

## USO DA REALIDADE AUMENTADA COMO INSTRUMENTO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MODELOS MOLECULARES TRIDIMENSIONAIS

Alex Eder da Rocha Mazzuco<sup>1,3</sup> (PQ)\*, Aliane Loureiro Krassmann<sup>2</sup> (PQ), Denis da Silva Garcia<sup>1</sup> (PQ) e Giliane Bernardi<sup>3</sup> (PQ)

alexmazzuco@gmail.com

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha Campus São Borja.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGIE/UFRGS).

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria (PPGTER/UFSM).

*Palavras-chave: Realidade Aumentada, TIC, Modelagem Molecular*

**Área temática:** Tecnologia da Informação e Comunicação

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma proposta de inclusão da tecnologia de Realidade Aumentada (RA) no processo de ensino e aprendizagem de estruturas moleculares tridimensionais. Foram ministradas duas aulas distintas a duas turmas da disciplina de Química do curso Técnico Integrado de Eventos, do Instituto Federal Farroupilha Campus São Borja, envolvendo 25 estudantes. O procedimento metodológico envolveu a utilização de um sistema Web, que permitiu o planejamento e a elaboração de aulas. Foi percebido que os estudantes tiveram uma nova experiência de visualização e interação com as moléculas por meio da RA, onde eles conseguiram movimentar, girar, aproximar (aumentar e diminuir de tamanho), o que não poderiam realizar com a molécula em uma aula tradicional, mesmo com a utilização de kits moleculares. Também, foi observada a possibilidade da RA tornar as aulas mais atrativas, com uma maior significação conceitual e constituição de saberes.

### Introdução

A aprendizagem de Química exige muito da percepção visual do estudante, pois as explicações propiciadas para os fenômenos observados no “mundo real”, são estabelecidas por propostas que abrangem interações submicroscópicas, como relações entre moléculas, átomos e partículas subatômicas (FARIAS et al., 2015). Dessa forma, para o aprendizado efetivo são necessárias habilidades de abstrações visuais, que possibilitem ao estudante o desenvolvimento de operações cognitivas espaciais, que por sua vez, permitam “o pensar” na forma de modelos moleculares tridimensionais (3D).

Indo ao encontro deste “aprendizado efetivo”, está o atual cenário do ensino de Química, onde é perceptível que esta disciplina frequentemente é ministrada aos estudantes por meio de quadro, pincel e livros didáticos. Como consequência deste contexto, inúmeras vezes os alunos demonstram dificuldades no entendimento de conteúdos como, por exemplo, no caso da Geometria Molecular, que requer destes, uma visualização e uma percepção 3D de composições moleculares (MARTINS et al., 2018).

Nesta perspectiva, são notórias as dificuldades apresentadas pelos estudantes, principalmente na construção de modelos moleculares estruturais 3D a

partir de fórmulas, ou de modelos bidimensionais (2D). Como resultado, grande parte dos estudantes finaliza o ensino médio sem ao menos ter uma noção da visualização espacial das moléculas, vendo estas como simples estruturas planas (SILVA et al., 2017). Diante dessas adversidades, almejando auxiliar a prática pedagógica e, com a preocupação de viabilizar aulas mais atraentes, vários métodos são propostos, como a produção de materiais didático-pedagógicos físicos alternativos (Kits) e, a utilização de softwares de modelagem molecular.

Com a popularização de dispositivos computacionais (computadores, notebooks, tablets e smartphones), houve um aumento expressivo da utilização de modelos moleculares virtuais, bem como da modelagem voltada à educação. Diferentes recursos tecnológicos, considerados inovadores e diferenciados, somam-se progressivamente com o intuito de conceber ferramentas mais eficazes de apoio aos métodos de ensino de Química, entre eles encontram-se os Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEA), a Gamificação, a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA).

Nesse sentido, este trabalho apresenta uma proposta de inclusão da tecnologia de RA no processo de ensino e aprendizagem de estruturas moleculares tridimensionais, no contexto do ensino de Química do Ensino Médio. São apresentadas discussões a partir da percepção do professor que aplicou o modelo proposto, visando expor as potencialidades, limitações e as precauções que necessitam ser consideradas ao utilizar essa tecnologia e, dessa maneira, auxiliar em futuras ações no sentido de que esse recurso seja aplicado de forma eficaz na disciplina de Química.

## Realidade Aumentada no Ensino de Química

A representação visual de estruturas 3D de moléculas revolucionou a compreensão de como a estrutura está fortemente conectada à função e à própria vida. Métodos para determinar estruturas de moléculas 3D, como o uso programas inovadores, permitem visualizar, interpretar e interagir ativamente com dados estruturais complexos (WOLLE et al., 2018). Neste contexto, também observa-se a inclusão de recursos tecnológicos diferenciados no aprendizado, como a Realidade Aumentada, que segundo Gonçalves et al. (2018), quando aplicada ao ensino, torna-se uma ferramenta promissora para complementá-lo, permitindo melhorar a motivação dos alunos pelo conteúdo.

A Realidade Aumentada é uma tecnologia que sobrepõe informações ou elementos interativos virtuais sobre objetos do ambiente físico. Este processo é realizado por meio de um dispositivo contendo uma câmera e uma tela (notebook, smartphone ou tablet), assim, basta o usuário direcionar a câmera para um objeto que atua como um gatilho no ambiente físico (como, por exemplo, marcadores impressos), para que elementos virtuais sejam adicionados ao objeto no visor do dispositivo ou acima dele (BEHMKE et al., 2018).

Diversos sistemas que podem auxiliar no ensino de conteúdos da área da Química estão sendo projetados e desenvolvidos, como pode ser observado nos trabalhos de Zheng e Waller (2017) e Grebner et al. (2016), que possuem potencial de manipular estruturas biomoleculares em um nível atômico; e no trabalho de Scotta et al. (2014), que apresentam um laboratório de Química que utiliza RA, onde os marcadores são utilizados para disponibilizar ao aluno um guia de instruções para os experimentos.

## Sobre o Sistema MMAR - Molecular Modeling with Augmented Reality

As elaborações e aplicações das aulas envolveu a utilização do sistema *Web* denominado MMAR - *Molecular Modeling with Augmented Reality* (MAZZUCO, 2017; MAZZUCO et al., 2018), que emprega conceitos de Realidade Aumentada e que foi projetado e desenvolvido com o intuito de apoiar a aprendizagem de estruturas moleculares tridimensionais.

O sistema MMAR exige autenticação para ser acessado e possibilita ao usuário do tipo “Administrador” gerenciá-lo de forma completa, incluindo o cadastro de usuários do tipo “Professor” e “Aluno”. É permitido a cada Professor gerenciar “Grupos” (turmas), sendo estes constituídos por Alunos (previamente cadastrados). Cada Professor também é responsável pelo registro de “Moléculas”, vinculadas a determinadas “Categorias”, antecipadamente cadastradas (como “Aminoácidos”, “Proteínas” e “Vírus”).

É interessante observar que no momento do cadastro de uma “Molécula”, existe a possibilidade de informar uma ampla quantidade de dados a respeito dela, como categoria pertencente, resumo descritivo, organismo pertencente (caso seja uma proteína, por exemplo), descrição completa e imagem. Contudo, para habilitar o uso da interface de RA, é necessário fazer upload de um arquivo do tipo X3D (padrão aberto de distribuição conteúdo 3D amplamente utilizado), contendo as descrições espaciais de sua estrutura. Softwares gratuitos e conceituados no meio científico, voltados à visualização e à modelagem molecular, como o VDM e o Chimera, permitem a exportação de objetos (moléculas) para o padrão X3D, o que facilita o acesso a estes arquivos.

Ao criar uma “Aula”, devem ser informados os “Grupos” que poderão acessá-la, incluindo as moléculas que estarão disponíveis para estudo. Sendo assim, todos os usuários que possuírem acesso a essa aula, também terão a possibilidade de explorar as moléculas atreladas à ela, clicando sobre as mesmas. No momento em que uma molécula for selecionada (Figura 1), todas as informações sobre ela serão expostas, incluindo descritivos, imagens (que poderão ser ampliadas) e, também permitirá o uso da tecnologia de RA, para visualizar e manipular seu modelo estrutural 3D.

**Química Orgânica**

**Resumo:** É o ramo da química que estuda os compostos que contêm carbono, denominados compostos orgânicos. Como estes compostos são encontrados nos seres vivos, a Química Orgânica ficou sendo conhecida como "a química da vida."

**Descrição:**

- **NITRILAS:**  
As nitrilas são compostos orgânicos resultantes da substituição do átomo de hidrogênio do cianeto de hidrogênio, por um grupo orgânico (R).  
**Nomenclatura:** **Prefixo + Infixo + NITRILA**
- **NITROCOMPOSTOS**  
São compostos são substâncias formadas por moléculas orgânicas que contém o grupo -NO<sub>2</sub>.  
**Nomenclatura:** **Nitro + Nome do hidrocarboneto**
- **HALETOS ORGÂNICOS**  
São compostos derivados de um hidrocarboneto pela troca de um ou mais átomos de hidrogênio pelo mesmo número de átomos de halogênio.  
**Nomenclatura:** **Nome do halogênio + nome do hidrocarboneto**  
**Nome do haleto + de + nome do grupo orgânico**

**Moléculas:**

- [Nitrometano](#)
- [Trinitrotolueno - TNT](#)

**Resumo:** O Trinitrotolueno (TNT) é um explosivo. Possui coloração amarela pálida e sofre fusão a 81°C.

**Descrição:**  
É preparado pela **nitração do tolueno** (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>), tendo a fórmula química C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>. Não reage com os metais nem absorve água, é muito estável e pode ser armazenado por longos períodos de tempo, ao contrário do dinamite. Reage facilmente com os alcalóides, formando compostos instáveis que são muito sensíveis a calor e impactos.

**Realidade Aumentada**

Figura 1: Aula denominada "Química Orgânica" criada no Sistema MMAR

A Figura 1 ilustra uma aula contida na seção "Minhas Aulas" (menu esquerdo), nomeada "Química Orgânica", elaborada pelo professor fazendo uso dos recursos disponíveis no sistema, como editores de texto online (permitindo colorir/destacar textos) e a capacidade vincular moléculas às aulas, neste caso, as moléculas denominadas "Nitrometano" e "Trinitrotolueno - TNT".

Por mais que o foco do projeto e da concepção do sistema MMAR tenha sido a modelagem molecular 3D, por meio da tecnologia de Realidade Aumentada, foram acrescentados inúmeros outros recursos, tornando-o um ambiente online que pode ser utilizado como uma ferramenta diferenciada de ensino. Esses recursos abrangem: definir categorias de usuários, criar filtros de busca avançados (em todos



os módulos, permitindo buscar por usuários, moléculas, aulas, etc.), gerar relatórios por meio de gráficos, relatar os registros de acessos ao sistema (quando e qual usuário acessou o sistema, usando qual navegador e sistema operacional), layout responsivo, etc.

## Procedimentos Metodológicos das Concepções e Execuções das Aulas

Inicialmente foi realizada uma reunião entre o professor titular da disciplina de Química do curso Técnico em Eventos Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal Farroupilha Campus São Borja e o desenvolvedor do sistema MMAR. Esta reunião contemplou uma contextualização do projeto MMAR e, na sequência, foi apresentada a proposta de aplicação do sistema a uma ou mais turmas do curso. Em uma nova reunião, foi demonstrada a utilização prática do sistema MMAR, onde foram criados usuários para testes, exemplificado os cadastros de moléculas, turmas, aulas, etc. Em seguida, o próprio professor realizou o cadastramento de seus alunos, e das moléculas que seriam utilizadas na suas aulas e, por fim, duas aulas foram criadas, conforme o seu planejamento didático (Figura 1).

Assim, no final do primeiro semestre de 2017, ocorreram duas aulas distintas, com carga horária de 2 horas cada (totalizando 4 horas), ministradas a duas turmas da disciplina de Química, no tópico de “Química Orgânica”, envolvendo no total 25 estudantes. Para fazer uso da tecnologia de RA (Figura 2), os alunos foram encaminhados à sala de Educação a Distância, onde estavam disponíveis 15 computadores com webcam integrada (do tipo all in one).

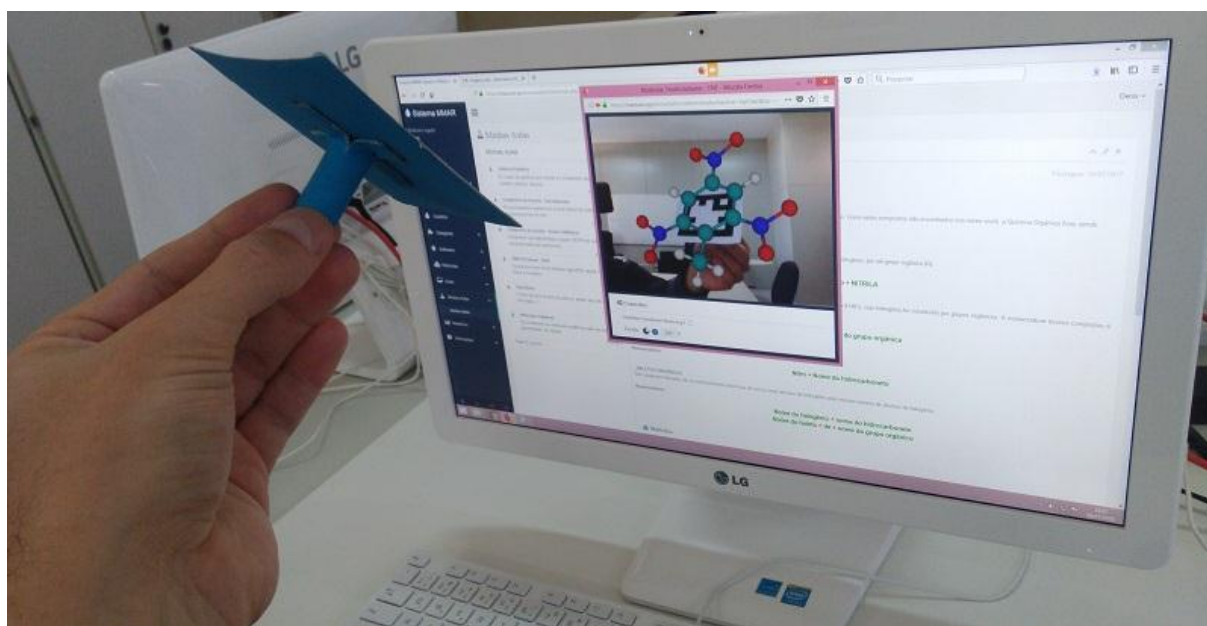


Figura 1: Aluno utilizando a tecnologia de RA no Sistema MMAR

No momento em que os estudantes chegaram à sala, todos os computadores já estava ligados e, ao lado de cada um deles, encontrava-se um

marcador sendo, neste caso, um símbolo impresso em papel, sobre o qual seria gerado o modelo molecular 3D. Já para o professor, com o intuito de otimizar o acompanhamento e visualização dos estudantes das moléculas manipulados por ele (também utilizando um marcador), o sistema foi acessado por meio de um monitor de 42", acoplado a um notebook.

Em ambas as turmas foi adotado o mesmo percurso pedagógico, desde o acesso ao Sistema MMAR, passando pelas instruções das atividades que seriam desenvolvidas, até a finalização do acesso. As instruções se referem às questões que os alunos deveriam responder, enquanto navegavam pelo sistema, fazendo uso da interface de RA, como por exemplo: "Liste as funções orgânicas", "Identifique os grupos funcionais presentes nas moléculas" e "Escreva a fórmula molecular dos compostos". Entre as moléculas analisadas, encontrava-se: "1,3,5 - Trinitrobenzeno", "2 - Ácido nítrico benzoico", "Nitrobenzeno", "Nitroetano", "Nitrometano", "Trinitrotolueno - TNT", "Benzoato de etila", "Propanoato de metila" e "Metil benzoato".

## Resultados e Discussões

Com o encerramento das atividades relativas a essas duas aulas, a maioria dos alunos solicitou que continuassem a utilizar o sistema no período restante da disciplina, para que pudessem explorar mais seus recursos e, principalmente utilizar a interface de RA. Cabe ressaltar que durante a execução da atividade não foram percebidos imprevistos, pois tanto o professor quanto os alunos realizaram as atividades propostas de forma satisfatória.

Para a utilização do sistema foram adaptadas duas aulas já preparadas pelo professor, e que seriam ministradas de forma convencional, com o emprego do quadro branco, projetor de slides e aplicação de uma lista de exercícios. A mudança ocorreu na forma de apresentação do conteúdo e na metodologia de aplicação do professor, permitindo ao aluno uma nova interação/visão das moléculas orgânicas.

É notório que a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) não implica a substituição das metodologias anteriores, muito menos sua exclusão, ela provoca uma vasta possibilidade de escolhas, comunicação e tomadas de decisões (MALLMANN e ALBERTI, 2013). Isto, torna-se claro, especificamente no trabalho docente, que sai da sua zona de conforto ao proporcionar um novo método de ensino utilizando a ferramenta tecnológica, e como consequência permitindo ao estudante uma nova perspectiva de aprendizagem.

Ficou evidente que a utilização do sistema MMAR - *Molecular Modeling with Augmented Reality* proporcionou uma nova experiência de visualização das moléculas por meio da Realidade Aumentada, as quais os estudantes puderam movimentar, girar, aproximar (aumentar e diminuir de tamanho) e interagir, o que não poderiam fazer com a molécula em uma aula tradicional, mesmo com a utilização de kits moleculares. Assim, as TIC são aliadas no processo de ensino e

aprendizagem, pois além de fazerem parte do cotidiano dos estudantes, abrem espaço para explorar o processo de ensino de forma contextualizada, com a realidade vivenciada e discussões que surgem a partir de conceitos ligados à engenharia molecular, entre outros.

Ainda, o professor da disciplina manifestou contentamento com a abordagem adotada, relatando que o uso da Realidade Aumentada tornou as aulas mais atrativas, com uma maior significação conceitual e constituição de saberes. Marques (2003) defende a tecnologia como o surgimento de outra articulação de linguagens, dotadas de atributos capazes de armazenar, processar e intercambiar informações, aptas também de transformar a oralidade e a escrita. Dessa maneira, é fundamental o papel do professor (re)pensar, preparar e planejar aulas, que permitam aprendizagens e associações, e que contribuam para a efetiva construção de novos conhecimentos pelo estudante.

## Considerações Finais

Diante das percepções acerca do trabalho desenvolvido, é possível afirmar as vantagens de se trabalhar as representações moleculares através das TIC, mais especificamente por meio da tecnologia Realidade Aumentada, pois a visualização concreta de conceitos abstratos, de forma mais efetiva, torna a aprendizagem um processo inerente ao indivíduo, sem imposições, repetições e “decorebas”. Além disso, proporciona ao estudante a construção do conhecimento de forma ativa e autônoma, incentivando a investigação através da exploração dos objetos.

Nessa perspectiva, o papel do professor torna-se fundamental, pois por meio das suas percepções é possível inovar e buscar novos métodos de ensino e aplicá-los. Conduzindo aulas mais atraentes, significativas e coerentes com a realidade. Assim, assume a função de articulador, mediador e orientador do processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, as aulas tornam-se mais leves e com um grau de satisfação e aprendizagem maior, pois articula os conceitos definidos nos planos de ensino com a realidade.

As TIC são uma realidade imposta, pois não há como ignorar o fato de que integram a vida da maioria dos estudantes. Portanto, a escola deve articular e estabelecer as ligações necessárias entre as diferentes práticas pedagógicas de ensino, a fim de ter sucesso no processo de construção de conhecimentos e formação de cidadãos aptos a viver em uma sociedade imersa às tecnologias.

## Referências bibliográficas

BEHMKE, D. et al. Augmented Reality Chemistry: Transforming 2-D Molecular Representations into Interactive 3-D Structures. In: **Proceedings of the Interdisciplinary STEM Teaching and Learning Conference**. 2018. p. 4-12.

DE FARIAS, F. M. C. et al. Construção de um Modelo Molecular: Uma Abordagem Interdisciplinar Química-Matemática no Ensino Médio. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, p. 849-863, 2015.

GONÇALVES, J; C. et al. A utilização da Realidade Aumentada como auxílio no ensino da Química Orgânica. **Anais do Computer on the Beach**, p. 952-954, 2018.

GREBNER, C. et al. 3D-Lab: a collaborative web-based platform for molecular modeling. **Future Medicinal Chemistry**, v. 8, n. 14, p. 1739-1752, 2016.

MALLMANN, E. M.; ALBERTI, T. F. Integração das tecnologias educacionais em rede como prática da liberdade do processo de expansão e interiorização do ensino superior. In: CAVALHEIRO, A.; ENGERROFF, S. N.; SILVA, J. C. (Orgs). **As Novas Tecnologias e os Desafios para uma Educação Humanizadora**. Santa Maria: Biblos, 2013.

MARQUES, M. O. **A Escola no Computador: Linguagens Rearticuladas, Educação Outra**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003. (Coleção fronteira da educação).

MARTINS, M. G.; DE FREITAS, G. F. G.; DE VASCONCELOS, P. A utilização de materiais alternativos no Ensino de Química no conteúdo de geometria molecular. **Revista Thema**, v. 15, n. 1, p. 44-50, 2018.

MAZZUCO, A. E. da R. **MMAR: Sistema Web para Modelagem Molecular Tridimensional Utilizando Realidade Aumentada**. 2017. 183 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Educacionais em Rede) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, 2017.

MAZZUCO, et al. Sistema Web para Modelagem Molecular Tridimensional Utilizando Realidade Aumentada como Recurso Inovador de Ensino e de Democratização da Informação Biotecnológica em Rede. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 1, 2018 (no prelo).

SCOTTA, A. et al. Uma aplicação da Realidade Aumentada em Laboratórios Mistos para Ensino de Química. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2014. p. 564.

SILVA, T. S. et al. Construção de Modelos Moleculares com Material Alternativo e sua Aplicação em Aulas de Química. **Experiência em Ensino de Ciências**. v. 12, n. 2, p. 104-117, 2017.

WOLLE, P. et al. Augmented Reality in Scientific Publications – Taking the Visualization of 3D Structures to the Next Level. **ACS Chemical Biology**, v. 13, n. 3, p. 496-499, 2018.

ZHENG, M.; WALLER, M. P. ChemPreview: an augmented reality-based molecular interface. **Journal of Molecular Graphics and Modelling**, v. 73, p. 18-23, 2017.