

Submetido 29/05/2025; Avaliado 11/8/2025; Revisado: 15/5/2026; Aceito: 10/6/2026; Publicado: 11/6/2026

EXPLORANDO A TABELA PERIÓDICA INTERATIVA COM REALIDADE AUMENTADA
NO ENSINO DE QUÍMICA

EXPLORING THE INTERACTIVE PERIODIC TABLE WITH AUGMENTED REALITY IN
CHEMISTRY EDUCATION

EXPLORANDO LA TABLA PERIÓDICA INTERACTIVA CON REALIDAD AUMENTADA
EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA

ODS¹ a que a temática está vinculada: *Educação de Qualidade; Indústria, Inovação e Infraestrutura (...)*

Stefany Emmanuela Messias Cruz Silva + <https://orcid.org/0009-0003-6993-6798>



Maria Julia Amaro Rodrigues+ <https://orcid.org/0000-0003-4789-4673>



Fernando Silvio Cavalcante Pimentel + <https://orcid.org/0000-0002-9180-8691>



Monique Gabriella Angelo da Silva + <https://orcid.org/0000-0002-9074-9546>



Resumo: Este artigo investiga o uso da Realidade Aumentada (RA) no ensino de Química por meio de uma Tabela Periódica Interativa, desenvolvida com o aplicativo Rapp Chemistry. A pesquisa, de abordagem qualitativa, aplicou a ferramenta tanto em espaços formais quanto não formais. Os resultados indicaram que, em ambos os contextos, a utilização da Tabela Periódica com RA foi positiva, promovendo maior engajamento, compreensão e desempenho dos alunos no aprendizado dos elementos químicos. **Palavras-chave:** Tabela periódica. Realidade Aumentada. Ensino de Química.

Abstract: This article investigates the use of Augmented Reality (AR) in Chemistry education through an Interactive Periodic Table, developed with the Rapp Chemistry app. The research, using a mixed-methods approach, applied the tool in both formal and informal settings. The results indicated that, in both contexts, the use of the AR-based Periodic Table was positive, promoting increased engagement, understanding, and performance in students' learning of chemical elements. **Keywords:** Periodic Table. Augmented Reality. Chemistry Education.

¹ Este trabalho vincula-se a 01 ou mais ODS - [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável](#)

² Instituto de Química e Biotecnologia, Graduanda em Química Licenciatura.

³ Universidade Federal de Alagoas, Pós graduanda em Gestão de Políticas Públicas Educacionais e Transformação Digital.

⁴ Universidade Federal de Alagoas, Doutor em Educação.

⁵ Universidade Federal de Alagoas, Doutor em Química e Biotecnologia



Resumen: Este artículo investiga el uso de la Realidad Aumentada (RA) en la educación de la Química mediante una Tabla Periódica Interactiva, desarrollada con la aplicación Rapp Chemistry. La investigación, utilizando un enfoque de métodos mixtos, aplicó la herramienta tanto en entornos formales como informales. Los resultados indicaron que, en ambos contextos, el uso de la Tabla Periódica basada en RA fue positivo, promoviendo un mayor compromiso, comprensión y rendimiento en el aprendizaje de los elementos químicos por parte de los estudiantes. **Palabras clave:** Tabla Periódica. Realidad Aumentada. Educación en Química.

INTRODUÇÃO

A Química enfrenta desafios no ensino devido à complexidade de conceitos fundamentais como a Tabela Periódica, cuja apresentação tradicional bidimensional dificulta a compreensão de sua organização e propriedades (AMARO, 2022). Essa limitação torna complexo para os estudantes relacionarem os elementos químicos com suas aplicações práticas, destacando a necessidade de abordagens pedagógicas inovadoras. Nesse contexto, a Realidade Aumentada (RA) surge como uma ferramenta promissora, combinando o mundo real com representações digitais para tornar conceitos abstratos mais tangíveis e interativos (SINGO, 2015).

A organização sistemática dos elementos químicos têm origem nos estudos do químico russo Dmitri Mendeleev, que em 1869 propôs uma classificação baseada nas propriedades periódicas dos elementos. Ao organizar os elementos conhecidos em função de suas massas atômicas e similaridades químicas, Mendeleev estabeleceu as bases da Tabela Periódica moderna, prevendo inclusive a existência de elementos ainda não descobertos à época. Desde então, a Tabela Periódica tornou-se uma das ferramentas fundamentais para a compreensão da organização e das propriedades dos elementos químicos.

A integração da RA no ensino de Química, por meio de Recursos Digitais Educacionais (RDE), permite visualizações tridimensionais e estratégias didáticas diversificadas, promovendo aprendizagem significativa (LEITE, 2021). Este projeto investiga o uso da Tabela Periódica Interativa com RA, desenvolvida no aplicativo Rapp Chemistry, para avaliar seu impacto na compreensão dos alunos sobre elementos químicos e suas propriedades. A pesquisa busca analisar como essa ferramenta pode melhorar a conexão entre teoria e prática, oferecendo uma abordagem mais dinâmica e imersiva.

A adoção de tecnologias digitais na educação reflete as transformações da sociedade contemporânea, exigindo práticas pedagógicas mais inovadoras no ensino de Química (AMARO, 2022). A RA, ao possibilitar interações tridimensionais com a Tabela Periódica, moderniza o processo de aprendizagem, tornando-o mais contextualizado e acessível. Essa abordagem não



apenas facilita a compreensão de conceitos complexos, mas também aumenta o engajamento dos estudantes, alinhando-se às demandas educacionais atuais.

Além do ambiente escolar, a aplicação dessas tecnologias em espaços não formais, como museus, feiras de ciências e divulgação científica, amplia o acesso ao conhecimento químico de forma lúdica e interativa. A RA permite que o público geral, independentemente de sua formação acadêmica, explore a Tabela Periódica e suas propriedades de maneira intuitiva, democratizando o aprendizado e despertando o interesse pela Ciência em diferentes contextos sociais.

Em síntese, este artigo propõe uma Tabela Periódica com RA para tornar conceitos abstratos (ex.: estrutura atômica) mais concretos, combatendo desinteresse e dificuldades na aprendizagem (SINGO, 2015). Além de investigar sua eficácia na aprendizagem, o estudo avalia a percepção dos alunos sobre essa tecnologia, reforçando seu papel como recurso pedagógico inovador. Os resultados destacam a importância de incorporar ferramentas digitais para tornar o ensino mais dinâmico e alinhado com as necessidades do século XXI (LEITE, 2021).

2. TECNOLOGIAS DIGITAIS

As tecnologias digitais (TD) estão transformando profundamente a sociedade contemporânea, com destaque para Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), Realidade Aumentada/Virtual, blockchain, 5G e computação em nuvem, que estão redefinindo processos em diversos setores (OLIVEIRA et al., 2023; SANTOS; SILVA, 2023]. Esses avanços não apenas otimizam atividades cotidianas, mas também criam novas oportunidades de desenvolvimento socioeconômico, oferecendo soluções mais seguras, rápidas e escaláveis para os desafios modernos (OLIVEIRA et al., 2023).

No âmbito educacional, a evolução das TD introduz ferramentas digitais mais sofisticadas, como plataformas de aprendizagem adaptativa com IA, ambientes virtuais interativos e aplicativos baseados em RA, que democratizam o acesso ao conhecimento (SANTOS; SILVA, 2023; OLIVEIRA et al., 2023). Essas tecnologias transformam a educação ao promover metodologias participativas, com a singularidade do ensino e aprendizagem ubíqua, além de estimular competências essenciais como colaboração e pensamento crítico (SANTOS; SILVA, 2023).

Como destacam Oliveira et al. (2023), as TD atendem às demandas educacionais do século XXI, fomentando o protagonismo estudantil e o acesso a conteúdo diversificado por meio de



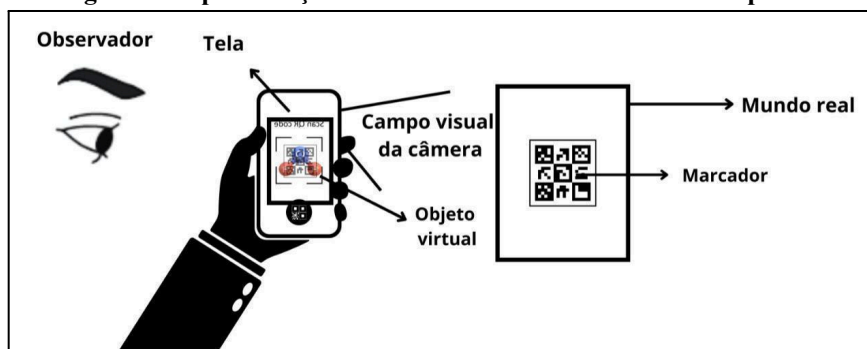
mídias digitais. Essa abordagem tecnológica inovadora não apenas moderniza o processo de ensino-aprendizagem, mas também prepara os indivíduos para os desafios de uma sociedade cada vez mais digitalizada.

No ensino de Química, as TD têm revolucionado a forma como os conceitos complexos são abordados, tornando-os mais tangíveis e interativos. Ferramentas como simulações em realidade virtual permitem explorar estruturas moleculares em 3D, enquanto laboratórios virtuais facilitam a experimentação segura e acessível, superando limitações de infraestrutura (SOUZA et al., 2024). Essas inovações não apenas aproximam a Química do cotidiano dos estudantes, mas também cultivam habilidades investigativas essenciais para a formação científica na era digital.

2.1. REALIDADE AUMENTADA

A Realidade Aumentada, conforme descrito por Milgram et al. (1994), é uma tecnologia que sobrepõe elementos virtuais ao mundo real, criando uma camada aumentada de informação percebida pelo usuário. A RA não substitui o ambiente real, mas o complementa com dados adicionais que podem ser visualizados por intermédio de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, ou até mesmo óculos de RA.

Figura 1. Representação do funcionamento da RA em Smartphones



Fonte: Autores (2025)

Como visualizado na figura 1, a realidade aumentada acontece por meio do reconhecimento de marcadores (que serve de referência para sobreposição do objeto virtual). O objeto 3D é projetado a partir de um aplicativo instalado no smartphone, quando o observador posiciona o campo visual da câmera sobre o marcador, que detecta e rastreia o código, é gerado uma imagem tridimensional. Conforme descrito por Leite (2020, p. 4), “a RA é a ação de incluir objetos virtuais (geralmente tridimensionais) produzidos digitalmente em um ambiente real fazendo uso de um recurso tecnológico”. A citação, embora concisa, sintetiza a essência da tecnologia como

mediadora entre o mundo físico e digital, particularmente valiosa para representar estruturas atômicas e processos químicos tridimensionais que desafiam a compreensão por métodos tradicionais.

Em suma, a Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que sobrepõe elementos virtuais ao ambiente físico em tempo real, enriquecendo a experiência do usuário sem substituir a realidade (KIRNER AND SISCOOTTO, 2007; AZUMA, 1997). Diferente da Realidade Virtual, que cria ambientes totalmente imersivos, a RA mantém o mundo real como base, complementando-o com informações digitais interativas (MOURA, 2012). Essa tecnologia se caracteriza por três aspectos principais: integração entre real e virtual, interação em tempo real e precisão no posicionamento tridimensional de objetos digitais (TORI, HOUNSELL AND KIRNER, 2018).

A RA pode operar através de diferentes tecnologias, como marcadores visuais, geolocalização ou reconhecimento de imagens (DENARDIN AND MANZANO, 2017; LEITE, 2020]. Na RA baseada em localização, elementos virtuais são exibidos conforme a posição do usuário, obtida por GPS. Já no reconhecimento de imagens, a câmera identifica padrões visuais específicos (como livros ou cartazes) para projetar conteúdos digitais. Essa versatilidade torna a RA uma ferramenta poderosa para educação, permitindo experiências interativas em diversos contextos.

2.2. INCORPORAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE QUÍMICA

A Realidade Aumentada (RA) no ensino de Química surge como uma transformação pedagógica alinhada às demandas educacionais contemporâneas. Como destacado por Schartz (2020), a tecnologia permite ao professor atuar como facilitador, estimulando o desenvolvimento de competências críticas e criativas por meio de visualizações tridimensionais e interações imersivas com conteúdos complexos. Conforme Leite (2020), a acessibilidade da RA em dispositivos móveis democratiza o aprendizado, possibilitando a exploração de estruturas moleculares e tabelas periódicas interativas além da sala de aula, enquanto Wang et al. (2016) ressaltam sua capacidade de simular experimentos perigosos com segurança, ampliando as possibilidades de experimentação.

A interatividade da RA, conforme Tori e Kirner (2006), permite aos alunos manipular modelos moleculares e observar reações químicas em tempo real, transformando conceitos



abstratos em experiências tangíveis. Essa abordagem prática facilita a compreensão de processos complexos como ligações químicas e interações atômicas, aumentando significativamente o engajamento estudantil. Ao servir como ponte entre teoria e prática, a RA supera as limitações dos métodos tradicionais bidimensionais, oferecendo uma aprendizagem mais dinâmica e significativa.

A integração da RA no ensino de Química promove um modelo híbrido que combina laboratório físico com ambiente virtual, enriquecendo a experiência educacional e preparando os estudantes para um mundo tecnológico. Como ferramenta complementar, a RA não apenas potencializa a compreensão de conteúdos complexos, mas também demonstra ser um recurso valioso para o ensino de Ciências na era digital, alinhando-se às necessidades pedagógicas contemporâneas e às competências demandadas pelo século XXI.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

A incorporação da Realidade Aumentada (RA) no ensino de Química tem sido explorada em diversos estudos, revelando caminhos promissores para a educação científica. Pesquisas como as de Chen (2006) e Singhal et al. (2012) demonstraram como a visualização tridimensional de moléculas e reações químicas, antes restritas a representações abstratas em livros, ganham vida por meio da RA, facilitando a compreensão de estudantes. Irwansyah et al. (2018), por exemplo, desenvolveram um sistema de RA para o estudo de orbitais atômicos, no qual os alunos podiam manipular modelos 3D com gestos, resultando em maior motivação e desempenho em comparação com métodos tradicionais.

O aplicativo RApp Chemistry, objeto deste estudo, segue essa tendência, permitindo que estudantes explorem a tabela periódica e estruturas moleculares de forma interativa. Sua abordagem gamificada, com quizzes e desafios em RA, ecoa os benefícios apontados por Soares (2013) em relação ao engajamento discente. Outra ferramenta similar, o AR VR Molecules Editor, também se destaca por transformar conceitos complexos, como ligações covalentes e geometria molecular, em experiências tangíveis, reforçando a ideia de que a RA pode servir como uma "ponte" entre o abstrato e o concreto (KERAWALLA et al., 2006).

No entanto, como observado em trabalhos como os de Leite (2015, 2018), a efetividade dessas tecnologias depende de fatores que vão além da inovação técnica. A escassez de recursos em português e a falta de formação docente para integrar RA ao planejamento pedagógico são



desafios recorrentes. Essas limitações ressaltam a importância de iniciativas como a de Irwansyah et al. (2018), que combinam desenvolvimento tecnológico com pesquisas sobre práticas docentes, evidenciando que o sucesso da RA na educação está na intersecção entre tecnologia acessível, currículo bem estruturado e mediação consciente.

Esses exemplos ilustram como a RA, quando aliada a propostas pedagógicas sólidas, pode transformar o ensino de Química, não como um substituto para o professor, mas como uma ferramenta capaz de ampliar as possibilidades de aprendizagem ativa e significativa.

4. METODOLOGIA

O estudo, configurado como pesquisa-ação qualitativa e exploratória, foi desenvolvido na Usina Ciência (ProEx - Ufal), seguindo rigorosamente as normas éticas (CAAE: 83265324.2.0000.5013). Partindo do desafio de tornar conceitos químicos abstratos mais acessíveis, planejou-se a criação de uma Tabela Periódica Interativa com Realidade Aumentada (RA), utilizando o Canva para design e o aplicativo RAppChemistry para integração tecnológica. A intervenção foi implementada em dois contextos: atividades regulares da Usina Ciência e no circuito itinerante SINPETE 2024 (Semana Institucional de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica), alcançando municípios do interior de Alagoas. Participaram 16 indivíduos de redes pública e privada, selecionados por acesso e disponibilidade durante os eventos, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Na fase de coleta de dados, adotou-se a observação participante para registrar as interações dos usuários com a tabela periódica em RA, identificando comportamentos e desafios em tempo real. Paralelamente, questionários mistos (com perguntas fechadas e abertas) foram disponibilizados aos participantes por meio de QR Codes fixados na própria tabela, abordando aspectos como usabilidade, impacto no aprendizado e dificuldades técnicas. A aplicação ocorreu em dois contextos distintos (atividades fixas na Usina Ciência e no circuito itinerante SINPETE 2024), permitindo comparar experiências em ambientes controlados e dinâmicos.

A análise dos resultados seguiu a triangulação metodológica (DENZIN, 1970), integrando três fontes: revisão teórica sobre RA no ensino, registros das observações de campo e respostas dos questionários. Essa abordagem permitiu validar a consistência dos achados e reduzir vieses. Todo o processo foi conduzido sob rigor ético (MINAYO, 2011), com garantia de anonimato, proteção de dados pessoais e divulgação transparente dos resultados. A pesquisa-ação seguiu um



ciclo iterativo: após a análise inicial, os insights foram usados para ajustes técnicos (ex.: dificuldade de usabilidade) e pedagógicos (ex.: simplificação de conteúdos), reiniciando o planejamento para novas etapas da incorporação. Essa flexibilidade metodológica reforçou o caráter participativo e adaptativo da pesquisa, alinhando-se ao objetivo de integrar tecnologias educacionais inovadoras em contextos não formais de aprendizagem.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

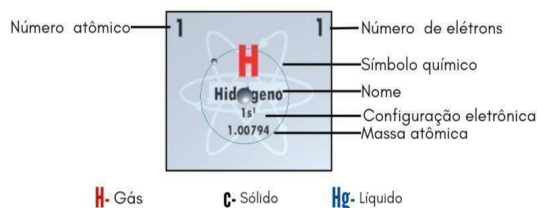
A Realidade Aumentada (RA) apresenta-se como uma inovação transformadora no ensino de química, potencializando a visualização de conceitos abstratos como a tabela periódica por meio de interatividade e imersão (TORI AND KIRNER, 2006). Sua capacidade de engajar estudantes e simplificar conteúdos complexos é alinhada a benefícios pedagógicos reconhecidos, porém sua eficácia depende da integração com metodologias didáticas e suporte técnico-pedagógico (LEITE, 2020). Desafios como a adaptação à tecnologia, instabilidades técnicas e heterogeneidade cognitiva dos usuários destacam a necessidade de equilibrar inovação, acessibilidade e estratégias educacionais inclusivas, assegurando que avanços tecnológicos transcendam o experimental e impactem concretamente a aprendizagem.

5.1. CONSTRUÇÃO DA TABELA PERIÓDICA INTERATIVA

A tecnologia tem impulsionado avanços significativos, especialmente na educação, um exemplo notável disso é o uso de aplicativos de Realidade Aumentada, como o RApp Chemistry. Desenvolvido para a plataforma Android, esse aplicativo utiliza Realidade Aumentada para exibir os elementos da tabela periódica em 3D, utilizando o modelo atômico de Niels Bohr. Por meio dessa ferramenta, demonstrada na figura 2, os estudantes podem explorar informações essenciais dos elementos químicos, como nome, configuração eletrônica, número de elétrons por camada e número atômico, tornando o aprendizado da estrutura atômica mais acessível e interativo (LEITE, 2020).



Figura 2: Informações visualizadas ao sincronizar a câmera do celular com o RApp Chemistry.



Fonte: Autores (2025)

O desenvolvimento da tabela periódica interativa (figura 3) iniciou-se com o download do aplicativo RApp Chemistry e dos marcadores em PDF, que foram recortados e organizados conforme o modelo da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Utilizando a plataforma Canva, conhecida por sua interface intuitiva, projetou-se o layout da tabela, integrando os marcadores e um QR Code vinculado ao arquivo APK do aplicativo, facilitando o acesso dos usuários. Durante o processo, testes contínuos asseguraram a qualidade visual e a funcionalidade dos marcadores, seguindo rigorosamente as recomendações do RApp Chemistry de dimensões padronizadas (4 cm x 4 cm) para otimizar a experiência de Realidade Aumentada. O resultado foi uma ferramenta educacional interativa que combina visualização 3D dos elementos químicos com acessibilidade prática, promovendo um aprendizado dinâmico e alinhado às necessidades pedagógicas contemporâneas.

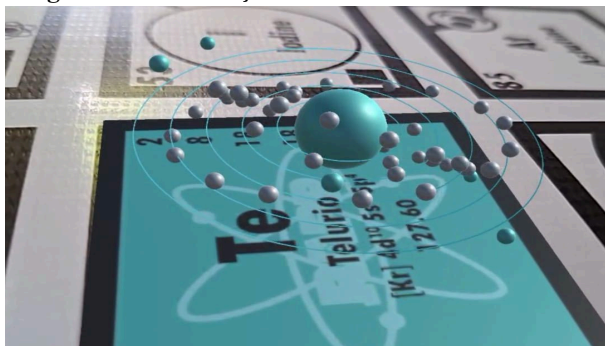
Figura 3: Visualização da Tabela Periódica Interativa

Fonte: Autores (2025)



O arquivo produzido está disponível no link [<https://drive.google.com/file/d/1IVzJGUpwbeoTQ4CCe6QGkSalQHmS-xV0/view?usp=sharing>] em formato pronto para imprimir, tendo sido testado em diferentes proporções de escala para garantir sua adaptabilidade a diversos contextos pedagógicos. Essa flexibilidade de impressão permite ao professor utilizar o material de maneira versátil em sala de aula, seja em tamanho original, reduzido para distribuição individual (tamanho de folha A3) ou ampliado para exposição coletiva, facilitando sua aplicação em diferentes dinâmicas de ensino e recursos disponíveis na escola.

Figura 4: Visualização do Átomo de Telúrio em 3D



Fonte: RappChemistry (2025)

A figura 4, apresenta a visualização tridimensional de um elemento químico, gerada a partir de um marcador de Realidade Aumentada integrado à tabela periódica interativa. A imagem demonstra a sobreposição dinâmica de um átomo de Telúrio 3D sobre o marcador físico, permitindo a representação detalhada de estruturas atômicas, propriedades ou aplicações práticas do elemento em questão.

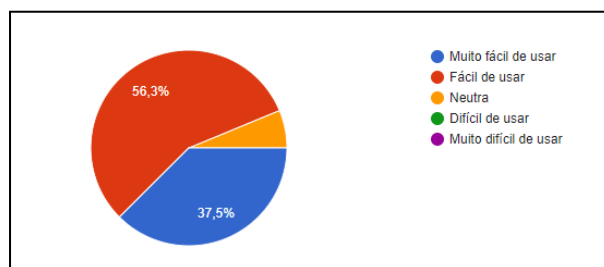
5.2. EXPOSIÇÃO DA TABELA PERIÓDICA PARA O PÚBLICO

A aplicação da tabela periódica interativa via RApp Chemistry foi testada em dois contextos educacionais distintos: no evento público Usina + Divertida um evento de divulgação científica organizado pela Usina Ciência, equipamento de extensão da Ufal que promove atividades lúdico-educativas em ciências naturais. O evento caracteriza-se por aulas-show interdisciplinares, experimentos interativos e oficinas práticas, com foco em Química, Física, Biologia e Astronomia e no show itinerante do SINPETE 2024 que levou demonstrações químicas interativas a escolas públicas da região. Com propósito de popularizar a ciência, o evento utilizou

experimentos de alto apelo visual, atingindo estudantes do ensino fundamental e médio, permitindo avaliar sua eficácia em ambientes não formais.

Durante o Usina + Divertida, a abordagem expositiva proporcionou uma experiência visual direta, onde os participantes interagiram com representações tridimensionais dos elementos químicos, incluindo informações detalhadas como configuração eletrônica e número atômico. O uso de marcadores físicos para ativar os modelos 3D no aplicativo demonstrou ser uma solução eficiente para tornar o aprendizado químico mais acessível e envolvente em espaços informais de educação.

Gráfico 1: Experiência com a Tabela Periódica Interativa



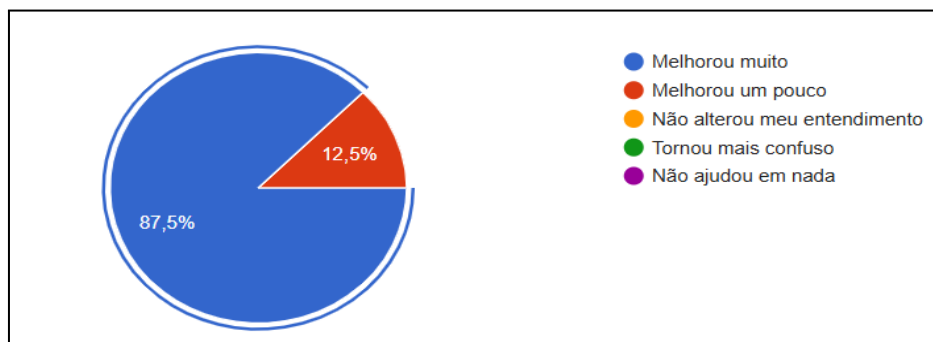
Fonte: Autores

De acordo com o gráfico 1, 56,3% dos participantes avaliaram a experiência com a tabela periódica interativa em Realidade Aumentada como "fácil de usar" e 37,5% responderam "muito fácil de usar", destacando a acessibilidade e a usabilidade intuitiva da ferramenta. Esses resultados corroboram a importância de tecnologias educacionais com interfaces simples e funcionais, conforme apontado por Tori e Kirner (2006), que enfatizam a necessidade de recursos tecnológicos acessíveis para promover o engajamento em ambientes educacionais.

Conforme os resultados do gráfico 2, grande parte dos participantes indicou que a tabela periódica interativa em Realidade Aumentada melhorou significativamente o entendimento sobre os elementos químicos, com respostas como "melhorou muito" (87,5%) e "melhorou um pouco" (12,5%). Esse resultado destaca o papel transformador da tecnologia na educação, permitindo a visualização de conceitos abstratos de forma clara e envolvente, como ressaltado por Leite (2020), que aponta a RA como uma ferramenta poderosa para tornar o aprendizado mais significativo e

acessível. Esses dados reforçam o impacto positivo da tabela como um recurso inovador para complementar o ensino de Química em diferentes contextos educacionais.

Gráfico 2: Eficácia da incorporação da Tabela Periódica Interativa



Fonte: Autores (2025)

A pesquisa evidenciou a excelente aceitação da tabela periódica em Realidade Aumentada entre os participantes, com respostas majoritariamente positivas que indicam seu forte potencial educativo (TORI AND KIRNER, 2006). A incorporação da ferramenta em atividades práticas como o "Teste de Chama" durante o SINPETE 2024 (figura 5) permitiu uma compreensão mais concreta dos fenômenos químicos, demonstrando como a RA pode efetivamente conectar teoria e prática enquanto aumenta o engajamento discente.

Figura 5: Incorporação da Tabela Periódica Interativa



Fonte: Autores (2025)

Os resultados confirmam seu valor como recurso pedagógico versátil, capaz de tornar conceitos abstratos mais acessíveis tanto em ambientes formais quanto informais de ensino (GRANDO AND CLEOPHAS, 2020), com a Tabela periódica incorporada com o aplicativo

RAppChemistry emergindo como uma solução tecnológica acessível que complementa e enriquece o ensino tradicional de química.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação da Tabela Periódica Interativa com RA, proposta neste estudo, confirma-se como uma estratégia pedagógica inovadora para tornar conceitos abstratos, como estrutura atômica e propriedades periódicas, mais concretos e acessíveis. Os resultados observados em eventos como o Usina + Divertida e o SINPETE 2024 evidenciaram que a visualização tridimensional e interativa dos elementos químicos, proporcionada pelo aplicativo RApp Chemistry, reduz a abstração cognitiva e estimula o engajamento dos estudantes. Essa abordagem combate o desinteresse e as dificuldades de aprendizagem, conforme destacado pela alta taxa de recomendação dos participantes e pela eficácia em conectar teoria e prática durante atividades experimentais, como shows de química. A perspectiva de Leite (2020), que ressalta o potencial da RA para materializar conteúdos complexos, é reforçada pelos dados coletados, indicando que a tecnologia não apenas facilita a compreensão, mas também democratiza o acesso a recursos educacionais, especialmente em instituições com infraestrutura limitada.

Em síntese, as limitações incluem a aplicação em contextos pontuais, amostras restritas a públicos de eventos científicos e dependência de dispositivos e conectividade, o que pode excluir comunidades com acesso limitado à tecnologia. Para futuros estudos, sugere-se ampliar o escopo para ambientes formais e diversos perfis socioeconômicos, integração com metodologias ativas (gamificação, projetos), adaptação para dispositivos de baixo custo/off-line, formação docente e incorporação de inteligência artificial, para personalização do aprendizado.

7. REFERÊNCIAS

AMARO, M. J. R. Realidade aumentada e virtual no ensino de química: revisão sistemática da literatura. 2024. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2024.

AZUMA, R. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997.

CHEN, Y. C. A study of comparing the use of augmented reality and physical models in chemistry education. In: PROCEEDINGS OF THE 2006 ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY CONTINUUM AND ITS APPLICATIONS, 2006, [Local]. *Anais...* New York: ACM, 2006. p. 369–372.



DENARDIN, L.; MANZANO, R. C. Desenvolvimento, utilização e avaliação da realidade aumentada em aulas de física. *RENOTE*, v. 15, n. 2, p. 1–10, 2017.

DENZIN, N. (Ed.). *The research act in sociology: a theoretical introduction to sociological method*. New York: McGraw-Hill, 1970.

GOMES, L. I. A. TIC como instrumento pedagógico: a importância da interatividade para o ensino contemporâneo. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E FÓRUM PERMANENTE DE INOVAÇÃO EDUCACIONAL, 11., 2018, [Local]. *Anais...* [S. l.]: [s. n.], 2018.

GRANDO, J. W.; DAS GRAÇAS CLEOPHAS, M. "Para não ser um professor do século passado": uma revisão sobre os 150 anos da Tabela Periódica e a Aprendizagem Móvel em Química. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 6, p. e173963567, 2020.

IRWANSYAH, F. S. et al. Augmented reality (AR) technology on the android operating system in chemistry learning. In: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, 2018, [Local]. *Anais...* [S. l.]: IOP Publishing, 2018. p. 012068.

KERAWALLA, L. et al. "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, v. 10, n. 3–4, p. 163–174, 2006.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In: RIBEIRO, M. W. S.; ZORZAL, E. R. (Eds.). *Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências*. Uberlândia: SBC, 2011.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. *Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2007.

LEITE, B. S. Aplicativos de Realidade Virtual e Realidade Aumentada para o ensino de Química. *Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 6, p. e097220, 2020.

LEITE, B. S. Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino de química. *Debates em Educação*, v. 13, p. 244–269, 2021.

MILGRAM, P. et al. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In: TELEMANIPULATOR AND TELEPRESENCE TECHNOLOGIES, 1994, [Local]. *Anais...* [S. l.]: International Society for Optics and Photonics, 1994. v. 2351, p. 282–292.

MINAYO, M. C. S. *Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade*. [S. l.]: Saúde Coletiva, 2011.

MOURA, A. Mobile learning: tendências tecnológicas emergentes. In: CARVALHO, A. A. A. *Aprender na era digital: jogos e mobile-learning*. Santo Tirso: De Facto, 2012. p. 127–147.

OLIVEIRA, L. L. de; SANTOS, L. A. dos; SILVA, T. C. da. A importância das TIDCs na transformação da educação no século XXI. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS, 2023, [Local]. *Anais...* [S. l.]: [s. n.], 2023. p. 1–10.



SANTOS, L. A. dos; SILVA, T. C. da. Inovações tecnológicas na educação digital: um panorama das TIDCs no ensino superior. *Revista Brasileira de Tecnologias Educacionais*, v. 5, n. 2, p. 45–60, 2023.

SCHUARTZ, A. S.; SARMENTO, H. B. de M. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. *Revista Katálysis*, v. 23, p. 429–438, 2020.

SINGHAL, S. et al. Augmented chemistry: interactive education system. *International Journal of Computer Applications*, v. 49, n. 15, 2012.

SINGO, F. Área Temática: TIC no Ensino O contributo da Teoria da Carga Cognitiva na Educação Tecnológica. 2015.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química*. Goiânia: Kelps, 2013.

TORI, R.; HOUNSELL, M. da S.; KIRNER, C. Realidade Virtual. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. da S. (Org.). *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC, 2018.

TORI, R.; KIRNER, C. *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Porto Alegre: SBC, 2006. v. 1.

WANG, X.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. A comprehensive survey of augmented reality assembly research. *Advances in Manufacturing*, v. 4, n. 1, p. 1–22, 2016.

