



Desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem com Realidade Aumentada para a compreensão de Geometria Molecular

Aline C.F.Santos¹, Carlos A. Sousa, Antonio F.S.Júnior¹, Bruna L O. S. Almeida¹

¹ Instituto Federal de Educação e Ciências do Amazonas, bruna.almeida@seducam.pro.br

Palavras-Chave: tecnologias educacionais, ensino-aprendizagem e Unite 3D.

Introdução

Ao longo da história, o avanço da tecnologia impulsiona transformações significativas na sociedade, influenciando a forma como as pessoas vivem, se comunicam e constroem conhecimento. Desde as primeiras ferramentas desenvolvidas pelo ser humano até o surgimento dos computadores, da internet, dos dispositivos móveis e, atualmente, da inteligência artificial, a tecnologia provoca mudanças profundas em diversas áreas, incluindo a educação (SANTOS et al., 2023).

Nesse contexto, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) passam a integrar o cotidiano escolar, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem. Um dos grandes potenciais das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) é a personalização do ensino. Valente (2014) destaca que ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs), como Moodle, Khan Academy e Google Classroom, favorecem a adaptação dos conteúdos às necessidades individuais dos estudantes, promovendo maior autonomia e engajamento. Esses recursos têm possibilitado a construção de trajetórias educacionais mais flexíveis e centradas no aluno, favorecendo a aprendizagem ativa. Outro recurso cada vez mais presente na educação é a gamificação, que tem se mostrado eficaz para aumentar o envolvimento discente nas atividades escolares. De acordo com Bacich e Moran (2020), o uso de elementos lúdicos digitais contribui para elevar a motivação dos estudantes e estimular a sua participação ativa. Ferramentas como Duolingo e Kahoot ilustram como os jogos educacionais podem transformar o aprendizado em uma experiência interativa e prazerosa.

Uma possibilidade de aprendizagem ativa é a partir da utilização da Realidade Aumentada(RA). De acordo com Leite (2020), a RA é uma tecnologia que integra informações virtuais a elementos do mundo real, permitindo que o usuário interaja simultaneamente com ambos os ambientes. Nessa perspectiva, Kirner e Siscoutto (2007), destacam que a RA constitui uma nova geração de interface com o usuário, ao facilitar e ampliar as possibilidades de interação com os conteúdos digitais. A RA possibilita a inserção de objetos virtuais, em 2D ou 3D, no ambiente físico do usuário, com ou sem possibilidade de interação, sendo visualizados em tempo real por meio de dispositivos móveis ou computadores. Conforme Queiroz et al. (2017), para o funcionamento da tecnologia é comum a utilização de um marcador visual (QR code ou símbolo), que serve como referência para a



câmera do dispositivo, permitindo a sobreposição e a integração entre os mundos virtual e real. A Realidade Aumentada baseia-se em uma interface computacional que permite a sobreposição de elementos virtuais em tempo real ao ambiente real, possibilitando a integração entre o mundo físico e o digital. Essa tecnologia apresenta grande potencial de aplicação tanto na indústria quanto na educação, devido ao seu elevado nível de interatividade, que favorece a visualização, a manipulação e a compreensão de informações em diferentes contextos (Barreto et al., 2022).

No ambiente escolar, a visão que o aluno tem da química, como uma ciência abstrata é minimizada a partir do momento que o recurso da RA permite ao aluno inserir objetos virtuais representativos de átomos, moléculas, íons, bem como animações envolvendo transformações químicas sobre objetos reais e ter uma melhor compreensão da constituição da matéria e das transformações sofridas pelos materiais a nível molecular (Cai et al. 2014). Consequentemente, a Realidade Aumentada pode ser utilizada no ensino de Química como complemento ao material didático, auxiliando o estudante na assimilação de determinados conteúdos. É uma ferramenta educacional relevante para a construção do conhecimento, pois a interação dos estudantes com a R.A. pode acessar áreas da cognição que, muitas vezes, não são plenamente contempladas pelos métodos tradicionais de ensino.

Material e Métodos

A criação de um aplicativo de Realidade Aumentada (RA) que comportasse a exibição da geometria molecular das substâncias, mas que, diferentemente dos demais aplicativos já publicados na literatura, apresentasse as nuvens eletrônicas dos pares de elétrons livres, a fim de facilitar a compreensão da influência dessas nuvens no ângulo de ligação das moléculas e na modificação de suas geometrias. Para isso, estabeleceram-se parcerias com um professor e um aluno da graduação em Informática do campus IFAM-CMC, e elaboramos um projeto para a criação do aplicativo, que recebeu o nome RAquimic.

O desenvolvimento do aplicativo RAquimic ocorreu em 2025, no âmbito de um projeto de Iniciação Científica e de um Mestrado Profissional em Química, vinculados ao Instituto Federal do Amazonas (IFAM/Campus Manaus Centro). O desenvolvimento do aplicativo seguiu três etapas principais: ideação e planejamento; desenvolvimento; e testes e validação. Na primeira fase de criação do aplicativo, correspondente à ideação e ao planejamento, definiu-se o problema e o público-alvo, bem como se identificou de que forma o aplicativo poderia contribuir para minimizar a dificuldade de compreensão do conteúdo de geometria molecular. Também foram definidos os objetivos e as funcionalidades principais, além da elaboração de uma lista clara de requisitos que o aplicativo deveria atender. Além disso, foram realizadas pesquisas sobre a plataforma de lançamento, culminando na escolha do sistema Android, devido à maior popularização desse sistema operacional nos smartphones. Na segunda fase, correspondente ao desenvolvimento, realizamos um estudo detalhado e uma pesquisa aprofundada sobre os softwares que auxiliaram na criação do APK. As ferramentas



utilizadas foram Unity, Vuforia, Blender, Avogadro e ChemSketch. Todos esses programas são gratuitos ou disponibilizaram período de teste gratuito, como é o caso do ChemSketch. Utilizamos a Unity como ambiente de desenvolvimento, escolhendo-a por sua capacidade de criar aplicativos com recursos gráficos avançados e integração com tecnologias de Realidade Aumentada. O processo de desenvolvimento ocorreu em etapas definidas que foram a modelagem (geração de moléculas em 3D vom o ChemSketch), a conversão (modelos importados para o avogadro), conversão para um formato compatível com o Blender, nele adicionamos às moléculas as representações das nuvens eletrônicas e realizamos a exportação dos arquivos para a Unity e, com o auxílio do Vuforia. O processo de criação envolveu múltiplas etapas técnicas — construção estrutural no ChemSketch, conversão no Avogadro, simulação de nuvens eletrônicas no Blender e integração final na Unity com o Vuforia — evidenciando rigor metodológico no desenvolvimento do produto educacional. Essa cadeia de produção garantiu maior fidelidade estrutural e qualidade visual aos modelos. Ao final utilizamos editores gráficos para aperfeiçoar as nuvens eletrônicas, afim de tornar a experiência mais imersiva e significativa para a aprendizagem em Química.

Para avaliar a usabilidade do aplicativo, utilizou-se a escala System Usability Scale (SUS) (Ritta et al., 2020). O instrumento é composto por 10 itens, cada um com cinco opções de resposta organizadas em escala Likert, variando de “discordo totalmente” (valor 1) a “concordo totalmente” (valor 5) (Ng et al., 2011).

Resultados e Discussão

O processo de desenvolvimento do aplicativo de realidade aumentada foi realizado de forma interdisciplinar, envolvendo as áreas de Química e Informática. Essa colaboração interdisciplinar possibilitou a construção de um protótipo funcional voltado ao ensino de Geometria Molecular por meio da Realidade Aumentada (RA), com fins educacionais.

Um diferencial do aplicativo RAquimic é a representação gráfica das nuvens eletrônicas associadas aos pares de elétrons não ligantes, recurso ausente ou limitado em aplicativos analisados na literatura.

Essa funcionalidade ampliou o potencial explicativo do modelo, especialmente para moléculas como H_2O , NH_3 , SO_2 e PCl_3 , nas quais os pares livres influenciam diretamente os ângulos de ligação e a geometria. O funcionamento do protótipo baseou-se no reconhecimento de QR Code como marcador (target) para projeção das moléculas em Realidade Aumentada, permitindo manipulação interativa por meio de rotação, zoom e movimentação. A inclusão de tutorial interativo favoreceu a autonomia do usuário e reduziu possíveis barreiras técnicas de uso.

Durante a validação, os professores apontaram algumas sugestões de melhoria, especialmente relacionadas à representação das geometrias moleculares. Entre as sugestões, destacou-se a necessidade de apresentar o nome da geometria molecular juntamente com a estrutura de Lewis, a fim de facilitar a compreensão e a associação entre representação



simbólica e geometria espacial por parte dos estudantes. Essa sugestão foi considerada pertinente e, a partir dela, foram realizadas modificações no aplicativo, evidenciando que o processo de validação contribuiu diretamente para o aprimoramento do produto educacional.

A partir do cálculo da pontuação SUS, o aplicativo obteve média geral de 70,625 na avaliação dos professores. Considerando que a média global da escala SUS é de 68 pontos, o resultado obtido classifica o aplicativo como “Bom”, com nota equivalente à classificação B. Esse resultado indica que o aplicativo apresenta usabilidade satisfatória, embora ainda existam aspectos que podem ser aprimorados. Em comparação com aplicativos descritos na literatura, como o Geometria Molecular – MapRA (Silva, 2022), o RApp Chemistry (Leite, 2020) e o GEOMOL (Nunes, 2023), o RAquimic apresenta como principal diferencial a integração explícita das nuvens eletrônicas (Figura 1) aos modelos tridimensionais. Enquanto alguns estudos priorizaram a visualização estrutural básica ou a conversão de modelos bidimensionais para tridimensionais, o RAquimic buscou representar elementos fundamentais da explicação teórica da Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência (VSEPR), aproximando o recurso tecnológico da fundamentação conceitual da Química.

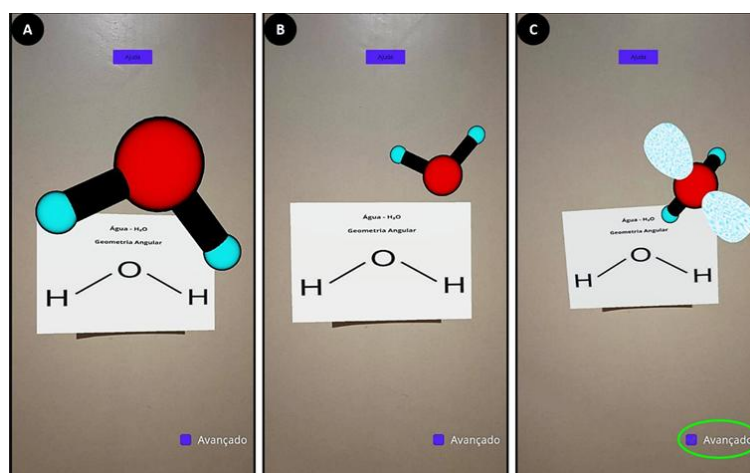


Figura 1. Interface do AppRA (A-RA da geometria da água; B-RA geometria da água - rotação; C -RA da geometria da água no modo avançado).

A possibilidade de visualizar as moléculas em 3D, manipular estruturas e observar detalhes não perceptíveis em representações bidimensionais mostrou-se um elemento central para a aprendizagem. Esse achado está em consonância com estudos que apontam que a visualização é um dos desafios no ensino de Química, especialmente em conteúdos que envolvem estruturas espaciais, como a geometria molecular (Sirhan, (2007). Nesse contexto, a Realidade Aumentada se apresenta como uma ferramenta potente, pois permite a integração entre o mundo físico e o virtual, favorecendo a concretização de conceitos abstratos. Conforme apontam estudos na área de tecnologias educacionais, recursos imersivos e interativos contribuem para o aumento do engajamento, da motivação e da compreensão conceitual dos estudantes (Leite, 2020. Barreto, 2022. Nunes, 2023). Barreto et al. (2022),



realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar aplicativos de RA e suas possíveis contribuições para o ensino de Química. Os resultados indicaram que esses recursos tecnológicos podem impulsionar a aprendizagem, tornando as aulas mais dinâmicas e participativas. Os autores também ressaltaram o grande potencial educacional da RA, embora reconheçam que ela ainda é pouco explorada de forma ampla nas práticas escolares.

Conclusões

O desenvolvimento do aplicativo RAquimic foi realizado com base no método simplificado para a criação de aplicações em Realidade Aumentada, utilizando softwares gratuitos e sem a necessidade de programação, conforme proposto por Eriksen et al. (2020). Essa metodologia tem como objetivo democratizar o acesso ao desenvolvimento de aplicações educacionais em RA, ampliando as possibilidades de inserção dessa tecnologia no contexto educacional.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação e Ciência do Amazonas através das orientações e parcerias com os professores e utilização dos laboratórios de Informática e IFMaker e a FAPEAM- Fundação de Amparo a Pesquisa do Amazonas.

Referências

- BARRETO, A. C.; FERREIRA, L. C.; SANTOS, A. L. Realidade aumentada no ensino de química: o uso da tecnologia como metodologia educacional.
- ERIKSEN, K.; NIELSEN, B. E.; PITTELKOW, M. Visualizing 3D molecular structures using an augmented reality app. *Journal of Chemical Education*, v. 97,n.5,p.1487–1490,2020.Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.9b01033>. Acesso em: 11 jun. 2026.
- LEITE, B. S. Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de química. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico(EDUCITEC)*, v. 6, p. 097220, 2020.
- QUEIROZ, A. C.; TORI, R.; NASCIMENTO, A. Realidade virtual na educação: panorama das pesquisas no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2017, Natal. Anais. 2017.
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. Porto Alegre: SBC, 2007.
- SILVA, Kleyfton Soares da. GeometriaMolecular-MapRA. *Jornal da USP*, 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=567284>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- NUNES, A. L. Realidade aumentada na educação: compreensão conceitual de química no ensino médio. 2023. Dissertação (Mestrado em Projetos Educacionais de Ciências) – Universidade de São Paulo, Lorena, 2023. *Scientia Naturalis*, v. 4, n. 1, p. 174–185, 2022. <https://doi.org/10.29327/269504.4.1-13>.