das TICs aplicadas ao ensino das Leis de Newton, enquanto os de apoio contribuíam de forma complementar para a compreensão do uso dessas tecnologias no ensino de Física de modo mais amplo. O processo de seleção dos estudos encontra-se sintetizado no fluxograma apresentado na Figura 1, organizado de forma adaptada à lógica de revisões sistematizadas, com o objetivo de explicitar as etapas e decisões metodológicas adotadas ao longo da pesquisa.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos estudos (adaptado do modelo PRISMA)



Fonte: autor (2025)

3.3 Procedimentos de análise dos dados

A análise dos estudos selecionados foi conduzida por meio de análise temática, conforme abordagem qualitativa descrita por Minayo (2014), permitindo a identificação de padrões, recorrências e categorias relevantes no conjunto dos trabalhos analisados. Inicialmente, realizou-se a extração sistemática de informações de cada artigo, contemplando aspectos como ano de publicação, nível de ensino (Fundamental, Médio ou Superior), tipo de TIC utilizada (simulações, jogos ou plataformas digitais), abordagem metodológica adotada (experimental, quase-experimental ou relato de experiência), instrumentos de coleta de dados empregados (questionários, testes conceituais, observação, entre outros) e os principais resultados reportados pelos autores.

A partir dessa etapa, procedeu-se à construção das categorias de análise por meio de uma abordagem mista, combinando categorias definidas a priori, com base nos objetivos da pesquisa, como uso de TICs, aprendizagem conceitual e tipos de tecnologia, e categorias emergentes, identificadas durante a leitura aprofundada dos estudos, tais como condições de eficácia das intervenções, papel da mediação docente e limitações associadas ao uso das tecnologias. Essa estratégia permitiu uma análise mais abrangente e sensível às especificidades dos estudos selecionados.

A comparação entre pesquisas com diferentes delineamentos metodológicos foi realizada com base na análise dos resultados apresentados, buscando identificar convergências e divergências entre os achados, sem a atribuição de hierarquia entre os métodos utilizados. Essa opção metodológica se justifica pela natureza qualitativa da investigação, que privilegia a compreensão dos fenômenos em seus contextos e a interpretação dos significados atribuídos pelos estudos analisados.

A comparação entre estudos com diferentes delineamentos metodológicos foi realizada com base nos resultados reportados, considerando convergências e divergências, sem a atribuição de hierarquia entre os métodos.

3.4 Limitações metodológicas

Este estudo apresenta limitações decorrentes das escolhas metodológicas adotadas. A utilização exclusiva do Google Acadêmico pode ter restringido a abrangência da busca, uma vez que outras bases indexam periódicos não contemplados pela plataforma. Além disso, embora o critério de parada tenha sido explicitado, a ordenação por relevância da ferramenta pode influenciar os resultados exibidos.

Apesar dessas limitações, buscou-se garantir transparência e rastreabilidade dos procedimentos, permitindo a compreensão do percurso metodológico e sua eventual replicação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização geral dos estudos selecionados

A busca realizada no Google Acadêmico resultou em aproximadamente 620 registros, os quais foram submetidos às etapas de triagem e elegibilidade descritas no capítulo metodológico. Desse total, 56 artigos foram selecionados para leitura integral, sendo 9 incluídos no núcleo analítico da pesquisa e 12 classificados como estudos de apoio, conforme sintetizado nas Tabelas 1 e 2. Essa organização explicita o percurso de seleção e o perfil da produção científica identificada sobre o uso de TICs no ensino das Leis de Newton.

Os estudos que compõem o núcleo analítico apresentam diversidade de delineamentos metodológicos, incluindo pesquisa-ação, estudos quase-experimentais, relatos de experiência e propostas didáticas. Em termos de recursos empregados, destacam-se simuladores digitais (especialmente o PhET), robótica educacional, aplicativos de videoanálise, histórias em quadrinhos e materiais pedagógicos mediados por TDIC. Essa diversidade indica que o uso de TICs no ensino da mecânica não se restringe a uma única estratégia, configurando um campo de intervenção pedagógica heterogêneo.

Entretanto, essa heterogeneidade impõe limites à comparabilidade dos resultados. Parte dos estudos apresenta evidências quantitativas mais robustas, como pré e pós-testes e uso de instrumentos padronizados, enquanto outros se baseiam predominantemente em indicadores de percepção, engajamento e observação docente. Assim, embora seja possível identificar tendências consistentes, a força das evidências não é homogênea, o que exige cautela na interpretação dos resultados.

Tabela 2 – Os 9 artigos selecionados para a pesquisa

Periódico científico	Títulos	Autor(es) (data)
Revista Missões (ISSN 2447-0244)	O ensino das Leis de Newton utilizando a robótica educacional	(LEAL <i>et al.</i> , 2024)
Revista Caderno Pedagógico (ISSN 1983-0882), Studies Publicações e Editora Ltda., Curitiba, v. 22, n. 7, p. 01–28, 2025.	Uma proposta metodológica pautada no uso do simulador PHET para o ensino das Leis de Newton.	(SANTA BRÍGIDA <i>et al.</i> , 2025)
Revista APRENDER – Cadernos de Filosofia e	História e Filosofia da Ciência como mudança de paradigma para a	(SENRA; MARTINS, 2025)

Psicologia da Educação (ISSN 2359-246X), Vitória da Conquista, v. 19, n. 33, p. 175–184, jan./jun. 2025.	introdução dos axiomas de Isaac Newton em diálogo com o Transtorno do Espectro Autista.	
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC), v. 24, n. 1, p. 142–166, 2025.	Ambiente investigativo da aprendizagem da ciência aliado às simulações virtuais como metodologias ativas no ensino de Física: um estudo quase-experimental nas aulas de mecânica newtoniana no ensino médio.	(CAVALCANTE e ALEXANDRIA, 2025)
Revista a Física na Escola, v. 23, e240223, 2025	O estudo da máquina de Atwood no MobTracker.	(FERREIRA e ROBERTO JUNIOR, 2025)
Revista Exitus (ISSN 2237-9460), Santarém/PA, v. 10, p. 01–27, e020020, 2020.	As contribuições das simulações forces and Motion: Basics (HTML5) e Projectile Motion (HTML5), da plataforma PhET, para o ensino da mecânica newtoniana.	(CAVALCANTE e SALES, 2020)
Revista a Física na Escola, v. 21, artigo 230002, 2023.	Sequência Didática no estudo de cinemática e dinâmica.	(SOUSA <i>et al.</i> , 2023)
Extensão em Debate — Revista da Pró-Reitoria de Extensão da UFAL (ISSN 2236-5842), Maceió-AL, Vol. 11, Edição Especial nº 10, 2022.	Histórias em quadrinhos e o ensino de Física: um relato de experiência extensionista.	(Equipe de extensão – UFAL/Arapiraca, 2022)
Revista Ciência e Educação (Bauru), v. 29, e23017, 2023; e-ISSN 1980-850X	Investigação dos impactos nas concepções não-newtonianas de licenciandos e egressos de Física em relação aos conceitos de Força e Movimento.	(UIBSON; FREI, 2023)

Fonte: Autoria própria (2025)

Tabela 2 – Os 12 artigos que foram selecionados com parciais

Autor(es)	Periódico científico	Periódico científico	O que se trata
José Carlos Cecopierre Roldan Junior; Kalisson M. dos Santos; Lucas P. M. de Souza; Guilherme L. de Oliveira Neto; Roberto A. L. Soares	O uso do software Tracker na educação: um estudo bibliográfico sobre as possibilidades de ensino	Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11. DOI: 10.61164/rnm.v.11i1.4149	Revisão bibliográfica sobre o Tracker (videoanálise) aplicada a cinemática, pêndulo e massa-mola, com proposta de sequência didática e discussão de potencial, habilidades investigativas e limitações.
Taís de Souza Silva; Lucas Mota Costa; Leandro Siqueira Palcha	Historiografia da ciência e linguagem infográfica: pontuações à formação de professores de Ciências	Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco, 8(2), 113–126	Uso de infográficos (apps digitais) na formação docente, articulando historiografia da ciência; exemplo focado em Mecânica Newtoniana vs. Relativista para favorecer autoria e síntese visual.
Rhanna Machado Araújo; Ana Cristina Souza Almada; Jaison de Assis Oliveira; Paulo C. A. Contreira Júnior; Andrey G. de Oliveira; Marcelo C. da Silva	Ensino remoto de conteúdos de Física para a 1ª série do ensino médio por bolsistas do programa de residência pedagógica	Scientia Naturalis (UFAC), 4(1), 317–330. DOI: 10.29327/269504.4.1-21	Relato de aula remota (sala de aula invertida) com slides e PhET (em Energia Mecânica); inclui revisão de Leis de Newton entre os tópicos; discute viabilidade e engajamento no ensino remoto.
Henrique Deon Dalla Corte; Alisson Cristian Giacomelli; Marivane de Oliveira Biazus	Construção e aplicação de uma UEPS para o ensino das Leis de Newton: uma proposta	RBECM – Revista Brasileira de Ensino de Ciências e	UEPS baseada em Ausubel com enfoque CTS, relacionando Leis de Newton e segurança no

	com enfoque CTS para o Ensino Médio	Matemática, v.6 (ed. especial). DOI: 10.5335/rbecm.v6iespecial.14780	trânsito; relata indícios de aprendizagem significativa e potencial didático.
Derek C. M. da Silva; Dioni Paulo Pastorio; Eduarda da Silva Lopes	O uso de metodologias ativas para o ensino das Leis de Newton: experiências do Residência Pedagógica	Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, 11(1)	Sequência didática com metodologias ativas (IpC/Plickers, JiTT/e-mail, problemas abertos) sobre Leis de Newton; análise por diário de bordo e percepção docente; destaca engajamento e viabilidade.
Anderson Ellwanger; Ana Marli Bulegon; Marcos A. Alves; Solange B. Fagan	O ensino de tópicos de Física Clássico com o auxílio do Moodle	Experiências em Ensino de Ciências (EENCI), v.13, n.1	Uso de Moodle (AVA) em cursos presenciais para promover aprendizagem independente; relatos de participação em fóruns, questionários e materiais digitais.
João Carlos Krause; Denise Felber; Luciana D. Venquiaruto	O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física	(periódico com numeração Vol. 1, n. 2 — mai/ago)	Desenvolvimento/aplicação de jogo digital (RPG) como objeto de aprendizagem para conteúdo de Mecânica no EM; questionário aponta alta aceitação dos alunos.
Luiz Otavio Buffon; Alice Viviane Leles; Robson Leone Evangelista	A Astronomia no Ensino Fundamental contextualizando a Mecânica: uma abordagem híbrida	Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA), n. 38, p. 27–60	Ensino Híbrido + metodologias ativas (Peer Instruction, rotação por estações) no 9º ano EF; simulações, vídeos, experimentos e jogo para

			contextualizar Mecânica via Astronomia.
Érika C. M. de França; Aline Dortas Leal	Nos bastidores da ciência: argumentação, história e filosofia no ensino de Física	Linha D'Água (USP), v.36, n.3, p. 321–340	Integra HFC + argumentação em atividades com foco nas Leis de Newton; promove compreensão contextualizada e práticas epistêmicas em turmas de EM.
Diego L. C. Radiske; Muryel P. Vidmar	Sequência didática em aplicativo de revisão espaçada... (Anki)	Revista Dynamis (FURB), v.29, n.2, p. 19–39	Revisão espaçada com Anki (smartphone); sequência com 60 cartões (inclui Leis de Newton, energia, ondas etc.); discute avanços e dificuldades de uso em Física no EM.
(Projeto de extensão – UFAL)	Podcast: contribuições e aprendizagem no ensino de Física (“Fugindo da Inércia”)	Extensão em Debate (UFAL), ed. esp. n.10, v.11	Relato de uso de podcasts (YouTube/Spotify) para apoiar aulas de Física; destaca dinamização e fixação de conteúdos; linguagem acessível e fora da sala.
Ricardo N. F. de Paula; Heitor Barros Chrisóstomo	Uso de simulações no ensino de Física... com o software Modellus	Aurum Revista Multidisciplinar, v.1, n.4, p.148–158	Disciplina eletiva com modelagem no Modellus para desenvolver competências e conceitos em Física; aponta lacunas e potencial da modelagem matemática.

4.2 Impacto das simulações digitais no ensino das Leis de Newton

Entre os recursos analisados, as simulações digitais constituem o grupo mais recorrente e com maior presença nos estudos diretamente voltados à mecânica newtoniana. Trabalhos como os de Cavalcante e Sales (2020), Santa Brígida et al. (2025), Cavalcante e Alexandria (2025) e Sousa et al. (2023) convergem ao indicar que simuladores como o PhET favorecem a visualização de relações entre força, massa, aceleração e movimento, reduzindo parte da abstração que caracteriza esse conteúdo.

No entanto, os estudos não permitem concluir, de forma simplificada, que o uso de simulações, por si só, produz efeitos positivos. O que os resultados mostram é que as simulações tendem a produzir melhores efeitos quando articuladas a sequências didáticas estruturadas e à mediação docente. Esse ponto fica especialmente evidente em Cavalcante e Alexandria (2025), que, ao comparar aulas expositivas com a metodologia ISLE aliada a simulações PhET, identificaram ganho normalizado médio de $g = 0,33$ no grupo experimental, superior ao $g = 0,19$ do grupo controle, com diferença significativa no pós-teste. Em termos científicos, esse resultado indica que o diferencial não está apenas no recurso digital, mas no modo como ele é incorporado ao processo de ensino.

De forma semelhante, Cavalcante e Sales (2020) também encontraram melhores resultados para a turma que utilizou simulações PhET em comparação à turma submetida ao ensino tradicional. Embora o estudo aponte maior avanço em tópicos como inércia e movimento sem atrito, ele também revela que nem todos os conteúdos foram igualmente beneficiados, uma vez que MRU e MRUV apresentaram melhoria menor. Esse dado é relevante porque mostra que o impacto das simulações não é uniforme, dependendo do tipo de conceito abordado e da adequação entre o recurso utilizado e o objetivo de aprendizagem.

A proposta de Santa Brígida et al. (2025), por sua vez, reforça a importância do planejamento pedagógico. Ao estruturar o uso do PhET com base na Aprendizagem Significativa de Ausubel, o estudo enfatiza a ativação de conhecimentos prévios, a contextualização dos problemas e a orientação docente. Nesse caso, o simulador aparece não como substituto da explicação física, mas como mediador da construção conceitual. O mesmo ocorre em Sousa et al. (2023), em que as simulações são inseridas em uma sequência com etapas de problematização, investigação e sistematização, o que favorece a ressignificação de concepções prévias.

Assim, a análise comparativa dos estudos com PhET permite afirmar que a principal evidência não se limita à constatação de que simulações favorecem o ensino das Leis de Newton, mas que sua eficácia depende do desenho didático da atividade. Em outras palavras, o recurso digital apresenta potencial pedagógico relevante, mas esse potencial só se concretiza quando articulado a objetivos conceituais claros, acompanhamento do professor e momentos de discussão reflexiva.

4.3 Impacto de outras TICs: robótica, videoanálise e linguagens multimodais

Embora as simulações digitais ocupem lugar central na literatura analisada, outros recursos tecnológicos também apresentam contribuições relevantes para o ensino das Leis de Newton. Entre eles, destacam-se a robótica educacional, a videoanálise e o uso de histórias em quadrinhos como linguagem multimodal de apoio ao ensino de Física.

O estudo de Leal et al. (2024) mostra que a robótica educacional pode constituir uma estratégia com potencial pedagógico relevante para o ensino das três leis do movimento, especialmente por aproximar o conteúdo teórico de situações práticas e manipuláveis. Ao trabalhar com Arduino, Tinkercad e kit chassi 2WD, o estudo mobiliza os estudantes em atividades que exigem programação, montagem e análise do comportamento do robô, o que amplia o envolvimento dos alunos e favorece a exploração concreta das relações entre força, movimento e interação. No entanto, do ponto de vista analítico, observa-se que os resultados apresentados se concentram mais em indicadores de motivação e percepção de aprendizagem do que em medidas padronizadas de mudança conceitual. Assim, embora o estudo aponte forte potencial didático, sua evidência empírica é menos robusta que a de trabalhos quase-experimentais.

No caso da videoanálise, Ferreira e Roberto Junior (2025) apresentam uma contribuição metodologicamente relevante ao integrar o aplicativo MobTracker ao experimento da máquina de Atwood. O uso do aplicativo permite coletar dados, construir gráficos e comparar valores experimentais e teóricos de aceleração, aproximando os estudantes de uma prática mais investigativa. Diferentemente de abordagens centradas apenas em ilustração visual, a videoanálise contribui para a compreensão da relação entre grandezas físicas a partir de dados produzidos pelos próprios estudantes. Além disso, o estudo indica melhora conceitual em pontos importantes, como a superação da ideia de força contínua para manter o movimento. Nesse sentido, o aplicativo não atua apenas como ferramenta

tecnológica, mas como mediador entre experimentação, análise quantitativa e reconstrução conceitual.

Já o relato da Equipe de Extensão – UFAL/Arapiraca (2022) evidencia que recursos multimodais, como histórias em quadrinhos, podem ampliar a acessibilidade e a contextualização do ensino de Física. Ao articular slides, animações, simulações e produção de HQs, o estudo mostra que a linguagem visual e narrativa pode aproximar os conceitos mecânicos do universo cotidiano dos estudantes. Ainda que o trabalho se apoie mais fortemente em aceitação e percepção dos participantes do que em evidências quantitativas de aprendizagem conceitual, ele amplia a compreensão do papel das TICs ao mostrar que essas tecnologias não se reduzem a softwares ou simuladores, podendo incluir também formas de mediação simbólica e expressiva.

Desse modo, a comparação entre robótica, videoanálise e linguagens multimodais sugere que diferentes TICs atuam em dimensões distintas do processo de ensino. Enquanto a robótica e a videoanálise aproximam teoria e prática por meio da manipulação e da produção de dados, as HQs favorecem contextualização, expressão e aproximação cultural do conteúdo. O ponto comum entre essas estratégias, entretanto, permanece o mesmo: os efeitos positivos decorrem menos da tecnologia em si e mais da forma como ela é pedagogicamente mobilizada.

4.4 Condições de eficácia das TICs: mediação, planejamento e limites

Um dos achados mais relevantes desta revisão é que o uso de TICs não produz efeitos positivos de forma automática. O estudo de Uibson e Frei (2023) é particularmente significativo nesse sentido, ao evidenciar que a simples exposição a uma simulação computacional, sem mediação estruturada, não resultou em ganho médio de aprendizagem nem em diferença estatisticamente significativa entre os grupos analisados. Esse resultado problematiza interpretações que atribuem eficácia automática às tecnologias no ensino.

Esse resultado é central, pois desloca a análise do recurso tecnológico para as condições de sua utilização. Em diálogo com os estudos que apresentaram resultados mais consistentes, observa-se que três fatores se destacam como condições de eficácia recorrentes: (i) mediação docente qualificada; (ii) organização de sequências didáticas estruturadas; e (iii) alinhamento entre o recurso tecnológico e os objetivos conceituais.

Nos estudos de Cavalcante e Alexandria (2025), Santa Brígida et al. (2025) e Sousa et al. (2023), por exemplo, as TICs são integradas a propostas pedagógicas planejadas, com

etapas de exploração guiada, problematização, discussão e sistematização. Esses resultados indicam que os efeitos positivos observados decorrem da articulação entre tecnologia, intencionalidade pedagógica e mediação docente, e não apenas da interatividade do recurso digital.

Além disso, os estudos analisados evidenciam limitações metodológicas importantes. Em alguns casos, as amostras são reduzidas; em outros, predominam relatos baseados em percepção e engajamento, sem uso de instrumentos padronizados; e, em outros ainda, a ausência de grupo controle limita inferências mais robustas sobre eficácia. Esses aspectos indicam que a literatura apresenta heterogeneidade metodológica e limitações em termos de validade externa.

Dessa forma, os resultados indicam que a eficácia das TICs depende menos de sua presença no ambiente educacional e mais de sua inserção em propostas pedagógicas teoricamente fundamentadas. Esse achado reforça a discussão apresentada no referencial teórico, ao evidenciar que o desenho didático e a mediação docente são determinantes no processo de aprendizagem.

4.5 Síntese científica dos achados

Considerando o conjunto dos estudos analisados, a revisão demonstra que as Tecnologias da Informação e Comunicação contribuem para o ensino das Leis de Newton principalmente em três direções. A primeira refere-se à visualização e manipulação de variáveis físicas, especialmente por meio de simulações e videoanálise, favorecendo a compreensão das relações entre força, massa, aceleração e movimento. A segunda está relacionada à promoção de ambientes investigativos, nos quais os estudantes passam a formular hipóteses, testar resultados e argumentar a partir de evidências. A terceira diz respeito à diversificação das formas de mediação didática, incluindo robótica, recursos multimodais e abordagens interdisciplinares.

Entretanto, a principal contribuição desta revisão não consiste em afirmar genericamente a eficácia das TICs, mas em evidenciar que seus efeitos positivos são condicionados por fatores pedagógicos específicos. A literatura analisada indica que essas tecnologias tendem a contribuir de forma mais consistente quando são integradas a sequências didáticas estruturadas, dialogam com dificuldades conceituais específicas, são mediadas pelo professor e estão articuladas a objetivos claros de aprendizagem.

Em síntese, os achados permitem responder ao problema de pesquisa ao indicar que as TICs contribuem para a aprendizagem conceitual das Leis de Newton principalmente quando favorecem a visualização de conceitos, a aprendizagem ativa e o confronto entre concepções prévias e evidências físicas, desde que inseridas em propostas didáticas intencionalmente planejadas. Por outro lado, o uso descontextualizado ou pouco mediado dessas tecnologias tende a produzir efeitos limitados, o que reforça a necessidade de formação docente, planejamento pedagógico e aprofundamento das pesquisas na área.

Esses resultados indicam que o debate sobre TICs no ensino de Física deve deslocar-se de uma perspectiva centrada na tecnologia para uma abordagem orientada por princípios pedagógicos, na qual o desenho didático, a mediação docente e a intencionalidade conceitual assumem papel central na promoção da aprendizagem

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar as contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para o ensino das Leis de Newton, com foco em sua relação com a aprendizagem conceitual no ensino de Física. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica sistematizada, baseada na análise de nove estudos selecionados a partir de critérios previamente definidos, contemplando diferentes abordagens metodológicas e recursos tecnológicos aplicados à mecânica newtoniana.

Os resultados da revisão indicam que as TICs contribuem para o ensino das Leis de Newton principalmente em três dimensões: (i) a visualização e manipulação de variáveis físicas, especialmente por meio de simulações digitais e videoanálise; (ii) a promoção de ambientes de aprendizagem ativa, nos quais os estudantes participam de atividades investigativas; e (iii) o apoio à mudança conceitual, ao favorecer o confronto entre concepções prévias e evidências físicas. Essas contribuições mostram-se mais consistentes em estudos que utilizam intervenções didáticas estruturadas, com mediação docente e objetivos conceituais explicitamente definidos.

Por outro lado, a análise evidencia que os efeitos das TICs não são automáticos. Estudos com maior rigor metodológico indicam que o uso isolado de tecnologias, sem orientação pedagógica adequada, não resulta em ganhos significativos de aprendizagem. Esse resultado reforça que o impacto das TICs depende diretamente do planejamento didático, da mediação docente e da articulação com referenciais teóricos de aprendizagem, como a Aprendizagem Significativa. Nesse sentido, a principal contribuição desta pesquisa consiste em evidenciar que a eficácia das TICs no ensino das Leis de Newton está condicionada às práticas pedagógicas que orientam sua utilização.

Do ponto de vista científico, o estudo contribui ao sistematizar evidências recentes sobre o uso de TICs no ensino das Leis de Newton, destacando tanto suas potencialidades quanto suas limitações. Observa-se, contudo, a presença de lacunas na literatura, especialmente no que se refere à quantidade ainda reduzida de estudos especificamente voltados à mecânica newtoniana com delineamentos metodológicos mais robustos, o que indica a necessidade de aprofundamento das investigações nessa área.

Como limitações, destaca-se que a revisão foi baseada em um número restrito de estudos ($n = 9$ no núcleo analítico), com predominância de investigações qualitativas ou com amostras reduzidas, além da utilização de uma única base de dados (Google Acadêmico). Esses fatores restringem a generalização dos resultados e exigem cautela na extrapolação das conclusões.

No que se refere às implicações práticas, os resultados indicam que a integração das TICs ao ensino das Leis de Newton deve ocorrer de forma planejada, com definição clara de objetivos de aprendizagem, seleção adequada dos recursos tecnológicos e acompanhamento docente contínuo. Nesse contexto, políticas educacionais voltadas à formação de professores e à melhoria da infraestrutura tecnológica mostram-se relevantes para viabilizar o uso pedagógico dessas ferramentas.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras avancem na avaliação da aprendizagem conceitual por meio do uso de instrumentos padronizados, como o Force Concept Inventory (FCI), amplamente utilizado na área para mensurar a compreensão dos conceitos fundamentais da mecânica newtoniana. Além disso, investigações com delineamentos experimentais mais robustos, maior número de participantes e comparação entre diferentes estratégias didáticas poderão contribuir para consolidar evidências sobre o impacto das TICs no ensino de Física.

Em síntese, conclui-se que as TICs constituem recursos pedagógicos com potencial relevante para o ensino das Leis de Newton, desde que integradas a práticas didáticas teoricamente fundamentadas, orientadas por objetivos conceituais claros e mediadas de forma intencional pelo professor. Mais do que a presença da tecnologia, é a qualidade do desenho pedagógico que determina sua contribuição para a aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Jeferson; DE QUEIROZ, Zuleide Fernandes; RODRIGUES DOS SANTOS, Isaac Brígido; LIMA, Jânio do Nascimento. Ciclo criativo de jogos colaborativos: um método para criação de jogos educativos. **HOLOS**, [s. l.], v. 2, p. 424–437, 2018. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3298>. Acesso em: 18 fev. 2025.

ARAÚJO, Israel Marinho. **Ensino e aprendizagem de força mediados por tecnologias digitais: análise de autoeficácia em Física do Ensino Médio**. 2022. 114 fls. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/44546>. Acesso em: 17 jan. 2025.

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

CAETANO, Victor. **Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa das Leis de Newton**. 2020. 132 fls. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/192850>. Acesso em: 04 jan. 2025.

CAVALCANTE, Artur Araújo; SALES, Gilvandenys Leite; SILVA, João Batista da. Tecnologias digitais no Ensino de Física: um relato de experiência utilizando o Kahoot como ferramenta de avaliação gamificada. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 7, n. 11, p. e7711456, 2018. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/456>. Acesso em: 18 fev. 2025.

CHAVES, Adriana Alves da Silva; *et al.* Tecnologias da informação e comunicação nas práticas educativas: uma revisão da literatura. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 8, p. e47311831155, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31155>. Acesso em: 10 fev. 2025.

DA SILVA REIS, Rafaela; SILVA LEITE, Bruno; BRITO CARNEIRO LEÃO, Marcelo. Apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da última década (2007-2016). **RENOTE**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, 2017. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/79232>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DALLA CORTE, Henrique Deon; GIACOMELLI, Alisson Cristian; BIAZUS, Marivane de Oliveira. Construção e aplicação de uma UEPS para o ensino das Leis de Newton: uma proposta com enfoque CTS para o Ensino Médio. **RBECM – Revista Brasileira de Educação em Ciências e Matemática, Passo Fundo**, v. 6, ed. especial, p. 75–94, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5335/rbecm.v6iespecial.14780>. Acesso em: 26 jun. 2025.

DE ALMEIDA, Lúcia Maria; *et al.* A importância das tecnologias da informação e comunicação no processo de ensino e aprendizagem em ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 13, n. 2, p. 54-71, 2023. Disponível em: <https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/638>. Acesso em: 10 fev. 2025.

FERREIRA, Rafaela Cícera. **Uma análise da simulação PhET Colorado como ferramenta para o ensino de física**: um estudo de caso comparativo com a realidade. 2023. 76 fls. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/55249>. Acesso em: 05 jan. 2025.

FROZZA, Samanda Gomes. **O uso de simulações como tecnologia aliada ao ensino da Física no contexto escolar**. 2016. 54 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Educação. Departamento de Metodologia de Ensino. Educação na Cultura Digital. Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167326>. Acesso em: 06 jan. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HEREDIA, Jardel Reis; DE PÁDUA MAGALHÃES, Antônio; VILLELA, Maria Lúcia Bento. Software de Física: contribuições e utilização para uma aprendizagem significativa em escolas do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 384-406,

2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/931>. Acesso em: 10 jan. 2025.

JAIME, Danay Manzo; LEONEL, André Ary. Uso de simulações no ensino de Física. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 46, p. e20230309, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0309>. Acesso em: 04 jan. 2025.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 6. ed. Campinas: Papirus, 2012.

KRAUSE, João Carlos. A ciência e sua comunicação com a sociedade. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 01-05, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v11i1.404>. Acesso em: 08 jan. 2025.

LIMA, Allan Lopes. **Utilizando jogos eletrônicos para o ensino das leis de Newton no primeiro ano do ensino médio**. 2021. 112 fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação polo 4 UFAM/IFAM, Instituto Federal do Amazonas, Manaus, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/839>. Acesso em: 12 jan. 2025.

LOPES, Alana Caroline. **Desenvolvimento de jogos para o ensino de física: requisitos para um potencial ferramenta pedagógica**. 2022. 47 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Jaraguá do Sul, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2793>. Acesso em: 03 jan. 2025.

MACHADO, Naamã Lobosco Rodrigues; PASTORIO, Dioni Paulo. Uma revisão da literatura sobre a integração das tecnologias da informação e comunicação com atividades experimentais no ensino de física. **Revista Dynamis.**, Blumenau, v. 28 n. 1, p. 164-185, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/262357>. Acesso em: 10 fev. 2025.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MOURA, Mikael Alisson. **Evolução da abordagem do uso de simuladores computacionais na educação básica brasileira para o ensino de Física**. 2022. 30 fls. Trabalho de conclusão de curso (licenciatura em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/10618>. Acesso em: 06 jan. 2025.

OLIVEIRA DOS SANTOS, Wilk; ISOTANI, Seiji. Desenvolvimento de Jogos Educativos? Desafios, Oportunidades e Direcionamentos de Pesquisa. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 180–189, 2018. DOI: 10.22456/1679-1916.89252. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/89252>. Acesso em: 28 jan. 2025.

OLIVEIRA, Ayler F. Horta; OLIVEIRA, Lucia Helena Horta. **Uma sequência didática criativa para ensinar as leis de Newton**. 2020. 22 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2008.04686>. Acesso em: 10 jan. 2025.

OLIVEIRA, João Paulo de; *et al.* **O ensino das Leis de Newton por meio da utilização de aplicativos educacionais móveis criados no App Inventor 2**. 2020. 60 fls. Dissertação de Mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4976>. Acesso em: 03 jan. 2025.

PANOSSO, Mariana Gomide; SOUZA, Silvia Regina de.; HAYDU, Verônica Bender. Características atribuídas a jogos educativos: uma interpretação Analítico-Comportamental. **Psicol. Esc. Educ.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 233–242, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0192821>. Acesso em: 26 jan. 2025.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, 2006.

PSZYBYLSKI, Rafael Felipe; MOTTA, Marcelo Souza; KALINKE, Marco Aurélio. **Uma revisão sistemática sobre as pesquisas realizadas em programas de mestrado profissional que versam sobre a utilização de smartphones no ensino de Física**. Caderno

Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 37, n. 2, p. 406–427, ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p406>. Acesso em: 26 jun. 2025.

REIS, K. G. C.; *et al.* Discutindo a concepção newtoniana do movimento circular uniforme utilizando TICs. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 46, p. e20240019, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2024-0019>. Acesso em: 25 jan. 2025.

RIBEIRO, João Pedro Mardegan. Filmes e softwares educacionais no ensino de Física: Uma análise bivariada. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 8, p. e36984998, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4998>. Acesso em: 08 fev. 2025.

SANTOS, Maria Isabel Ferreira *et al.* Utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na aprendizagem das Ciências Exatas. **Revista Práxis: Saberes da Extensão**, João Pessoa, v. 9, n. 19, p. 3–12, jan./abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/praxis/article/view/1UTILIZAÇÃODETIC>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 41, e20180309, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0309>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SILVA, Lorena Garces; DIAS, Lisete Funari. Aprendizagem baseada em projetos no ensino de ciências da natureza com foco na colaboração: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 86-102, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.31512/encitec.v12i3.528>. Acesso em: 06 jan. 2025.

SILVA, Taís de Souza; COSTA, Lucas Mota; PALCHA, Leandro Siqueira. Historiografia da ciência e linguagem infográfica: pontuações à formação de professores de Ciências. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, v. 8, n. 2, p. 113–126, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/sala/article/view/608>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SOUSA, Jackson da Silva. **Análise e desenvolvimento de proposta de ensino de Física com**

o software Algodoo. 2023. 49 fls. Monografia (Graduação em Física Licenciatura) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75275>. Acesso em: 03 jan. 2025.

TELLES, Fabio Togneri *et al.* **Ensino por investigação para o estudo da primeira lei de Newton no ensino fundamental de forma remota através de histórias em quadrinhos.** Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino, n. 14, p. 314–317, dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.47456/krkr.v1i14.37389>. Acesso em: 26 jun. 2025.