

TECNOLOGIAS MÓVEIS NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: REVISÃO SISTEMÁTICA DE APLICATIVOS EDUCACIONAIS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM

MOBILE TECHNOLOGIES IN ORGANIC CHEMISTRY EDUCATION: A
SYSTEMATIC REVIEW OF EDUCATIONAL APPS AND THEIR CONTRIBUTIONS
TO LEARNING

TECNOLOGÍAS MÓVILES EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE APLICACIONES EDUCATIVAS Y SUS
CONTRIBUCIONES AL APRENDIZAJE

Thiago Nicolau Magalhães de Souza Conte¹, Wilker José Caminha dos Santos², Franco Feitosa Corrêa de Camargo³, Elzelis Muller da Silva⁴, Vitória Nazaré Costa Seixas⁵, Patrícia Danielle Lima de Lima⁶, Rosemary Maria Pimentel Coutinho⁷

DOI: 10.54899/dcs.v23i93.6477

Recibido: 01/07/2026 | Aceptado: 27/07/2026 | Publicación en línea: 04/08/2026.

RESUMO

A incorporação das tecnologias móveis ao contexto educacional tem promovido mudanças significativas nas estratégias de ensino e aprendizagem, especialmente quando associadas às metodologias ativas. No ensino de Química Orgânica, disciplina tradicionalmente considerada complexa devido ao elevado nível de abstração de seus conteúdos, os dispositivos móveis e seus aplicativos representam alternativas capazes de favorecer a visualização tridimensional de estruturas moleculares, a simulação de reações químicas, o desenvolvimento de atividades investigativas e o fortalecimento da autonomia discente. Nesse contexto, este estudo apresenta uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de identificar os principais aplicativos móveis destinados ao ensino de Química Orgânica, analisando suas funcionalidades, aplicações pedagógicas, potencialidades e limitações. A pesquisa foi conduzida em bases científicas nacionais e internacionais, complementada por buscas nas principais lojas de aplicativos móveis. Inicialmente foram identificados 315 aplicativos relacionados ao ensino da disciplina, dos quais 30 atenderam aos critérios metodológicos estabelecidos para análise detalhada. Os aplicativos

¹ Doutor em Engenharia de Software pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, Pará, Brasil.

E-mail: thiagonconte@uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1288-366X>

² Mestrando em Engenharia de Software pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), Redenção, Pará, Brasil.

E-mail: wilkercaminha@uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5265-583X>

³ Graduando em Engenharia de Software pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), Redenção, Pará, Brasil.

E-mail: franco.correacamargo@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-4662-9524>

⁴ Doutora em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, Pará, Brasil.

E-mail: elzelis@uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6778-520X>

⁵ Doutora em Tecnologia de Alimentos pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, Pará, Brasil.

E-mail: vitoria.seixas@uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0716-3876>

⁶ Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, Pará, Brasil.

E-mail: patricia.lima@uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1068-2813>

⁷ Doutora em Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal do Pará (IFPA), Belém, Pará, Brasil.

E-mail: rosemary.coutinho@ifpa.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3444-1248>

foram classificados segundo suas funcionalidades, incluindo modelagem molecular, nomenclatura química, visualização de estruturas, síntese orgânica, espectroscopia, química medicinal, funções orgânicas e recursos educacionais gerais. Os resultados evidenciam que os aplicativos móveis ampliam as possibilidades de aprendizagem ativa ao proporcionar experiências interativas, favorecer a compreensão espacial das moléculas, estimular a resolução de problemas e apoiar práticas colaborativas. Entretanto, permanecem desafios relacionados à formação docente, infraestrutura tecnológica, predominância de aplicativos em língua inglesa e escassez de recursos desenvolvidos especificamente para o contexto educacional brasileiro. Conclui-se que as tecnologias móveis constituem instrumentos promissores para a inovação pedagógica no ensino de Química Orgânica, desde que sua utilização esteja integrada a propostas metodológicas fundamentadas em princípios pedagógicos consistentes.

Palavras-chave: Tecnologias Móveis. Ensino de Química Orgânica. Metodologias Ativas. Mobile Learning. Aplicativos Educacionais.

ABSTRACT

The integration of mobile technologies into education has significantly transformed teaching and learning strategies, particularly when combined with active learning methodologies. In Organic Chemistry education, a discipline traditionally considered challenging due to the abstract nature of its concepts, mobile devices and educational applications provide innovative opportunities for three-dimensional molecular visualization, simulation of chemical reactions, inquiry-based learning, and the promotion of student autonomy. This systematic literature review aimed to identify, classify, and critically analyze mobile applications designed for Organic Chemistry education, focusing on their educational functionalities, pedagogical contributions, and limitations. Searches were conducted across major scientific databases and mobile application repositories. Initially, 315 applications were identified, from which 30 met the predefined inclusion criteria for detailed analysis. Applications were categorized according to their primary educational functions, including molecular modeling, organic nomenclature, reaction mechanisms, spectroscopy, medicinal chemistry, functional groups, and general Organic Chemistry resources. The findings indicate that mobile applications enhance active learning by promoting interactive experiences, facilitating molecular visualization, strengthening problem-solving skills, and encouraging collaborative learning environments. Nevertheless, limitations related to technological infrastructure, teacher professional development, language accessibility, and the scarcity of Brazilian educational applications remain significant challenges. The study concludes that mobile technologies represent strategic educational resources capable of transforming Organic Chemistry teaching when integrated into pedagogically grounded active learning approaches.

Keywords: Mobile Technologies. Organic Chemistry Education. Active Learning. Mobile Learning. Educational Applications.

RESUMEN

La integración de tecnologías móviles en la educación ha transformado significativamente las estrategias de enseñanza y aprendizaje, especialmente cuando se combinan con metodologías de aprendizaje activo. En la enseñanza de la Química Orgánica —una disciplina tradicionalmente considerada compleja debido a la naturaleza abstracta de sus conceptos—, los dispositivos y

aplicaciones móviles ofrecen oportunidades innovadoras para la visualización molecular tridimensional, la simulación de reacciones químicas, el aprendizaje basado en la indagación y el fomento de la autonomía del estudiante. Esta revisión sistemática de la literatura tuvo como objetivo identificar, clasificar y analizar críticamente aplicaciones móviles diseñadas para la enseñanza de la Química Orgánica, centrándose en sus funcionalidades educativas, aportes pedagógicos y limitaciones. Se realizaron búsquedas en las principales bases de datos científicas y repositorios de aplicaciones móviles. Inicialmente se identificaron 315 aplicaciones, de las cuales 30 cumplieron con los criterios de inclusión preestablecidos para un análisis detallado. Las aplicaciones se categorizaron según sus funciones educativas principales, incluyendo modelado molecular, nomenclatura orgánica, mecanismos de reacción, espectroscopia, química medicinal, grupos funcionales y recursos generales de Química Orgánica. Los hallazgos indican que las aplicaciones móviles potencian el aprendizaje activo al promover experiencias interactivas, facilitar la visualización molecular, fortalecer las habilidades de resolución de problemas y fomentar entornos de aprendizaje colaborativo. No obstante, las limitaciones relacionadas con la infraestructura tecnológica, el desarrollo profesional docente, la accesibilidad lingüística y la escasez de aplicaciones educativas brasileñas siguen representando desafíos significativos. El estudio concluye que las tecnologías móviles constituyen recursos educativos estratégicos capaces de transformar la enseñanza de la Química Orgánica cuando se integran en enfoques de aprendizaje activo con fundamento pedagógico.

Palabras clave: Tecnologías Móviles. Enseñanza de la Química Orgánica. Metodologías de Aprendizaje Activo. Aprendizaje Móvil. Aplicaciones Educativas.



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

INTRODUÇÃO

A transformação digital observada nas últimas décadas modificou profundamente a forma como a sociedade produz, compartilha e utiliza informações. O avanço das tecnologias móveis, associado à expansão do acesso à internet e ao desenvolvimento de aplicações educacionais, vem promovendo mudanças significativas nos processos de ensino e aprendizagem em diferentes níveis educacionais. Nesse cenário, smartphones e tablets deixaram de representar apenas dispositivos de comunicação para se consolidarem como importantes ferramentas de apoio às práticas pedagógicas, favorecendo ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, colaborativos e centrados no estudante. Essas transformações têm estimulado pesquisadores e educadores a repensarem estratégias metodológicas capazes de integrar recursos digitais às demandas da educação contemporânea, especialmente em áreas caracterizadas por elevado grau de abstração conceitual, como a Química Orgânica. A fundamentação dessa problemática está alinhada ao

contexto apresentado no artigo, que destaca a crescente presença das tecnologias móveis, das metodologias ativas e das aplicações voltadas ao ensino da disciplina. (Hammill, Nguyenb e Hendersonc, 2021)

A Química Orgânica constitui um dos componentes curriculares que historicamente apresentam elevados índices de dificuldades de aprendizagem (Kiappes, 2021). A compreensão de estruturas moleculares tridimensionais, mecanismos de reação, propriedades físico-químicas e nomenclatura exige do estudante elevado nível de abstração espacial, raciocínio lógico e integração entre diferentes conceitos científicos. Como consequência, estratégias tradicionais fundamentadas predominantemente na exposição oral frequentemente mostram-se insuficientes para promover aprendizagens significativas, favorecendo processos de memorização em detrimento da construção efetiva do conhecimento.

Nesse contexto, as metodologias ativas emergem como alternativas pedagógicas capazes de reposicionar o estudante como protagonista de seu processo formativo. Fundamentadas na aprendizagem baseada em problemas, investigação científica, colaboração e resolução de situações contextualizadas, essas metodologias estimulam competências cognitivas superiores, tais como análise, síntese, avaliação crítica e tomada de decisão. A incorporação de recursos tecnológicos potencializa ainda mais essas abordagens, permitindo que os estudantes interajam continuamente com conteúdos digitais, simulações, laboratórios virtuais e ambientes colaborativos.

Entre essas tecnologias, destacam-se os aplicativos móveis desenvolvidos especificamente para o ensino de Química. Esses recursos oferecem funcionalidades diversificadas, incluindo construção de modelos moleculares tridimensionais, identificação de compostos, nomenclatura segundo as normas da IUPAC, simulação de mecanismos reacionais, espectroscopia, realidade aumentada, jogos educacionais e visualização interativa de estruturas químicas. Tais funcionalidades ampliam as possibilidades didáticas ao aproximar conceitos abstratos de representações visuais e experiências interativas, favorecendo maior motivação e engajamento discente.

Apesar do crescimento expressivo da oferta de aplicativos educacionais, observa-se que muitos desses recursos permanecem pouco explorados nas práticas docentes. Em diversos contextos educacionais, a ausência de critérios sistemáticos para seleção de aplicativos, a escassez de estudos comparativos sobre funcionalidades, limitações e potencial pedagógico, bem como a limitada formação tecnológica de parte dos docentes, dificultam sua incorporação efetiva

ao planejamento educacional. Soma-se a isso a predominância de aplicativos desenvolvidos em língua inglesa e a reduzida oferta de soluções especificamente direcionadas ao contexto educacional brasileiro. (Savin *et al*, 2023)

Diante desse cenário, torna-se necessária uma análise sistemática das tecnologias atualmente disponíveis, identificando tendências, potencialidades, limitações e oportunidades de inovação para o ensino de Química Orgânica. Além de subsidiar professores na seleção de recursos didáticos, essa análise contribui para orientar pesquisadores e desenvolvedores no aprimoramento de futuras soluções tecnológicas voltadas à educação científica.

Assim, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática sobre aplicativos móveis destinados ao ensino de Química Orgânica, identificando suas principais funcionalidades, classificando suas aplicações educacionais e discutindo suas contribuições para a implementação de metodologias ativas, visando ampliar as possibilidades de aprendizagem significativa mediada por tecnologias digitais.

REFERENCIAL TEÓRICO

Transformação Digital e Tecnologias Móveis na Educação

A incorporação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) tem promovido profundas mudanças nos processos educacionais, modificando a forma como o conhecimento é produzido, compartilhado e construído. O avanço dos dispositivos móveis, associado à expansão da conectividade sem fio e ao desenvolvimento de aplicações educacionais, ampliou significativamente as possibilidades de aprendizagem em diferentes níveis de ensino, favorecendo práticas mais flexíveis, colaborativas e centradas no estudante.

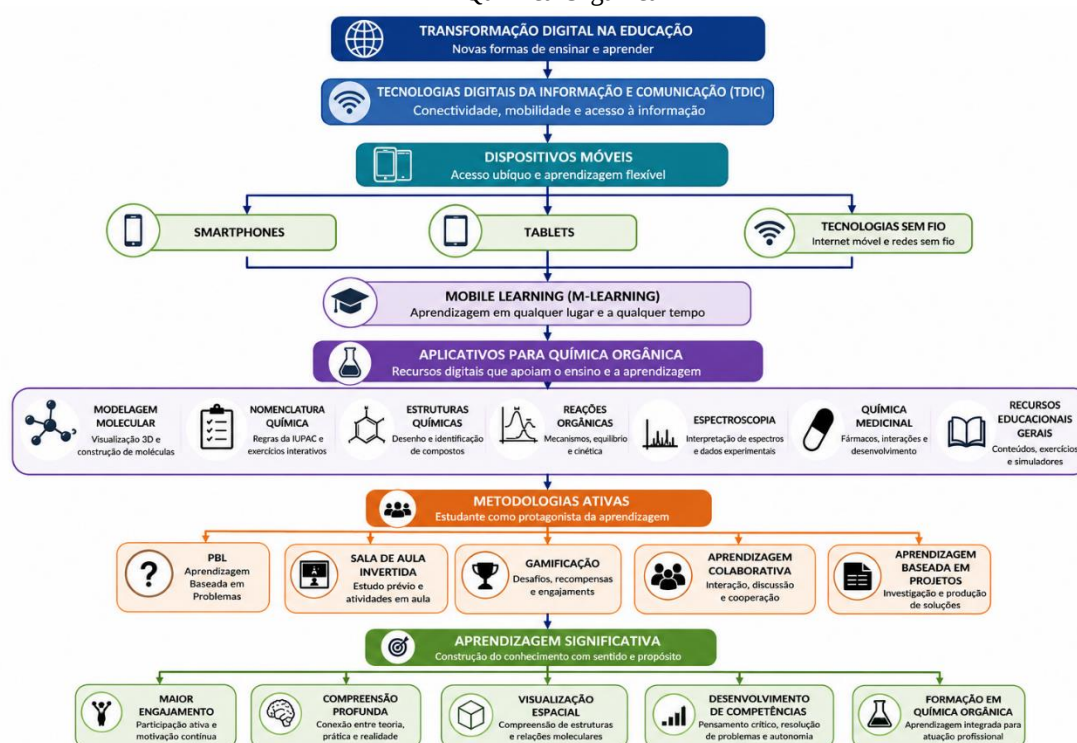
A denominada aprendizagem móvel (mobile learning ou m-learning) consolidou-se como uma das principais vertentes da educação digital contemporânea. Diferentemente dos ambientes computacionais tradicionais, o mobile learning caracteriza-se pela possibilidade de acesso contínuo ao conhecimento, independentemente do espaço físico ou do tempo, permitindo que o processo educativo ultrapasse os limites convencionais da sala de aula. Smartphones, tablets e outros dispositivos móveis passaram a integrar o cotidiano acadêmico, proporcionando acesso instantâneo a conteúdos multimídia, plataformas virtuais, laboratórios remotos, simuladores e aplicativos especializados (Moghaddam & Marashi, 2021)

Diversos estudos demonstram que a utilização dessas tecnologias favorece maior autonomia dos estudantes, amplia a motivação para aprendizagem e fortalece competências relacionadas à resolução de problemas, pensamento crítico e aprendizagem colaborativa. Entretanto, a simples disponibilidade tecnológica não garante melhorias educacionais. Os benefícios dependem diretamente da integração entre recursos tecnológicos, planejamento pedagógico, formação docente e objetivos de aprendizagem claramente definidos. (Vosoughi & Hadadgar, 2020)

Nesse contexto, o professor assume papel estratégico como mediador da aprendizagem, selecionando recursos tecnológicos que efetivamente contribuam para a construção do conhecimento científico, evitando que os dispositivos móveis sejam utilizados apenas como instrumentos de consulta ou entretenimento.

A relação entre as tecnologias digitais, os dispositivos móveis, as metodologias ativas e seus impactos sobre a aprendizagem em Química Orgânica pode ser compreendida a partir do modelo conceitual apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Modelo conceitual da integração entre tecnologias móveis, metodologias ativas e aprendizagem em Química Orgânica



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Metodologias Ativas e Aprendizagem Significativa

As metodologias ativas representam um conjunto de estratégias pedagógicas fundamentadas na participação efetiva do estudante durante o processo de aprendizagem. Diferentemente dos modelos tradicionais de ensino, centrados predominantemente na transmissão de conteúdos pelo professor, essas metodologias estimulam o protagonismo discente por meio da investigação, experimentação, colaboração e resolução de problemas contextualizados. (Damar, 2021)

Os fundamentos teóricos das metodologias ativas dialogam diretamente com as contribuições construtivistas propostas por Piaget, sociointeracionistas defendidas por Vygotsky e libertadoras desenvolvidas por Paulo Freire. Em comum, essas abordagens compreendem o estudante como sujeito ativo na construção do conhecimento, valorizando experiências prévias, interação social, autonomia intelectual e reflexão crítica.

Nesse cenário, os aplicativos móveis surgem como recursos educacionais capazes de minimizar parte dessas dificuldades ao oferecer ambientes interativos de aprendizagem. Atualmente, encontram-se disponíveis centenas de aplicativos destinados ao ensino da Química, contemplando funcionalidades como modelagem molecular, visualização tridimensional, identificação de compostos, simulação de mecanismos reacionais, espectroscopia, nomenclatura segundo as normas da IUPAC, construção de estruturas químicas e resolução de exercícios.

Esses aplicativos favorecem diferentes estilos de aprendizagem ao combinar elementos visuais, auditivos e interativos, permitindo que os estudantes explorem conceitos científicos de maneira dinâmica e personalizada. A possibilidade de manipulação virtual das moléculas contribui significativamente para o desenvolvimento da percepção espacial, considerada uma competência fundamental para o aprendizado da Química Orgânica.

Outro aspecto relevante refere-se à aprendizagem autônoma. Ao disponibilizar conteúdos acessíveis em qualquer momento e local, os aplicativos ampliam o tempo efetivo de estudo e estimulam processos contínuos de revisão, prática e consolidação dos conhecimentos. Além disso, diversos aplicativos incorporam elementos de gamificação, como desafios, níveis de dificuldade, sistemas de pontuação e feedback imediato, aumentando o engajamento dos estudantes.

Apesar dessas potencialidades, permanecem limitações importantes. Grande parte dos aplicativos disponíveis foi desenvolvida para o mercado internacional, predominando conteúdos

em língua inglesa. Além disso, observa-se ausência de padronização quanto aos critérios pedagógicos utilizados em seu desenvolvimento, bem como escassez de estudos que avaliem sua efetividade em contextos educacionais reais (Association of Colleges of Nursing, 2021),. Tais limitações evidenciam a necessidade de pesquisas que sistematizem as funcionalidades disponíveis e forneçam subsídios para seleção criteriosa desses recursos por professores e instituições de ensino.

A literatura demonstra uma evolução significativa no desenvolvimento de aplicativos educacionais destinados ao ensino de Química Orgânica. O Quadro 1 sintetiza os principais estudos encontrados nesta revisão.

Quadro 1 – Principais estudos sobre tecnologias móveis aplicadas ao ensino de Química Orgânica

Autor(es)	Tecnologia investigada	Objetivo	Principais contribuições
Amick e Cross (2014)	iPads	Integrar dispositivos móveis ao ensino de Química Orgânica	Demonstraram aumento da interação entre estudantes e maior participação nas atividades.
D'Angelo (2014)	Captura de tela e recursos multimídia	Produção de materiais digitais para ensino	Favoreceu a aprendizagem assíncrona e revisão dos conteúdos.
Nichele e Schlemmer (2014)	Aplicativos móveis	Identificar potencial pedagógico dos aplicativos	Evidenciaram crescimento da utilização de aplicativos como ferramenta complementar ao ensino.
García, Ortega e Zednik (2017)	Realidade Aumentada	Utilizar RA em metodologias ativas	Observaram maior compreensão de conteúdos científicos e aumento do interesse dos estudantes.
Nichele e Canto (2018)	Aplicativos de Química Orgânica	Revisão de aplicativos educacionais	Identificaram diversidade crescente de aplicativos para nomenclatura, estruturas e funções orgânicas.
Bernskoetter e Merritt (2020)	Smartphones	Aprendizagem móvel em Química Orgânica	Destacaram maior flexibilidade de aprendizagem e aumento do engajamento discente.
Vosoughi e Hadadgar (2020)	Aplicativos laboratoriais	Apoio às práticas experimentais	Evidenciaram melhoria no desempenho acadêmico e maior autonomia dos estudantes.
Moghaddam e Marashi (2021)	Mobile Learning	Revisão sistemática	Confirmaram impactos positivos do uso de dispositivos móveis na aprendizagem da Química.
Hammill, Nguyen e Henderson (2021)	Sala de Aula Invertida	Aprendizagem ativa	Demonstraram que tecnologias digitais potencializam metodologias centradas no estudante.
Savin <i>et al.</i> (2023)	Estratégias de aprendizagem ativa	Desenvolvimento de competências	Evidenciaram fortalecimento do pensamento crítico e da resolução de problemas científicos.

Fonte: Elaborada pelos autores com base na literatura revisada

Tecnologias Imersivas, Realidade Aumentada e Perspectivas Futuras

Nos últimos anos, tecnologias imersivas, como Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV), Realidade Mista (RM) e ambientes virtuais tridimensionais, passaram a integrar o conjunto de ferramentas emergentes aplicadas à educação científica. Essas tecnologias possibilitam a representação digital de fenômenos complexos, permitindo que estudantes interajam com objetos virtuais sobrepostos ao ambiente físico ou completamente simulados em ambientes digitais. (Sobral, 2020)

No ensino de Química Orgânica, a Realidade Aumentada apresenta aplicações particularmente relevantes, pois permite visualizar moléculas tridimensionais, interações intermoleculares, mecanismos de reação e estruturas químicas em tempo real, favorecendo maior compreensão de conceitos abstratos (Fonseca, 2013). A manipulação dessas representações contribui para reduzir dificuldades relacionadas à percepção espacial, frequentemente apontadas como obstáculos à aprendizagem da disciplina.

Paralelamente, o desenvolvimento do metaverso amplia as possibilidades educacionais ao oferecer ambientes virtuais persistentes nos quais estudantes e professores podem interagir, realizar experimentos simulados, participar de laboratórios colaborativos e desenvolver atividades imersivas. Embora sua adoção ainda seja limitada no contexto educacional (Mena-Guacas *et al*, 2023), observa-se crescente interesse da comunidade científica em investigar seu potencial para promoção da aprendizagem experiencial. (Júnior *et al*, 2020)

Mais recentemente, a Inteligência Artificial Generativa passou a integrar esse ecossistema tecnológico, permitindo a criação automatizada de conteúdos educacionais, geração de explicações personalizadas, construção de exercícios adaptativos e apoio à aprendizagem individualizada. Ferramentas baseadas em grandes modelos de linguagem ampliam significativamente as possibilidades de personalização do ensino, fornecendo suporte contínuo aos estudantes e auxiliando professores na elaboração de materiais didáticos. (Mena-Guacas *et al*, 2023),

Entretanto, a incorporação dessas tecnologias exige planejamento pedagógico, formação continuada de professores, infraestrutura tecnológica adequada e desenvolvimento de competências digitais tanto por docentes quanto por discentes. A inovação tecnológica, isoladamente, não garante melhorias educacionais; sua efetividade depende da articulação entre fundamentos pedagógicos sólidos, objetivos educacionais claramente definidos e estratégias

metodológicas coerentes com os processos de aprendizagem.(SILVA JÚNIOR *et al*, 2019).

Nesse sentido, compreender as funcionalidades, potencialidades e limitações dos aplicativos móveis destinados ao ensino de Química Orgânica representa etapa fundamental para orientar futuras pesquisas, subsidiar políticas institucionais de inovação pedagógica e fortalecer a integração entre tecnologia, ciência e educação.

METODOLOGIA

Delineamento da Pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza básica, com abordagem qualitativa e quantitativa, desenvolvida por meio de uma revisão sistemática da literatura. A opção por esse delineamento fundamenta-se na necessidade de identificar, organizar e analisar criticamente as evidências científicas disponíveis acerca da utilização de tecnologias móveis aplicadas ao ensino de Química Orgânica, bem como mapear os principais aplicativos educacionais disponíveis para essa finalidade.

A revisão sistemática constitui um método rigoroso de investigação secundária, permitindo reunir, sintetizar e interpretar resultados provenientes de estudos primários de maneira transparente, reproduzível e baseada em critérios previamente estabelecidos. Diferentemente das revisões narrativas, esse tipo de investigação reduz vieses na seleção da literatura ao adotar procedimentos sistemáticos para identificação, seleção, avaliação e síntese dos estudos.

O desenvolvimento da pesquisa compreendeu as seguintes etapas: definição da questão de pesquisa; elaboração da estratégia de busca; identificação das bases de dados; estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; seleção dos estudos; extração das informações; categorização dos aplicativos educacionais; análise qualitativa e quantitativa dos dados; e síntese dos resultados.

Estratégia de Busca

A busca bibliográfica foi realizada entre janeiro e maio de 2023, contemplando publicações disponibilizadas no período de 2010 a 2023. O recorte temporal foi definido em

razão da crescente expansão das tecnologias móveis e da consolidação dos aplicativos educacionais voltados ao ensino de Ciências observadas durante esse intervalo.

Foram consultadas bases de dados nacionais e internacionais reconhecidas na área de Educação, Química e Tecnologias Educacionais, incluindo PubMed, ScienceDirect, IEEE Xplore e ResearchGate. Complementarmente, realizou-se uma prospecção tecnológica nas plataformas Google Play Store e Apple App Store para identificação dos aplicativos disponíveis destinados ao ensino de Química Orgânica.

A estratégia de busca foi construída a partir da combinação de descritores relacionados ao ensino de Química Orgânica, metodologias ativas, tecnologias móveis e realidade aumentada, empregando operadores booleanos para ampliar a recuperação dos estudos pertinentes ao objetivo da pesquisa.

Critérios de Elegibilidade

Os critérios de elegibilidade foram definidos previamente, visando garantir maior consistência metodológica durante o processo de seleção dos estudos e aplicativos analisados.

Foram incluídos estudos que abordassem o ensino de Química Orgânica associado ao uso de tecnologias móveis, metodologias ativas, realidade aumentada, realidade virtual ou aplicativos educacionais. Também foram considerados trabalhos que apresentassem descrição técnica, avaliação pedagógica ou aplicação prática desses recursos em contextos educacionais.

Por outro lado, foram excluídos estudos duplicados, documentos sem acesso ao texto completo, publicações sem relação direta com o ensino de Química Orgânica e aplicativos que não possuíam finalidade educacional ou que apresentavam indisponibilidade de acesso durante o período da pesquisa.

Processo de Seleção dos Estudos

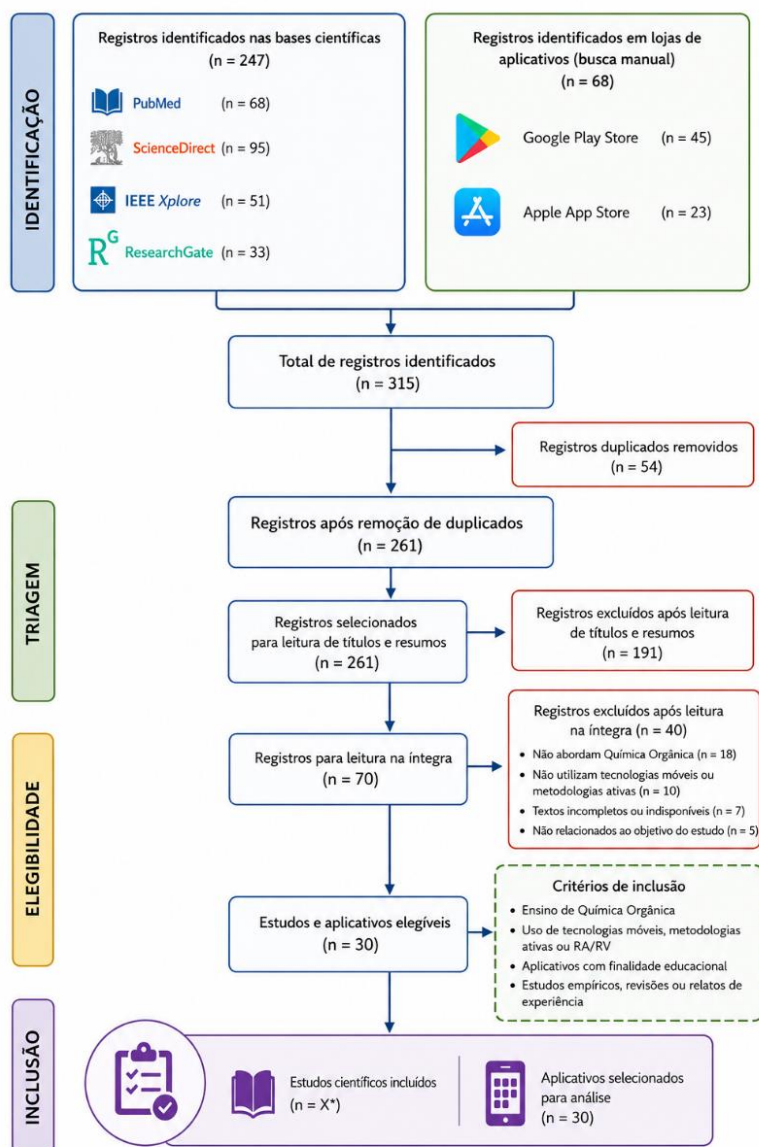
A seleção dos estudos ocorreu em etapas sucessivas. Inicialmente foram identificadas as publicações nas bases científicas e os aplicativos disponíveis nas plataformas digitais. Em seguida realizou-se a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave para verificação da aderência ao tema investigado.

Posteriormente procedeu-se à leitura integral dos estudos potencialmente elegíveis,

aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. Paralelamente, os aplicativos identificados foram avaliados quanto à disponibilidade, finalidade educacional, funcionalidades e aplicabilidade ao ensino de Química Orgânica. (Pereira *et al.*, 2026)

O processo metodológico adotado é sintetizado na Figura 2, elaborada conforme as recomendações do modelo PRISMA para revisões sistemáticas.

Figura 2 – Fluxograma do processo de seleção dos estudos segundo o protocolo PRISMA



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

O quadro apresenta “Estudos e aplicativos elegíveis (n = 30)”, mas, na etapa final, informa 30 aplicativos mais uma quantidade ainda indefinida de estudos científicos (n = X). (CONTE *et al.*, 2026).

Caso existam X estudos e 30 aplicativos, o total de elegíveis deverá ser apresentado como:

$$N_{\text{elegíveis}} = X + 30 \quad (1)$$

E a taxa global final será:

$$TGI = \frac{X+30}{315} \times 100 \quad (2)$$

Portanto, o valor de $n = 30$ no quadro de elegibilidade precisa ser corrigido antes da publicação.

Taxa de remoção de duplicatas:

$$T_D = \frac{N_D}{N_{ID}} \times 100 \quad (3)$$

em que:

T_D = taxa de remoção de duplicatas;

N_D = número de registros duplicados removidos;

N_{ID} = número total de registros inicialmente identificados.

Taxa de exclusão na triagem:

$$T_{ET} = \frac{N_{ET}}{N_T} \times 100 \quad (4)$$

em que:

T_{ET} = taxa de exclusão na etapa de triagem;

N_{ET} = número de registros excluídos após a leitura dos títulos e resumos;

N_T = número total de registros submetidos à triagem.

Taxa de recuperação dos textos completos:

$$T_R = \frac{N_R}{N_B} \times 100 \quad (5)$$

em que:

T_R = taxa de recuperação dos textos completos;

N_R = número de textos completos efetivamente recuperados;

N_B = número total de textos completos buscados.

Taxa de inclusão após a leitura integral:

$$T_I = \frac{N_I}{N_A} \times 100 \quad (6)$$

em que:

T_I = taxa de inclusão após a leitura integral;

N_I = número de estudos incluídos na revisão;

N_A = número total de textos completos avaliados quanto à elegibilidade.

Taxa global de retenção:

$$T_G = \frac{N_{IF}}{N_{ID}} \times 100 \quad (7)$$

em que:

T_G = taxa global de retenção;

N_{IF} = número final de estudos incluídos na revisão;

N_{ID} = número total de registros inicialmente identificados.

Extração e Organização dos Dados

As informações extraídas dos estudos selecionados foram organizadas em planilhas eletrônicas elaboradas especificamente para esta pesquisa. Para cada publicação foram registrados autor, ano de publicação, objetivo, metodologia empregada, recursos tecnológicos investigados e principais resultados.

No caso dos aplicativos móveis, foram registradas informações referentes ao sistema operacional, categoria funcional, finalidade pedagógica, recursos disponíveis, idioma, disponibilidade nas lojas virtuais e potencial de utilização no ensino de Química Orgânica.

Essas informações subsidiaram a construção dos quadros comparativos e a análise descritiva apresentada na seção de resultados.

Classificação dos Aplicativos Educacionais

Após o levantamento inicial de 315 aplicativos, procedeu-se à análise individual de suas características técnicas e pedagógicas. A aplicação dos critérios metodológicos estabelecidos resultou na seleção de 30 aplicativos, considerados aderentes aos objetivos desta investigação.

Os aplicativos foram classificados segundo sua principal funcionalidade educacional, originando as seguintes categorias:

- Modelagem molecular e visualização tridimensional;
- Nomenclatura química;
- Estruturas químicas;
- Síntese orgânica;
- Espectroscopia;
- Funções orgânicas;
- Química medicinal;
- Química Orgânica geral.

Essa categorização permitiu identificar tendências tecnológicas, lacunas existentes e áreas com maior disponibilidade de recursos digitais voltados ao ensino da disciplina. A lista dos aplicativos pode ser verificada no repositório do projeto.

Análise dos Dados

A análise dos dados foi conduzida por meio de abordagem descritiva e interpretativa. Inicialmente realizou-se uma análise quantitativa para caracterização da distribuição dos aplicativos por categorias funcionais e evolução temporal das publicações.

Posteriormente, desenvolveu-se uma análise qualitativa baseada na interpretação das funcionalidades, potencialidades pedagógicas e limitações identificadas nos aplicativos selecionados. Os resultados foram discutidos à luz da literatura científica sobre tecnologias educacionais, metodologias ativas e aprendizagem móvel, buscando estabelecer relações entre os recursos tecnológicos disponíveis e suas contribuições para o ensino de Química Orgânica.

Os procedimentos metodológicos adotados possibilitaram a identificação, seleção e categorização sistemática dos estudos e aplicativos relacionados ao ensino de Química Orgânica mediado por tecnologias móveis. A aplicação dos critérios de elegibilidade assegurou maior rigor científico ao processo de seleção, reduzindo potenciais vieses e aumentando a confiabilidade dos resultados obtidos. A organização das informações extraídas permitiu caracterizar os aplicativos segundo suas funcionalidades, potencialidades pedagógicas e áreas de aplicação, fornecendo uma base consistente para a análise comparativa apresentada na seção seguinte. Dessa forma, os resultados obtidos possibilitam compreender o panorama atual das tecnologias móveis aplicadas ao ensino de Química Orgânica, bem como identificar tendências, lacunas e oportunidades para futuras investigações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da Revisão Sistemática

A aplicação da estratégia de busca nas bases científicas e plataformas digitais resultou na identificação de um conjunto expressivo de estudos e aplicativos relacionados ao uso de tecnologias móveis no ensino de Química Orgânica. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade previamente estabelecidos, foram selecionados os estudos considerados aderentes aos objetivos desta investigação, bem como os aplicativos que apresentavam finalidade educacional voltada ao ensino da disciplina.

O processo de seleção permitiu identificar 315 aplicativos, distribuídos entre as plataformas Google Play Store e Apple App Store, além de estudos científicos provenientes das principais bases internacionais consultadas. Após a análise das características técnicas e pedagógicas dos aplicativos, 30 recursos educacionais atenderam integralmente aos critérios metodológicos definidos para esta revisão, constituindo a amostra analisada neste estudo.

A sistematização desse processo metodológico encontra-se representada na Figura 2, elaborada conforme as recomendações do protocolo PRISMA para revisões sistemáticas. O fluxograma apresenta as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos e aplicativos analisados, permitindo visualizar o processo de seleção adotado nesta revisão.

Os estudos selecionados foram publicados entre 2010 e 2023, conforme o recorte temporal definido para esta revisão sistemática. As publicações recuperadas contemplam pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias móveis aplicadas ao ensino de Química Orgânica, constituindo o conjunto de evidências utilizado para a análise apresentada neste estudo.

Panorama dos Aplicativos Identificados

A prospecção tecnológica realizada nas lojas oficiais de aplicativos permitiu identificar uma ampla diversidade de recursos destinados ao ensino de Química. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade definidos nesta pesquisa, foram selecionados os aplicativos que apresentavam funcionalidades relacionadas ao ensino de Química Orgânica.

Os aplicativos selecionados contemplam diferentes áreas da disciplina, incluindo recursos voltados para nomenclatura química, modelagem molecular, visualização tridimensional de estruturas químicas, mecanismos de reação, espectroscopia, funções orgânicas, síntese orgânica, química medicinal e revisão geral dos conteúdos.

Quanto à origem, observou-se predominância de aplicativos desenvolvidos por instituições ou empresas internacionais, disponibilizados majoritariamente em língua inglesa. Também foi verificado que parte dos aplicativos oferece funcionalidades adicionais mediante versões pagas, coexistindo com versões gratuitas de acesso parcial.

O Quadro 2 apresenta a classificação dos aplicativos selecionados, organizada segundo categoria funcional, plataforma de disponibilidade (Android e/ou iOS), idioma e finalidade pedagógica.

Quadro 2 - Classificação dos aplicativos segundo categoria funcional

Categoria	Objetivo principal	Aplicação pedagógica
Nomenclatura química	Identificação e nomenclatura IUPAC	Exercícios e revisão
Modelagem molecular	Visualização tridimensional	Compreensão espacial
Estruturas químicas	Construção de moléculas	Representação estrutural
Síntese orgânica	Mecanismos reacionais	Resolução de problemas
Espectroscopia	Interpretação de espectros	Identificação molecular
Funções orgânicas	Reconhecimento de grupos funcionais	Fixação conceitual
Química medicinal	Aplicações farmacêuticas	Contextualização
Química Orgânica geral	Revisão dos conteúdos	Aprendizagem autônoma

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos aplicativos analisados, 2026

Características Gerais dos Aplicativos Selecionados

A revisão sistemática identificou aplicativos destinados a diferentes áreas do ensino de Química Orgânica, contemplando funcionalidades relacionadas à nomenclatura química, modelagem molecular, visualização tridimensional de estruturas, simulação de mecanismos de reação, espectroscopia, funções orgânicas, química medicinal e revisão de conteúdo.

Os aplicativos analisados apresentam funcionalidades voltadas à visualização de moléculas, construção de estruturas químicas, resolução de exercícios, simulação de reações, interpretação de espectros e consulta a conteúdos específicos da disciplina. Também foram identificados recursos direcionados à aprendizagem autônoma e ao apoio às atividades de ensino.

Quanto às características gerais, observou-se predominância de aplicativos disponibilizados em língua inglesa, desenvolvidos principalmente por instituições ou empresas internacionais. Verificou-se ainda que parte dos aplicativos oferece funcionalidades completas apenas em versões pagas, coexistindo com versões gratuitas de acesso parcial.

Os resultados apresentados nesta seção caracterizam os aplicativos identificados quanto às suas funcionalidades e características gerais, constituindo a base para a análise das potencialidades, limitações e implicações educacionais discutidas na seção seguinte.

A aplicação dos critérios de elegibilidade possibilitou mensurar o comportamento dos registros ao longo das diferentes etapas da revisão sistemática. Conforme apresentado na Tabela 1 e na Figura 3, a remoção de duplicatas correspondeu a 17,14% dos registros inicialmente identificados. Na etapa de triagem, 73,18% dos registros avaliados foram excluídos após a leitura dos títulos e resumos. A taxa de recuperação dos textos completos foi de 100%, indicando que todos os documentos selecionados para essa etapa puderam ser acessados e avaliados

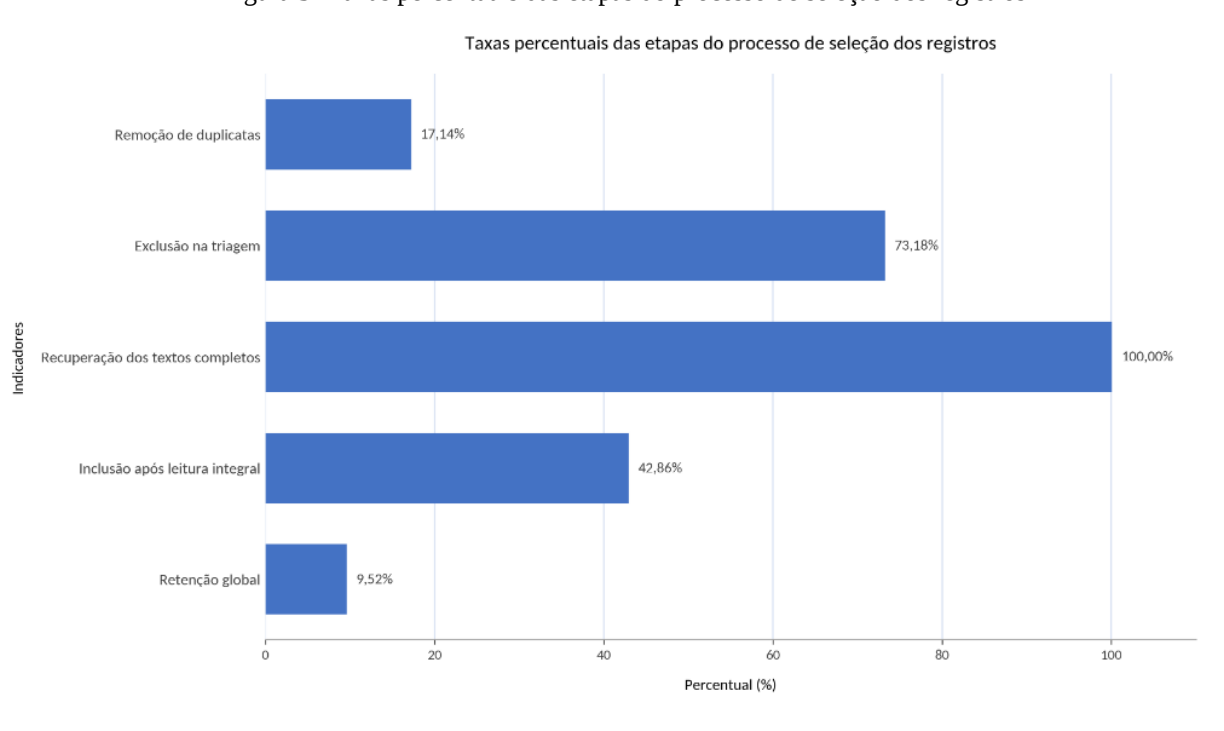
integralmente. Após a análise de elegibilidade, a taxa de inclusão foi de 42,86%, enquanto a retenção global correspondeu a 9,52% do conjunto inicialmente identificado. Esses resultados demonstram a aplicação progressiva dos critérios metodológicos e a seleção de um corpus final mais específico e diretamente relacionado aos objetivos da investigação.

Tabela 1 – Taxas percentuais das etapas do processo de seleção dos registros

Indicador	Percentual
Remoção de duplicatas	17,14%
Exclusão na etapa de triagem	73,18%
Recuperação dos textos completos	100,00%
Inclusão após a leitura integral	42,86%
Retenção global	9,52%

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Figura 3- Taxas percentuais das etapas do processo de seleção dos registros



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Discussão

Os resultados desta revisão sistemática evidenciam a crescente disponibilidade de tecnologias móveis voltadas ao ensino de Química Orgânica, refletida na identificação de 315 aplicativos, dos quais 30 atenderam aos critérios de elegibilidade estabelecidos nesta pesquisa.

Esse panorama demonstra o interesse contínuo de pesquisadores, instituições e desenvolvedores pelo desenvolvimento de recursos digitais aplicados à educação, acompanhando a consolidação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como elementos estruturantes dos processos contemporâneos de ensino e aprendizagem. A diversidade de funcionalidades identificadas reforça o potencial das tecnologias móveis para ampliar as possibilidades didáticas em disciplinas que apresentam elevado grau de abstração conceitual, como a Química Orgânica.

Os achados desta investigação corroboram estudos que destacam o *mobile learning* como uma estratégia capaz de ampliar a flexibilidade, a autonomia e a personalização da aprendizagem. Nesse sentido, Nichele e Canto (2018) evidenciam o crescimento da utilização de aplicativos móveis como ferramentas complementares ao ensino de Química, enquanto Moghaddam e Marashi (2021) demonstram que dispositivos móveis favorecem ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e acessíveis. Da mesma forma, Bernskoetter e Merritt (2020) ressaltam que a mobilidade proporcionada por smartphones amplia as oportunidades de aprendizagem contínua, permitindo que os estudantes tenham acesso aos conteúdos em diferentes contextos e momentos, favorecendo a consolidação do conhecimento.

A predominância de aplicativos destinados à modelagem molecular, à nomenclatura química e à visualização tridimensional de estruturas indica que o desenvolvimento dessas ferramentas tem priorizado conteúdos relacionados à compreensão espacial das moléculas, competência considerada essencial para o aprendizado da Química Orgânica. A possibilidade de manipular modelos tridimensionais e visualizar mecanismos reacionais contribui para minimizar limitações inerentes às representações bidimensionais tradicionalmente utilizadas em livros didáticos e apresentações convencionais. Esses resultados estão em consonância com García, Ortega e Zednik (2017), que destacam a importância da visualização interativa para facilitar a compreensão de conceitos científicos complexos, bem como com Amick e Cross (2014), que observaram aumento da participação dos estudantes quando tecnologias móveis foram incorporadas às atividades de ensino.

Sob a perspectiva pedagógica, os aplicativos analisados apresentam elevada compatibilidade com os princípios das metodologias ativas. Recursos destinados à construção de estruturas químicas, resolução de exercícios, simulação de experimentos e fornecimento de feedback imediato favorecem estratégias como Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning*), Sala de Aula Invertida, Aprendizagem Baseada em Projetos e Gamificação.

Esses resultados convergem com as observações de Hammill, Nguyen e Henderson (2021), que demonstram que tecnologias digitais potencializam metodologias centradas no estudante, promovendo maior participação, autonomia e desenvolvimento do pensamento crítico. Assim, os dispositivos móveis deixam de representar apenas ferramentas tecnológicas e passam a constituir instrumentos de mediação pedagógica capazes de favorecer processos de aprendizagem mais ativos e significativos.

Outro aspecto relevante refere-se ao potencial dos aplicativos para ampliar a aprendizagem além do ambiente formal de ensino. A mobilidade proporcionada pelos smartphones permite que os estudantes revisem conteúdos, realizem exercícios, explorem representações moleculares e consultem materiais de apoio em diferentes momentos do cotidiano acadêmico. Essa característica amplia o tempo efetivo de estudo e favorece processos contínuos de aprendizagem, aspecto especialmente importante em disciplinas que demandam elevado nível de prática e consolidação conceitual. Nesse sentido, os resultados obtidos reforçam a concepção de aprendizagem ubíqua, na qual o conhecimento pode ser construído independentemente do tempo e do espaço.

Apesar das potencialidades identificadas, esta revisão também evidencia limitações importantes no cenário atual dos aplicativos educacionais destinados à Química Orgânica. Observou-se predominância de aplicativos desenvolvidos em língua inglesa, reduzida disponibilidade de soluções voltadas ao contexto educacional brasileiro e escassez de estudos experimentais capazes de avaliar empiricamente seus impactos sobre indicadores de aprendizagem. Resultados semelhantes foram apresentados por Moghaddam e Marashi (2021), que destacam a necessidade de investigações mais robustas sobre a efetividade pedagógica das tecnologias móveis, superando análises centradas exclusivamente em aspectos técnicos ou funcionais.

Outra limitação identificada refere-se à distribuição desigual das funcionalidades disponíveis. Enquanto áreas como modelagem molecular e nomenclatura química apresentam ampla variedade de aplicativos, conteúdos relacionados à espectroscopia, química medicinal e realidade aumentada permanecem pouco explorados. Essa distribuição evidencia oportunidades para o desenvolvimento de soluções educacionais direcionadas a conteúdos específicos da Química Orgânica, ampliando o repertório de recursos disponíveis para professores e estudantes e favorecendo maior diversidade de estratégias didáticas.

A análise também revelou reduzida incorporação de tecnologias emergentes aos aplicativos identificados. Embora alguns recursos utilizem realidade aumentada e ambientes tridimensionais, observou-se baixa integração com Inteligência Artificial Generativa, modelos de linguagem de grande escala (*Large Language Models* – LLMs), aprendizagem adaptativa, laboratórios virtuais inteligentes e sistemas de recomendação personalizados. Considerando o rápido avanço dessas tecnologias, espera-se que futuras gerações de aplicativos incorporem funcionalidades capazes de oferecer experiências educacionais mais imersivas, personalizadas e fundamentadas em análise de dados educacionais.

Sob a perspectiva institucional, os resultados reforçam que a adoção de tecnologias móveis depende de fatores que transcendem a disponibilidade dos aplicativos. Aspectos como infraestrutura tecnológica, acesso à internet, políticas institucionais de inovação, formação continuada de professores e planejamento pedagógico constituem elementos fundamentais para que essas tecnologias sejam efetivamente incorporadas às práticas educativas. A utilização de aplicativos de forma desarticulada dos objetivos de aprendizagem pode reduzir seu potencial pedagógico, restringindo-os ao papel de recursos complementares sem impacto significativo sobre o processo de construção do conhecimento.

As implicações práticas desta investigação alcançam diferentes públicos. Para docentes, os resultados oferecem subsídios para seleção criteriosa de aplicativos compatíveis com diferentes conteúdos curriculares e metodologias de ensino. Para gestores educacionais, evidenciam a importância de investimentos em infraestrutura digital, programas permanentes de formação docente e políticas institucionais voltadas à inovação pedagógica. Para desenvolvedores, os resultados apontam oportunidades para criação de aplicativos em língua portuguesa, incorporação de tecnologias emergentes, adoção de princípios de acessibilidade, usabilidade e desenho instrucional, bem como desenvolvimento de soluções alinhadas às necessidades do contexto educacional brasileiro.

Esta revisão contribui para o avanço do conhecimento ao sistematizar informações dispersas na literatura, organizar os aplicativos segundo suas funcionalidades e apresentar um panorama das tecnologias móveis aplicadas ao ensino de Química Orgânica no período de 2010 a 2023. Ao integrar evidências provenientes de diferentes estudos, o trabalho oferece uma visão abrangente das potencialidades e limitações desses recursos, fornecendo subsídios para futuras pesquisas e para o planejamento de estratégias de inovação no ensino de Química.

Como limitação, destaca-se que a revisão contemplou apenas estudos e aplicativos disponíveis no período investigado e nas bases de dados selecionadas, não incluindo recursos publicados posteriormente ou aqueles não recuperados pela estratégia de busca adotada. Além disso, a pesquisa possui caráter predominantemente descritivo, não realizando avaliação experimental da efetividade dos aplicativos sobre o desempenho acadêmico dos estudantes.

Diante desse cenário, recomenda-se que pesquisas futuras realizem estudos experimentais capazes de avaliar o impacto pedagógico dos aplicativos em diferentes contextos educacionais, comparem a efetividade de distintas soluções tecnológicas e investiguem a integração entre aplicativos móveis, Inteligência Artificial Generativa, Realidade Aumentada, Realidade Virtual, aprendizagem adaptativa e ambientes virtuais colaborativos. Tais investigações poderão contribuir para o desenvolvimento de recursos educacionais mais acessíveis, personalizados e alinhados às demandas da educação científica contemporânea.

CONCLUSÃO

Este estudo realizou uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de identificar e analisar os principais aplicativos móveis destinados ao ensino de Química Orgânica, considerando suas funcionalidades, aplicações pedagógicas, potencialidades e limitações. Os resultados evidenciaram um cenário de crescente incorporação das tecnologias móveis ao contexto educacional, refletido na ampla disponibilidade de aplicativos voltados ao ensino da disciplina e no aumento das pesquisas relacionadas ao *mobile learning* e às metodologias ativas.

A análise dos aplicativos selecionados demonstrou que essas ferramentas oferecem diferentes possibilidades de apoio ao processo de ensino e aprendizagem, especialmente por meio da visualização tridimensional de estruturas moleculares, da simulação de mecanismos reacionais, da resolução de exercícios e da revisão de conteúdo. Tais funcionalidades favorecem maior interação entre estudantes e conteúdos científicos, contribuindo para reduzir dificuldades relacionadas ao elevado nível de abstração característico da Química Orgânica e ampliando as oportunidades para o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem ativa e significativa.

Apesar dos avanços observados, a revisão também identificou desafios importantes. Destacam-se a predominância de aplicativos desenvolvidos em língua inglesa, a limitada disponibilidade de recursos adaptados ao contexto educacional brasileiro, a escassez de estudos experimentais que avaliem sua efetividade pedagógica e a reduzida incorporação de tecnologias

emergentes, como Inteligência Artificial Generativa, aprendizagem adaptativa e ambientes imersivos. Esses aspectos evidenciam que o desenvolvimento tecnológico ainda não é acompanhado, em muitos casos, por avaliações sistemáticas que comprovem seu impacto sobre o desempenho acadêmico e a construção do conhecimento.

Do ponto de vista científico, este estudo contribui ao sistematizar informações dispersas na literatura, organizar os aplicativos segundo suas funcionalidades educacionais e apresentar uma visão integrada do panorama das tecnologias móveis aplicadas ao ensino de Química Orgânica no período de 2010 a 2023. Além disso, os resultados oferecem subsídios para pesquisadores interessados no desenvolvimento de novas tecnologias educacionais e para docentes que buscam selecionar recursos digitais alinhados aos objetivos de aprendizagem e às metodologias ativas.

Sob a perspectiva prática, espera-se que esta revisão possa apoiar professores, instituições de ensino e desenvolvedores na adoção e no aprimoramento de aplicativos educacionais voltados à Química Orgânica. A utilização desses recursos, quando integrada a um planejamento pedagógico consistente e mediada pela atuação do professor, pode favorecer ambientes de aprendizagem mais interativos, colaborativos e centrados no estudante, potencializando o desenvolvimento de competências científicas essenciais para a formação acadêmica e profissional.

Como limitação, destaca-se que esta revisão contemplou estudos e aplicativos publicados ou disponíveis entre 2010 e 2023, não incluindo recursos desenvolvidos posteriormente nem realizando avaliação experimental do impacto dos aplicativos sobre a aprendizagem. Além disso, a análise concentrou-se em estudos disponibilizados nas bases de dados e plataformas selecionadas, podendo existir outros recursos relevantes não contemplados pelos critérios metodológicos adotados.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a investigação sobre a efetividade pedagógica dos aplicativos em diferentes contextos educacionais, realizem estudos experimentais comparativos entre distintas soluções tecnológicas e explorem a integração de tecnologias emergentes como Inteligência Artificial Generativa, Realidade Aumentada, Realidade Virtual e aprendizagem adaptativa ao ensino de Química Orgânica. Essas iniciativas poderão contribuir para o desenvolvimento de recursos educacionais mais acessíveis, personalizados e alinhados às demandas da educação científica contemporânea.

REFERÊNCIAS

- AMICK, A. W.; CROSS, N. An Almost Paperless Organic Chemistry Course with the Use of iPads. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 5, p. 753–756, 2014. DOI: 10.1021/ed400245h.
- ASSOCIATION OF COLLEGES OF NURSING. **The Essentials**: Core Competencies for Professional Nursing Education. Washington, DC: AACN, 2021.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25–40, 2011.
- BERNSKOETTER, R.; MERRITT, M. Mobile learning in Organic Chemistry: engaging students through smartphones. 2020.
- BRAME, C. **Active learning**. Vanderbilt University Center for Teaching, 2019.
- COHEN, M. Alunos no centro do conhecimento. **Revista Educação**, 2017.
- CONTE, Thiago Nicolau Magalhães de Souza; SANTOS, Wilker José Caminha dos; CAMARGO, Franco Feitosa Corrêa de; COUTINHO, Rosemary Maria Pimentel; SEIXAS, Vitória Nazaré Costa; SILVA, Elzelis Muller da; PONTES, Altem Nascimento. Avaliação de usabilidade e acessibilidade em e-commerce com protocolo normativo integrado: um estudo em plataforma de grande escala. **Veredas do Direito**, [S. l.], v. 23, n. 11, p. e237473, 2026. DOI: 10.18623/rvd.v23.7473.
- DAMAR, M. Metaverse Shape of Your Life for Future: A Bibliometric Snapshot. **Journal of Metaverse**, 2021.
- D'ANGELO, J. G. Student-generated screencasts in Organic Chemistry education. 2014.
- FONSECA, D. Realidade aumentada aplicada ao ensino. 2013.
- FREEMAN, S. *et al.* Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014.
- GARCÍA, C.; ORTEGA, M.; ZEDNIK, H. Augmented Reality in Chemistry Education. 2017.
- HAMMILL, J.; NGUYEN, T.; HENDERSON, F. Encouraging the flip with a gamified process. **International Journal of Educational Research Open**, v. 2, 100085, 2021.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; REIGOSA, C. Scientific visualizations in chemistry education: Theoretical foundations and educational implications. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 15, n. 2, p. 159–175, 2014.
- JÚNIOR [referência incompleta — dados do(a) autor(a), título e fonte a serem preenchidos conforme o TCC]. 2020.

KIAPPES, J. L. Chapter 3 – Using mobile phone applications to teach and learn Organic Chemistry. In: **Technology-Enabled Blended Learning Experiences for Chemistry Education and Outreach**. 2021. p. 43–64.

KUKULSKA-HULME, A.; TRAXLER, J. (ed.). **Mobile Learning: A Handbook for Educators and Trainers**. London: Routledge, 2013.

MENA-GUACAS, A. F. *et al.* Evolution of Teaching in Short-Term Courses: A Systematic Review. 2023.

MOGHADDAM, M.; MARASHI, H. Mobile learning in Organic Chemistry education: a systematic review. 2021.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. 2015.

NICHELE, A. G.; CANTO, E. L. Aplicativos móveis para o ensino de Química Orgânica. 2018.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos móveis como recurso didático para o ensino de Química. 2014.

PACHECO, J. Aprendizagem móvel com smartphones. 2017.

PEREIRA, Emilly Tamires Lima; SOUZA, Kauany Nascimento de; CARR, Renato Ferreira; SANTOS, Wilker José Caminha dos. Desigualdade de gênero na computação: barreiras estruturais e profissionais vivenciadas por mulheres na tecnologia da informação. **Aposta: Revista de Ciencias Sociales**, [S. l.], v. 24, n. 115, p. e1369, 2026. DOI: 10.23900/ra.v24i115.1369. Disponível em: <https://revistaaposta.com/index.php/ra/article/view/1369>. Acesso em: 23 jul. 2026.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: LTC, 1993.

SANGER, M. J. Teaching Chemistry using visualization technologies. 2017.

SAVIN [referência incompleta — dados do(a) autor(a) e fonte a serem preenchidos]. Active learning strategies in science education. 2023.

SILVA JÚNIOR [referência incompleta — dados do(a) autor(a), título e fonte a serem preenchidos conforme o TCC]. 2019.

SOBRAL, M. Tecnologias digitais e inovação na educação. 2020.

VALENTE, J. A. Metodologias ativas e tecnologias digitais. 2018.

VOSOUGHI, A.; HADADGAR, A. Effects of mobile applications on Organic Chemistry laboratory learning. 2020.