

QuimicAR: Aplicativo de Realidade Aumentada para o Ensino Interativo de Estruturas Químicas no Ensino Médio

José Nilton Silva Lima¹,
Matheus Fernandes de Meneses¹,
Brenno Victor Saraiva de Sousa¹,
Mayllon Veras da Silva¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPI)
Av. Rio dos Matos, s/n – Germano, 64260-000 – Piripiri – PI – Brasil

jniltonsilval35@gmail.com,
mathesfmeneses@gmail.com,
brennovictorsousa@gmail.com,
veras@ifpi.edu.br

Abstract. This article presents *QuimicAR*, an augmented reality application developed using the Unity platform and the Vuforia Engine library, aimed at interactive teaching of chemical structures in high school. The tool enables the visualization of three-dimensional models of atoms and molecules through the detection of physical markers, fostering a more concrete and engaging learning experience. During initial testing, the application showed satisfactory performance, with highlights including the animated representation of molecular structures such as H₂O and NaCl. The results indicate the potential of *QuimicAR* as a complementary educational resource, contributing to overcoming the challenges related to abstract chemistry content and promoting greater interactivity in the teaching-learning process.

Resumo. Este artigo apresenta o *QuimicAR*, um aplicativo de realidade aumentada desenvolvido com a plataforma Unity e a biblioteca Vuforia Engine, voltado para o ensino interativo de estruturas químicas no ensino médio. A ferramenta permite a visualização de modelos tridimensionais de átomos e moléculas por meio da detecção de marcadores físicos, promovendo uma aprendizagem mais concreta e engajadora. Durante os testes iniciais, a aplicação demonstrou funcionamento satisfatório, com destaque para a representação animada de estruturas moleculares como H₂O e NaCl. Os resultados indicam o potencial do *QuimicAR* como recurso pedagógico complementar, contribuindo para a superação das dificuldades associadas à abstração dos conteúdos em Química e promovendo maior interatividade no processo de ensino-aprendizagem.

1. Introdução

O ensino de Química no nível médio enfrenta desafios significativos, especialmente quando se busca abordar conceitos abstratos como ligações químicas, estrutura molecular e interações atômicas. Tais conteúdos, muitas vezes distantes da realidade cotidiana dos estudantes, dificultam o estabelecimento de conexões significativas e a construção de um aprendizado efetivo. Embora os livros didáticos e os experimentos em laboratório desempenhem papel fundamental nesse processo, a carência de recursos visuais dinâmicos

e interativos ainda limita a compreensão de estruturas tridimensionais complexas e dos mecanismos de formação molecular [Silva et al. 2020].

Nesse cenário, o uso de tecnologias digitais emergentes tem se consolidado como uma alternativa promissora para potencializar o ensino de Ciências. Dentre essas tecnologias, destaca-se a Realidade Aumentada (RA), que permite a sobreposição de elementos virtuais ao ambiente físico em tempo real, possibilitando ao estudante explorar conteúdos de maneira imersiva e personalizada [Denardin de Oliveira and Cid Manzano 2016]. A integração da RA ao contexto educacional, especialmente no ensino de Química, pode transformar objetos de aprendizagem estáticos em experiências interativas que facilitam a assimilação de conceitos e promovem maior engajamento dos discentes [Barin and Beque Ramos 2021].

A motivação central para este trabalho reside na busca por estratégias didáticas inovadoras que articulem rigor conceitual com usabilidade tecnológica. Assim, o presente projeto propõe o *QuimicAR*, um aplicativo educacional desenvolvido com a plataforma *Unity* e a biblioteca *Vuforia Engine*, que permite a visualização de modelos tridimensionais de átomos e moléculas por meio da detecção de marcadores físicos. A aplicação visa oferecer uma alternativa ao ensino tradicional, tornando o processo de aprendizagem mais acessível, interativo e conectado com as demandas da educação científica.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa é desenvolver um aplicativo de realidade aumentada que viabilize a exploração interativa de estruturas atômicas e moleculares no ensino médio. Os objetivos específicos concentram-se em implementar modelos tridimensionais por meio da integração entre *Unity* e *Vuforia Engine*, consolidar a aplicação em dispositivos móveis *Android* assegurando sua estabilidade e desempenho no reconhecimento de marcadores físicos, além de projetar perspectivas futuras de ampliação de funcionalidades, como a inclusão de novas moléculas e reações químicas.

O sistema foi projetado para operar em dispositivos móveis com sistema *Android*, viabilizando sua utilização tanto em ambientes escolares quanto domiciliares. O *QuimicAR* permite simulações básicas de formação molecular, como a união de hidrogênio e oxigênio para formar a molécula de água, por meio da interação entre marcadores físicos impressos. Essa abordagem propicia uma compreensão visual e dinâmica das estruturas químicas, facilitando a transição do conhecimento abstrato para uma experiência significativa.

Este artigo está organizado da seguinte forma: A Seção 2 apresenta o referencial teórico, discutindo os fundamentos da Realidade Aumentada e os desafios didáticos no ensino de Química. A Seção 3 descreve a metodologia adotada no desenvolvimento do aplicativo, incluindo as ferramentas utilizadas e o processo de modelagem. A Seção 4 detalha os resultados obtidos durante os testes iniciais da aplicação, destacando seu funcionamento e potencial pedagógico. A Seção 5 apresenta as conclusões e trabalhos futuros, com ênfase nas perspectivas de ampliação e validação em contextos reais de ensino.

2. Referencial Teórico

2.1. Realidade Aumentada (RA)

Não é novidade que o uso de recursos tecnológicos está afetando o nosso dia a dia, reformulando até mesmo o nosso jeito de pensar. Para [Santos and Mortimer 2000], "a

tecnologia pode ser compreendida como o conhecimento que nos permite controlar e modificar o mundo [...]. Uma evidência concreta é a utilização cada vez mais prematura de *smartphones* por estudantes. Tal contato abre janelas para ferramentas como plataformas de aprendizagem *online* e recursos multimídia, permitindo a criação de ambientes educacionais mais dinâmicos. Esses avanços não apenas facilitam o acesso ao conhecimento, mas também promovem maior interatividade e personalização do aprendizado [Xavier et al. 2020].

Uma possibilidade em evidência nos últimos anos é a Realidade Aumentada (RA). Essa tecnologia combina elementos virtuais ao ambiente físico do usuário em tempo real, criando uma experiência interativa e imersiva [Gonçalves Lima Junior et al. 2021]. Diferente da Realidade Virtual (RV), que cria um ambiente totalmente digital, a RA enriquece o mundo real com informações virtuais, como imagens e sons, sobrepostos à percepção natural.

[...] Além disso, as atividades propostas envolvendo RA podem ser realizadas pelo aluno também fora do ambiente escolar e no seu próprio ritmo. A RA é de baixo custo e não exige que os alunos estejam familiarizados com essa tecnologia, pois é de simples utilização [Denardin de Oliveira and Cid Manzano 2016, p. 3].

Embora o termo possa parecer recente, o conceito de Realidade Aumentada começou a ganhar destaque na década de 1990. Desde então, evoluiu significativamente, impulsionada pelos avanços na computação gráfica, visão computacional e capacidade de processamento dos dispositivos móveis. A tecnologia da RA utiliza uma combinação de *hardware* e *software*. Entre os componentes de *hardware* mais comuns estão câmeras, sensores, GPS e *displays*, que capturam o ambiente ao redor e sobrepõem elementos digitais à visão do usuário [Azuma et al. 2001].

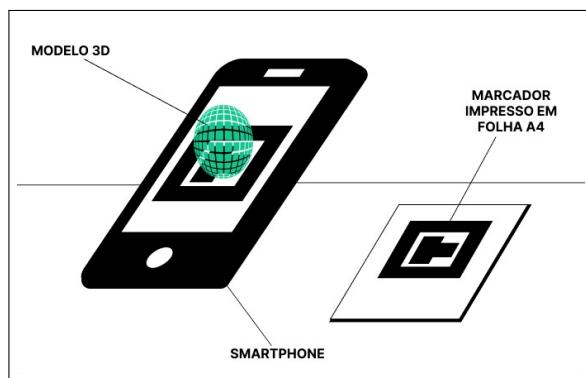


Figura 1. Exemplo simples do uso da RA por meio de smartphone.

[Wang et al. 2016] classificam a RA com base na forma de rastreamento: baseada em visão ou em sensores. A RA baseada em visão utiliza o processamento de imagens capturadas para posicionar objetos virtuais, enquanto a baseada em sensores utiliza dispositivos físicos para tal. Como a facilidade de aplicação é crucial para este estudo, o foco será na RA baseada em visão.

Esse tipo de rastreamento necessita de uma referência visual, um ponto preestabelecido para sobreposição do objeto virtual, geralmente por meio de técnicas de

visão computacional. [Wang et al. 2016] chamam esse ponto de marcador, sendo comuns imagens retangulares impressas em papel ou material equivalente, conforme exemplificado na Figura 1. Além de prática, a RA pode ser implementada com *softwares* e bibliotecas tridimensionais gratuitos, tornando-a acessível em diferentes contextos [Denardin de Oliveira and Cid Manzano 2016].

É notório que a Realidade Aumentada representa uma revolução tecnológica com potencial para impactar diversos aspectos da vida cotidiana. Ao mesclar o mundo real com elementos virtuais, a RA oferece novas formas de aprender, trabalhar e interagir. Com aplicações cada vez mais diversificadas e crescente aceitação, a RA tende a se consolidar como parte essencial do futuro digital [Gonçalves Lima Junior et al. 2021].

2.2. Desafios no Ensino de Química

Antes de destacar os pontos que podem influenciar negativamente no processo de ensino-aprendizagem em Química, é necessário entender a relação entre três esferas fundamentais nessa conjunção: o professor (P); o aluno (A); o saber (S) e as situações de aprendizagem (Sa). Na Figura 2, há a representação das interações entre os elementos, onde o professor elabora conteúdos e metodologias, interagindo com o saber ao estruturar o material. O aluno, no topo, é central no processo de aprendizagem, interagindo com o professor através de atividades didático-pedagógicas e com o saber por meio de estratégias de aprendizagem em vários contextos e situações de aprendizagem [Brasil 2006].

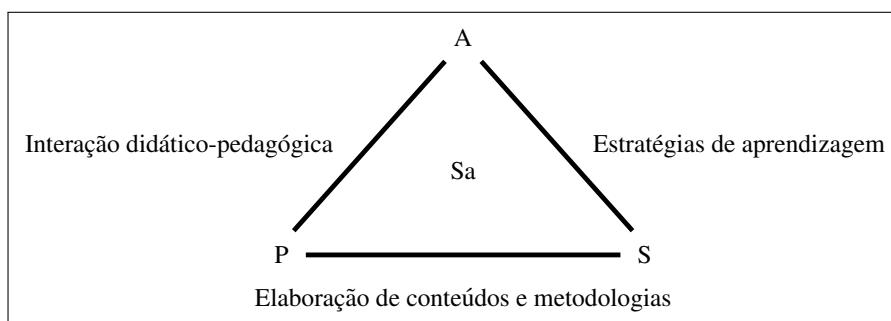


Figura 2. Interações entre Professor (P), Aluno (A) e Saber (S) em diversas Situações de Aprendizagem (Sa).

Ao trazer a analogia de [Brasil 2006] para um olhar direcionado as dificuldades no ensino da Química, o professor em muitos casos enfrenta o desafio de elaborar conteúdos e metodologias que tornem conceitos abstratos mais comprehensíveis, muitas vezes exigindo abordagens inovadoras e recursos didáticos eficazes. O aluno, central no processo de aprendizagem, pode ter dificuldades em interagir com o professor devido à complexidade dos tópicos de Química e a falta de vínculo entre a realidade e o que é ensinado.

Segundo [Barin and Beque Ramos 2021], a experimentação de caráter investigativo, articulada à resolução de problemas, desponta como estratégia-chave para enfrentar as dificuldades recorrentes no ensino de Química, pois desloca o aluno da posição passiva de mero receptor para a de agente ativo que formula hipóteses, toma decisões e valida resultados. Simultaneamente, exige do professor uma postura mediadora, capaz de criar situações abertas que estimulem a reflexão conceitual e a aplicação de conhecimentos a contextos reais, tornando o aprendizado mais significativo e conectado ao cotidiano.

Para [Silva et al. 2020], a experimentação nas aulas de Química do ensino médio é apontada como uma solução estratégica para superar as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem, sobretudo no que diz respeito à abstração dos conteúdos e à falta de conexão com o cotidiano dos alunos. Os autores evidenciam que práticas laboratoriais planejadas e contextualizadas despertam maior interesse, motivação e participação dos estudantes, promovendo a construção de conhecimentos significativos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e reflexivas, o que torna o ensino mais efetivo e alinhado com as demandas contemporâneas da educação científica.

[Leal and Schetinguer 2021] destaca que a experimentação no ensino de Química configura-se como uma ferramenta essencial para tornar a aprendizagem mais significativa, ao possibilitar que os estudantes estabeleçam relações entre teoria e prática. Os autores destacam que atividades experimentais bem planejadas favorecem o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual, além de promoverem maior engajamento dos alunos ao conectarem os conteúdos abordados em sala de aula com situações reais e cotidianas.

Nesse sentido, o aluno tem a possibilidade de aprender sozinho através de práticas com instrumentos tecnológicos, mas para o desenvolvimento concreto de conhecimento, seja de qualquer disciplina, o professor precisa ser mediador desse conhecimento e também desenvolver estratégias pedagógicas que façam a ponte entre o conteúdo e o aluno.

Ao integrar essas práticas pedagógicas, o professor de Química não apenas torna a disciplina mais atrativa, mas também combate a sensação de desconexão que muitos alunos sentem em relação ao conteúdo aprendido. Isso pode gerar um ambiente de aprendizagem mais engajado e colaborativo, onde os estudantes se sentem motivados a participar ativamente das aulas e a explorar mais profundamente os conteúdos apresentados.

3. *QuimicAR*

3.1. Apresentação das Ferramentas utilizadas no desenvolvimento do *QuimicAR*

Para o desenvolvimento do presente projeto de *realidade aumentada* (RA) aplicado à educação química, foi utilizada uma combinação de ferramentas e plataformas que possibilitam a criação, visualização e execução da aplicação em dispositivos móveis *Android*. No Quadro 1, são detalhadas as principais tecnologias envolvidas.

3.2. Desenvolvimento do Sistema

O desenvolvimento do *QuimicAR* foi realizado com o uso da plataforma *Unity* (versão 6), em conjunto com a biblioteca de realidade aumentada *Vuforia Engine*, visando a criação de uma aplicação educacional interativa voltada ao ensino de química (Figura 3).

A estrutura do sistema foi projetada para reconhecer marcadores físicos personalizados, que, ao serem detectados pela câmera, ativam a renderização de modelos tridimensionais sobrepostos ao ambiente real, como pode ser visto na Figura 4. A integração entre *Unity* e *Vuforia* permitiu o mapeamento preciso desses marcadores e a exibição dos conteúdos digitais em tempo real.

Os modelos 3D utilizados no projeto foram criados manualmente pela equipe, utilizando *softwares* de modelagem gráfica. Esses modelos representam diferentes elementos químicos e foram preparados para uso em *realidade aumentada* com otimização de

Tecnologia	Descrição Resumida
Unity	Motor multiplataforma usado como ambiente principal de desenvolvimento. Possui interface visual intuitiva, suporte à exportação para <i>Android</i> e programação em <i>C#</i> para controle de lógica e objetos.
Vuforia Engine	Biblioteca de <i>RA</i> integrada ao <i>Unity</i> , utilizada para reconhecimento de imagens físicas e sobreposição de modelos 3D, como átomos e moléculas, simulando ligações químicas.
Modelagem 3D e Interação	Modelos 3D em formato <i>.fbx/.obj</i> integrados ao <i>Unity</i> , posicionados e animados via <i>scripts</i> para representar corretamente as estruturas químicas.
Compilação para Android	Configuração do <i>Unity</i> com <i>Android Build Support</i> , <i>SDK</i> , <i>NDK</i> e <i>Command Line Tools</i> , permitindo exportar o projeto em formato <i>.apk</i> para dispositivos <i>Android</i> .
Interface e Suporte Visual	Interfaces desenvolvidas com <i>Canvas</i> e <i>UI Toolkit</i> , utilizando elementos gráficos personalizados criados no <i>Canvas</i> , proporcionando uma experiência intuitiva ao usuário.

Quadro 1. Resumo das Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento da Aplicação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

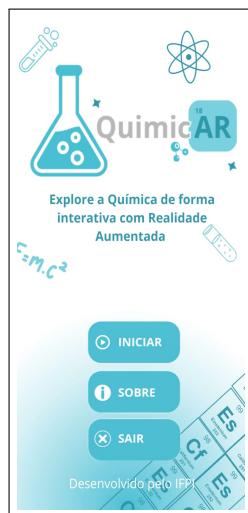


Figura 3. Tela inicial do aplicativo QuimicAR. Fonte: Elaborado pelos autores.

malha, aplicação de texturas e adição de animações básicas. As texturas foram desenvolvidas com o auxílio de ferramentas como o *Adobe Photoshop*, permitindo personalização visual conforme a identidade de cada elemento químico.

A aplicação também conta com uma interface simples e funcional, construída no próprio *Unity*, oferecendo acesso às funcionalidades principais, como inicialização da *RA* e acesso ao repositório do projeto. Os *scripts* de controle foram desenvolvidos em *C#*, seguindo uma lógica modular, com o objetivo de facilitar ajustes futuros e expansão de funcionalidades.

Durante o processo de desenvolvimento, foram realizados testes internos para garantir a estabilidade da leitura dos marcadores, a correta renderização dos modelos e a fluidez das animações básicas. A aplicação encontra-se atualmente em fase de testes e ajustes contínuos, com as principais funcionalidades operando de forma satisfatória no ambiente de desenvolvimento.

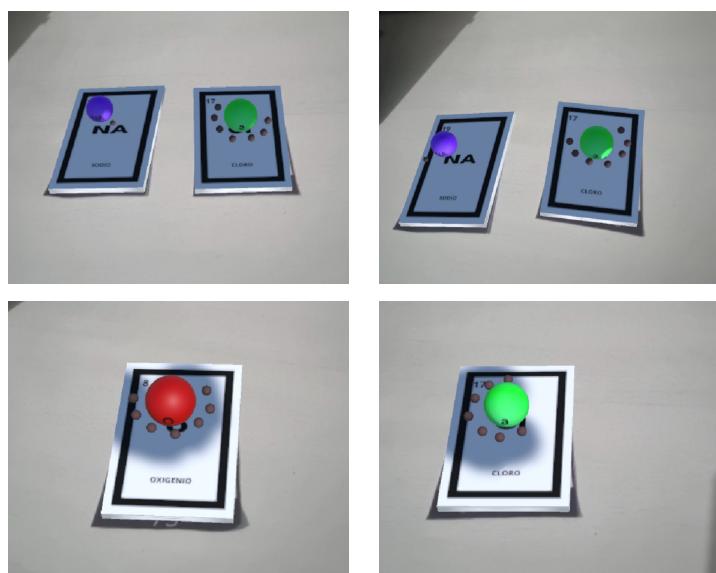


Figura 4. Exemplos do sistema em execução. Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

O desenvolvimento do aplicativo *QuimicAR* representou uma iniciativa desafiadora e inovadora, especialmente considerando o curto espaço de tempo disponível para sua elaboração. Mesmo com limitações de prazo, foi possível conceber e implementar uma base funcional que integra modelagem 3D, animações e realidade aumentada com o objetivo de auxiliar no ensino de química de forma mais interativa e visual.

A aplicação, construída na plataforma *Unity* com o uso do *Vuforia*, já permite a detecção de marcadores físicos e a renderização de modelos tridimensionais animados representando elementos e moléculas químicas. Os primeiros testes internos indicam que a ferramenta possui potencial para contribuir com a compreensão de conceitos abstratos, especialmente no que diz respeito à formação de ligações químicas e estrutura molecular.

No entanto, o projeto ainda se encontra em uma fase inicial, com diversas funcionalidades previstas para as etapas subsequentes de desenvolvimento. Entre os trabalhos futuros, destaca-se a intenção de expandir significativamente a biblioteca de elementos químicos e moléculas disponíveis, incorporando novos modelos tridimensionais e animações mais complexas que ilustrem processos como reações químicas e transformações moleculares.

Além disso, pretende-se aplicar a ferramenta em contextos reais de ensino, realizando testes com alunos e professores com o objetivo de avaliar seu impacto pedagógico, usabilidade e grau de aceitação. Também está previsto o lançamento de uma versão compatível com dispositivos *Android*, visando ampliar a acessibilidade e mobilidade dos usuários finais.

Paralelamente, será desenvolvida uma interface aprimorada, com a inclusão de um tutorial explicativo interativo, de modo a facilitar a utilização do aplicativo mesmo por usuários iniciantes. Planeja-se também a criação de uma página *web* oficial do projeto, contendo informações detalhadas sobre o funcionamento do *QuimicAR*, manuais de uso, tutoriais e conteúdos educativos complementares, tanto sobre os conceitos químicos

abordados quanto sobre a tecnologia empregada em seu desenvolvimento.

A conclusão desta fase inicial do *QuimicAR* reforça o compromisso da equipe com o uso de tecnologias emergentes no contexto educacional. Os testes parciais obtidos apontam para um caminho promissor, no qual realidade aumentada, interatividade e visualização tridimensional podem ser aliados poderosos no processo de ensino-aprendizagem de estruturas químicas.

Referências

- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., and MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6):34–47.
- Barin, C. S. and Beque Ramos, T. (2021). Experimentação aliada a resolução de problemas no ensino de química: O que tem sido discutido? *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC*, 11(3):193–209.
- Brasil, M. E. (2006). *Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC, Brasília.
- Denardin de Oliveira, L. and Cid Manzano, R. (2016). Aplicações de realidade aumentada no ensino de física a partir do software layar. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 14(1).
- Gonçalves Lima Junior, H., Brito Dantas, R. F., and Vidal de Andrade, M. V. (2021). O uso de aplicações de realidade virtual e realidade aumentada como ferramentas pedagógicas na educação básica. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218*, 2(9):e29676.
- Leal, R. R. and Schetinger, M. R. C. (2021). Argumentation in high school from inquiry-based experimentation in chemistry. *Research, Society and Development*, 10(16):e166101623540.
- Santos, W. L. P. d. and Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem c-t-s (ciência - tecnologia - sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 2(2):110–132.
- Silva, V. C. d., Cardoso, P. H. G., Guedes, F. N., Lima, M. D. C., and Amorim, C. M. F. G. (2020). Experimental didactics as a teaching tool in high school chemistry classes. *Research, Society and Development*, 9(7):e41973547.
- Wang, X., Ong, S. K., and Nee, A. Y. C. (2016). A comprehensive survey of augmented reality assembly research. *Advances in Manufacturing*, 4(1):1–22.
- Xavier, M. F., Murakami, E. T., Neto, I. V., Oliveira, P. R. A. d., Santiago, R. C., and Celestino, C. C. (2020). A realidade aumentada e virtual como métodos de ensino / augmented and virtual reality as teaching methods. *Brazilian Journal of Development*, 6(12):97362–97370.