



## Realidade aumentada no ensino de química: o uso da tecnologia como metodologia educacional

Ariele da Costa Barreto<sup>1\*</sup>, Lucas da Costa Ferreira<sup>1</sup>, Alcides Loureiro Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente da Universidade Federal do Acre, Curso de Licenciatura em Química, Rio Branco, Acre, Brasil.

<sup>2</sup>Professor da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil. [\\*arielebarreto0927@gmail.com](mailto:*arielebarreto0927@gmail.com)

Recebido em: 09/05/2022

Aceito em: 25/07/2022

Publicado em: 07/09/2022

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.4.1-13>

### RESUMO

A utilização da Realidade Aumentada (RA) vem sendo cada vez mais ampliada na educação. Ela pode colaborar com a atividade docente e despertar o interesse dos alunos, estimulando o processo de aprendizagem. As funções disponíveis nos aplicativos educacionais de RA permitem ao aluno uma visão interativa de conceitos e fenômenos estudados. Por exemplo, na Química, os aplicativos moleculares virtualizam superfícies planas em tridimensionais, facilitando o entendimento espacial dos compostos. Este trabalho tem como objetivo avaliar aplicativos de Realidade Aumentada e suas possíveis contribuições ao ensino de Química. A pesquisa foi realizada com graduandos de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Foram cinco etapas metodológicas: Pesquisa dos aplicativos de RA; Testes e escolha dos aplicativos; Oficina de RA para o ensino de Química; Questionário de avaliação dos aplicativos; Análise dos dados. Verificou-se que a maioria dos estudantes não conheciam previamente os aplicativos e seu uso na educação. Percebeu-se que os aplicativos de RA podem impulsionar o aprendizado e a compreensão de Química, proporcionando aulas mais atrativas e participativas. Ademais, acredita-se que a tecnologia de RA pode ser mais bem explorada e utilizada para fins educacionais.

**Palavras-chave:** Aplicativos. Oficina. Questionário.

## Augmented Reality in chemistry teaching: the use of technology as an educational methodology

### ABSTRACT

The use of Augmented Reality (AR) has been increasingly expanded in education. It can collaborate with the teaching activity and arouse students' interest, stimulating the learning process. The functions available in educational AR applications allow the student to have an interactive view of the concepts and phenomena studied. For example, in chemistry, molecular applications virtualize flat surfaces into three-dimensional ones, facilitating the spatial understanding of compounds. This work aims to evaluate Augmented Reality applications and their contributions to the teaching of Chemistry. The research was conducted with undergraduates of a Licentiate in Biological Sciences. There were five methodological steps: Research of AR applications; Tests and choice of applications; AR workshop for teaching Chemistry; Application evaluation questionnaire; Data analysis. It was found that most students did not previously know the applications and their use in education. It was noticed that AR applications can boost the learning and understanding of Chemistry, providing more attractive and participatory classes. Furthermore, it is believed that AR technology can be better explored and used for educational purposes.

**Keywords:** Applications. Workshop. Quiz.

## INTRODUÇÃO

A depender das diversas concepções sociais e históricas, definir tecnologia é uma questão relativa (KANG; MOLEND, 2018). Usando o senso comum, pode-se dizer que a tecnologia são os equipamentos de última geração. Ou que são os avanços científicos inovadores que beneficiam as pessoas. Há ainda correntes de pensamento que se preocupam com substituição e até o domínio do ser humano pelos meios tecnológicos (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2017).

Para Perucchi e Muller (2016), a tecnologia é um conjunto de técnicas usadas para aprimorar métodos ao longo da história e sempre evolui a cada inovação com aparelhos mais inteligentes, sofisticados e rápidos. Logo, ela já existia desde os primórdios da humanidade, e, por meio das técnicas desenvolvidas pelo homem em cada momento da história, foi possível alcançar o nível tecnológico e científico da sociedade contemporânea (VERASZTO et al., 2009).

No decorrer da história, o desenvolvimento da tecnologia influenciou na evolução das ferramentas usadas pelo ser humano (HERRON, 2016). Nos tempos primitivos, destacaram-se a descoberta do fogo, a confecção de ferramentas de pedra e a utilização de metais. Na Idade Média, o aprimoramento dos navios e os equipamentos têxteis e militares foram importantes. Na Idade Moderna, a Primeira Revolução Industrial foi marcada pela criação do sistema fabril mecanizado, a Segunda com o desenvolvimento da energia elétrica, dos meios de comunicação, das descobertas dos antibióticos e vacinas. Na Terceira Revolução Industrial, o surgimento de computadores, da internet, dos dispositivos móveis, da robótica e o avanço da eletrônica trouxeram ao mundo outro patamar tecnológico. Essas conquistas podem ser facilmente encontradas em diversas áreas como na saúde, na construção civil, na segurança, na agricultura, nos transportes e na educação (SILVA; RUFINO, 2021).

Na educação, a tecnologia vem se tornando algo extraordinário, fomentada por pesquisas interdisciplinares aliadas ao rápido desenvolvimento de sistemas inovadores, especialmente na computação (CAVALCANTE et al., 2016). A eficiência dos dispositivos móveis está cada vez maior, principalmente com o advento dos smartphones, celulares com funções inteligentes integradas. Um dos objetivos é aumentar a mobilidade e usabilidade sem perda de desempenho. Notoriamente, esses dispositivos estão ganhando mais poder de processamento e armazenamento rapidamente (ROVADOSKY et al., 2012).

No ambiente escolar e acadêmico, o uso dos dispositivos móveis possibilita diferentes abordagens metodológicas. O professor tem nesses recursos meios de tornar sua prática docente mais inovadora e dinâmica, podendo facilitar o aprendizado dos alunos (CARVALHO; LIAO, 2020). Com o objetivo de aprimorar a busca de conhecimento para os alunos que vivem na era da modernidade, quase todas as informações são obtidas por meios digitais. Para a realização de atividades escolares, por exemplo, os estudantes recorrem frequentemente às pesquisas na internet (AKÇAYIR; AKÇAYIR, 2017).

No campo da Química e em outras áreas da ciência, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDICs, vêm sendo cada vez mais usadas. Grande parte da informação necessária em uma pesquisa ou produção de um conteúdo educativo pode ser alcançada por meio de equipamentos e aplicações tecnológicas (LEE et al., 2017). Usando apenas um celular inteligente é possível acessar experimentos científicos, tabelas periódicas interativas, modelos representacionais de átomos e moléculas, além propriedades físicas e químicas das substâncias (WANG et al., 2018).

A Realidade Aumentada é uma tecnologia utilizada para unir entre o ambiente o real e o virtual, por meio da renderização de objetos em 2D e 3D com interação, ou não, do operador (QUEIROZ et al., 2017). Ela mostra os objetos em tempo real com o apoio de um dispositivo tecnológico. Para que a RA seja utilizada, geralmente é necessário um marcador (símbolo), que servirá como campo visual da câmera mesclando o mundo virtual para o mundo real.

Usando um celular ou um computador com *webcam*, a câmera do dispositivo visualiza e em seguida analisa a figura do marcador. Por meio de um *software*, a imagem 3D é projetada, permitindo ao usuário a manipulação dos objetos virtuais (RAISEL; NUNES., 2017). Sendo assim, a partir do momento em que sua visualização acontece, podem ocorrer diferentes tipos de representação que vão desde a projeção de textos, imagens fixas ou animadas, além de vídeos e sons (YUEN et al., 2011).

Nos últimos anos, houve um avanço extraordinário no desenvolvimento da Realidade Aumentada com finalidades educacionais. Cresceu também a disponibilidade de dispositivos e variedade aplicativos (SAIDIN et al., 2015). A aplicação da RA ao ensino pode ser um recurso metodológico complementar para o docente, com capacidade de estimular o aprendizado dos estudantes, além de proporcionar um maior envolvimento entre o aluno e o professor (KERBER, 2020).

A Realidade Aumentada tem grande capacidade de auxiliar na construção do conhecimento por realizar melhor os fenômenos físicos e químicos (HERPICH et al., 2018). Como a RA se tornou mais acessível recentemente, espera-se que quanto mais for difundida nas comunidades educacionais, mais seu potencial será explorado e desenvolvido (QUEIROZ et al., 2015).

Ter um ambiente tecnológico colabora para aumentar o potencial de aprendizado dos alunos, e isso pode ser protagonizado nas universidades e escolas da Educação Básica (LEITE, 2020). O uso extensivo desses simuladores também pode ser eficiente, pois permite trazer para a sala de aula algo inovador (FLEMING et al., 2009).

Com a tecnologia se expandindo cada vez mais na sociedade, as aulas meramente expositivas podem causar desinteresse nos alunos, como afirma (TELES et al., 2019):

Na maioria das vezes o ensino é transmitido apenas através de aulas expositivas, e este modelo, em tempos de crescente tecnologia, facilita a perda de concentração e até mesmo de interesse do aluno, visto que as opções às quais os se tem acesso como as redes sociais e o celular são muito mais atrativos se comparados ao modelo de ensino praticado tradicionalmente (TELES et al., 2019, p. 3).

Portanto, o uso da RA como ferramenta educacional é importante para a construção do conhecimento. A experiência constante dos usuários com a Realidade Aumentada pode atingir áreas de cognição que não são alcançadas pelos métodos tradicionais (PEREIRA et al., 2017). Um dos motivos é a necessidade de abstrair entidades químicas invisíveis. Nem sempre é fácil conectar os fenômenos em nível atômico à realidade de cada aluno (FERREIRA; SANTOS, 2020). Para que o ensino desta disciplina não fique apenas baseado nos livros didáticos e nas aulas expositivas, acredita-se na no potencial da RA como mais uma metodologia diferenciada para professores de Química, dinamizando o ensino e melhorando sua aprendizagem dos alunos. Silva et al (2011) apontam algumas vantagens desses tipos de recursos metodológicos

[...] (i) •motivação de estudantes e usuários de forma geral, baseada na experiência de 1a pessoa vivenciada pelos mesmos; (ii) grande poderio de ilustrar características e processos, em relação a outros meios multimídia; (iii) permite visualizações de detalhes de objetos; (iv) suporte às visualizações de objetos que estão a grandes distâncias, como um planeta ou um satélite; (v) permite experimentos virtuais, na falta de recursos, ou para fins de educação virtual interativa; (vi) permite ao aprendiz refazer experimentos de forma atemporal, fora do âmbito de uma aula clássica; (vii) porque requer interação, exige que cada participante se torne ativo dentro de um processo de visualização; (viii) encoraja a criatividade, catalisando a experimentação; (ix) provê igual oportunidade de comunicação para estudantes de culturas

diferentes, a partir de representações; (x) ensina habilidades computacionais e de domínio de periféricos (SILVA et al., 2011, p. 13).

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar aplicativos de Realidade Aumentada e suas possíveis contribuições ao ensino de Química.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa é de caráter quali-quantitativo. Iniciou-se com a pesquisa, seleção e avaliação prévia de aplicativos de RA voltados ao ensino de Química. A avaliação final dos aplicativos foi realizada durante a oficina “RA para o Ensino de Química” promovida no Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN) da Universidade Federal do Acre (UFAC) em Rio Branco (AC). Participaram da oficina quinze alunos do curso de Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Campus Xapuri (AC).

Como grande parte dos professores de Ciências do Ensino Fundamental são professores formados em Ciências Biológicas, justifica-se o fato dos participantes desta pesquisa serem dessa área e não obrigatoriamente graduandos de Química. Além disso, a abordagem das competências e habilidades na área das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, exige um professor interdisciplinar, capaz de dar sentido e interligar conhecimentos próximos, como ocorre com Biologia, Química e Física.

Ao final da oficina, os participantes responderam a um questionário contendo cinco questões sobre os *apps* estudados. Usou-se a Escala Likert de 1 a 5 para coletar as respostas, sendo que: 1 = ruim, 2 = regular, 3 = bom, 4 = muito bom e 5 = significa excelente.

Como a maioria dos celulares dos alunos usava o sistema operacional *Android*, foram utilizados apenas os aplicativos disponíveis na plataforma *Google Play*. Nesta loja, existe uma grande quantidade de aplicações em RA, sendo que para alguns deles, existem materiais de apoio em texto e vídeos tutoriais na plataforma do *YouTube*.

Como a maioria dos celulares dos alunos usava o sistema operacional *Android*, foram utilizados apenas os aplicativos disponíveis na plataforma *Google Play*. Nesta loja, existe uma grande quantidade de aplicações em RA, sendo que para alguns deles, existem materiais de apoio em texto e vídeos tutoriais na plataforma do *YouTube*.

A oficina foi dividida em três momentos. Primeiramente houve uma aula teórica sobre a tecnologia de Realidade Aumentada e suas potencialidades no ensino de Química.

Em seguida, cada participante instalou nos seus smartphones pessoais os aplicativos escolhidos. Nessa parte, também foram disponibilizados os marcadores impressos dos *apps* e os alunos puderam experimentar, com orientação dos professores, a tecnologia de RA (figura 1). No último momento, houve a aplicação do questionário para avaliação da oficina e dos aplicativos testados.

**Figura 1** – Um dos aplicativos sendo usado na oficina.



Fonte: Os autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Seleção dos aplicativos de RA escolhidos para o ensino de química*

Nas etapas iniciais da pesquisa, quatro aplicativos foram escolhidos para serem avaliados em situação real de ensino e aprendizagem. Os *apps* selecionados foram: *Rapp Chemistry AR*, *Chemistry Ar*, *QuimicAR*, e o *MolecuLAR*. O Quadro 1 apresenta as principais informações sobre eles.

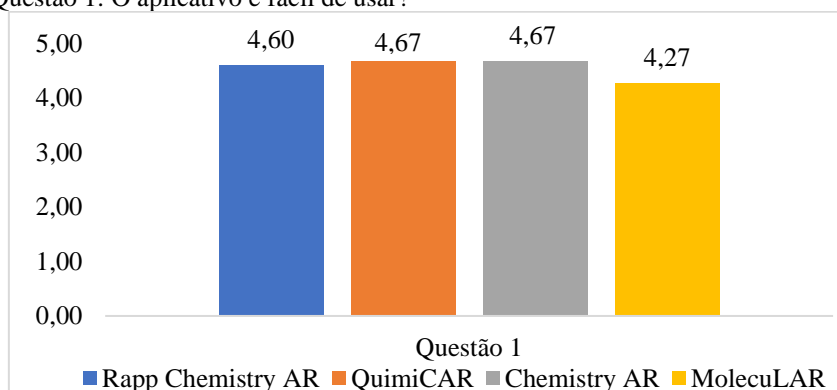
**Quadro 1** – Aplicativos, características, idioma e compatibilidade.

Aplicativos	Conteúdos de Química relacionados	Idioma	Compatibilidade
<i>Rapp Chemistry AR</i>	Distribuição eletrônica, estrutura atômica e características dos elementos químicos.	Espanhol e inglês	<i>Android</i> 2.3.4+
<i>QuimicAR</i>	Reações químicas.	Espanhol	<i>Android</i> 2.2+
<i>Chemistry AR</i>	Ligações químicas.	Inglês	<i>Android</i> 4.1+
<i>MolecuLAR</i>	Ligações químicas, geometria molecular e química orgânica.	Inglês	<i>Android</i> 4.4+ <i>IOS</i> 8.9.10+

### ***Avaliação dos aplicativos selecionados***

A avaliação dos dados dos questionários ocorreu pelas médias aritméticas das respostas de cada questão. A figura 2 representa graficamente as respostas dos participantes quanto a primeira questão.

**Figura 2** – Questão 1: O aplicativo é fácil de usar?

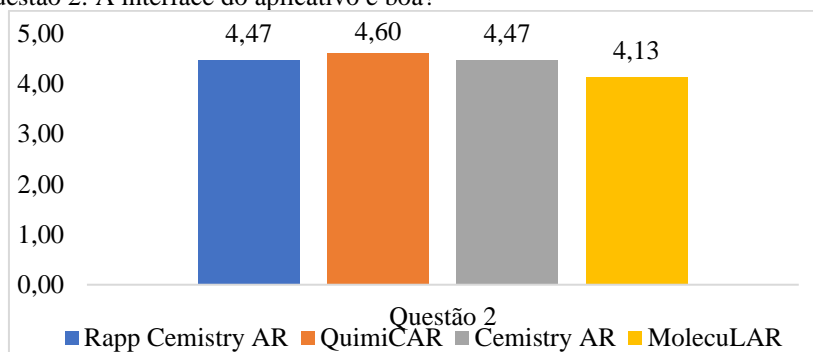


**Fonte:** Os autores.

De acordo com o gráfico, pode-se perceber que todos os aplicativos foram bem avaliados, tendo a nota média acima de 4. Isso sugere que os alunos não apresentaram muitas dificuldades para usar os aplicativos. Destaca-se que só era necessário abrir o aplicativo e apontar a câmera do smartphone para o *card* (marcador) correspondente. O aplicativo *MolecuLAR* foi o que apresentou maior dificuldade de usabilidade pelos estudantes, provavelmente devido a travamentos em alguns aparelhos, o que comprometeu sua avaliação positiva. De fato, a sincronização e o *design* de uma aplicação de Realidade Aumentada podem comprometer a usabilidade e a experiência com a tecnologia, especialmente em situações de ensino e aprendizagem (Neil, 2012).

Na questão 2, perguntou-se sobre a avaliação do participante sobre a interface dos aplicativos testados (Figura 3).

**Figura 3** – Questão 2: A interface do aplicativo é boa?

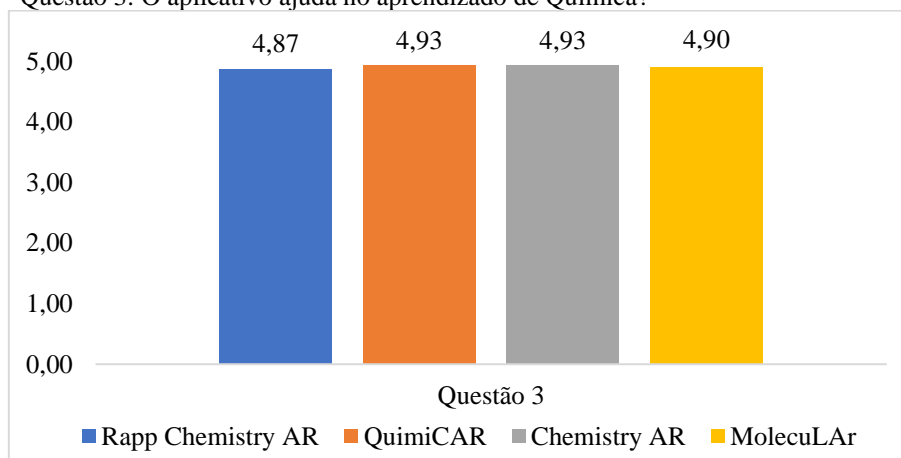


**Fonte:** Os autores.

As respostas médias indicam que as interfaces apresentadas nos aplicativos não foram difíceis ou complicadas de usar. Para Melo e Carvalho (2014), utilizar essas ferramentas fazem um diferencial gerando um aumento significativo no aprendizado. Ao abrir o aplicativo e serem ensinados na prática como são as características do átomo ou como são formadas as moléculas, por exemplo, proporcionam aos alunos um protagonismo maior durante a didática utilizada pelo professor.

Na terceira questão, os estudantes puderam avaliar se os aplicativos ajudavam na compreensão dos conteúdos de Química (figura 4).

**Figura 4** – Questão 3: O aplicativo ajuda no aprendizado de Química?



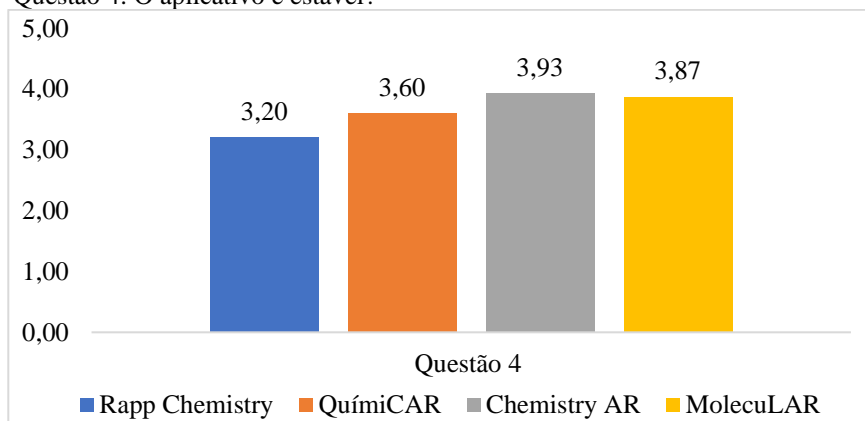
**Fonte:** Os autores.

Na visão dos alunos participantes da pesquisa, todos os aplicativos podem ser úteis no aprendizado de Química. De fato, os estudantes aprendem mais quando tem maior diversidade nas metodologias de ensino (RODRIGUES et al., 2010). A disciplina de Química pode ser complexa, imaginar o mundo microscópico no qual não se vê é difícil para alguns estudantes, então, quando eles têm a oportunidade de conhecer melhor os conceitos abstratos, o aprendizado ocorre mais efetivamente. Ver moléculas se formando, átomos da tabela periódica e outros modelos na Química que antes só se viam nos livros, são exemplos das muitas oportunidades que a Realidade Aumentada trouxe a esses alunos (SINGHAL et al., 2012)

Um dos fatores que mais são levados em consideração em um aplicativo é sua estabilidade. Um aplicativo que apresenta muitos travamentos tende a não ser usado com frequência e ser desinstalado pelo usuário em pouco tempo. A figura 5 mostra a avaliação que os participantes da oficina fizeram quando à estabilidade dos quatro *apps* testados.



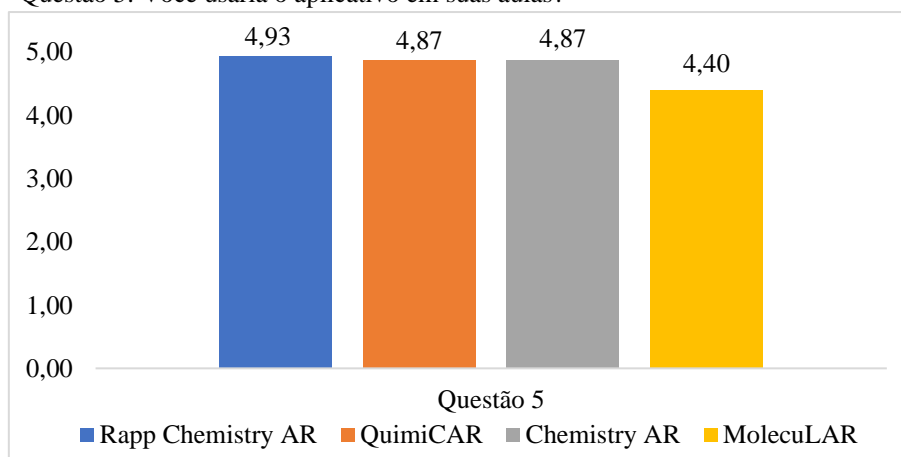
**Figura 5** – Questão 4: O aplicativo é estável?



Fonte: Os autores.

Observou-se que todos os aplicativos tiveram algum tipo de travamento ou lentidão, sendo que nenhum superou média 4 em estabilidade. Até mesmo nos smartphones mais atuais e com maior poder de processamento, alguns desses aplicativos apresentaram travamentos. Isso pode ter várias causas, como a má otimização do *software*, pouco espaço na memória e incompatibilidades de *hardware* (CAI et al., 2014). Na figura 6, pode-se observar as respostas médias dos alunos quando indagados se eles usariam esses aplicativos em suas aulas.

**Figura 6** – Questão 5: Você usaria o aplicativo em suas aulas?



Fonte: Os autores.

Todos os aplicativos atingiram uma nota superior a 4, sugerindo sua aprovação pelos estudantes. Destaca-se que o *MolecuLAR* apresentou menor avaliação em facilidade de uso (questão 1) e em interface (questão 2), isso pode ser fatores que o levaram a ser o aplicativo com menor intenção de uso nas aulas de Química pelos estudantes. Ademais, acredita-se que cada aplicativo pode passar por atualizações que melhorem a experiência

do usuário, além de adição de novas funcionalidades. Apesar de algumas limitações, acredita-se que os aplicativos de Realidade Aumentada podem ser excelentes ferramentas metodológicas nas aulas de Química (MARTINHO; POMBO, 2009).

## CONCLUSÃO

A tecnologia de Realidade Aumentada aplicada ao ensino de Química se mostrou muito promissora. Acredita-se que os estudantes com dificuldades com a disciplina de Química, especialmente devido a abstração de alguns conceitos e modelos, poderão superar obstáculos e compreender melhor os conhecimentos químicos estudados. Além disso, a RA já é uma tecnologia muito conhecida pelos jovens em jogos, como Pokémon GO, não sendo, portanto, um recurso inacessível para os estudantes. Pelo contrário, a inserção de elementos da Cultura Digital, preconizada pela BNCC, nas práticas educativas podem proporcionar aos estudantes um maior interesse pela escola, viabilizando um maior aprendizado e formação na Educação Básica.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA DDA. 2012. Disponível em: <http://www.agenciadda.com.br/realidade-aumenta-da-ra>. Acesso em: 25 maio 2021.
- AKÇAYIR, M.; AKÇAYIR, G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. **Educational Research Review**, v. 20, p. 1-11, 2017.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, ANDREW. Artificial intelligence, for real. **Harvard Business Review**, 2017. Disponível em: <https://hbr.org/cover-story/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>. Acesso em: 4 maio 2022.
- CAI, S.; WANG, X.; CHIANG, F. A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. **Computers in human behavior**, v. 37, p. 31-40, 2014.
- CAVALCANTE, R.; FERNANDES, F. G.; LAMOUNIER, E.; CARDOSO, A. Aplicação de realidade aumentada móvel para apoio ao ensino de crianças. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 5., 2016. Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: CBIE, 2016, p. 691-700. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2016.691>. Acesso em: 7 maio 2022.
- DA COSTA FERREIRA, L.; SANTOS, A. L. Realidade virtual e aumentada: um relato sobre a experiência da utilização das tecnologias no Ensino de Química. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 1, p. 367-376, 2020.
- DA SILVA MELO, R.; CARVALHO, M. J. S. Aplicativos educacionais livres para mobile learning. In: ENCONTRO VIRTUAL DE DOCUMENTAÇÃO EM SOFTWARE LIVRE, 11., CONGRESSO INTERNACIONAL DE LINGUAGEM E TECNOLOGIA ONLINE. 8, 2014. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UFMG, v. 3, n. 1, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3yJyTaT>. Acesso em: 4 maio 2022.
- DA SILVA, L. G. P.; RUFINO, H. L. P. Revisão sistemática sobre as vantagens e desafios no uso de realidade aumentada como ferramenta pedagógica no ensino médio. **Educação**, v. 46, n. 1, p. 38-1-31, 2021.

FLEMING, M.; OLSEN, D.; STATHES, H.; BOTELER, L.; GROSSBERG, P.; PFEIFER, J.; SCHIRO, S.; BANNING J.; SKOCHELAK, S. Virtual reality skills training for health care professionals in alcohol screening and brief intervention. **The Journal of the American Board of Family Medicine**, v. 22, n. 4, p. 387-398, 2009.

HERRON, J. Augmented reality in medical education and training. **Journal of Electronic Resources in Medical Libraries**, v. 13, n. 2, p. 51-55, 2016.

HERPICH, F.; BOS, A.; KUHN, I.; GUARESE, R. L. M.; TAROUCO, L. M. R.; WIVES, L.; ZARO, M. A. Atividade cerebral no uso de recursos educacionais em realidade aumentada: uma análise da atenção do aprendiz. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE). 2018. **Anais [...]**, p. 1858. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.1858>. Acesso em: 7 maio 2022.

KANG, S. P.; MOLENDIA, M. H. How Shall We Define Human Performance Technology? **Performance Improvement Quarterly**, v. 31, n. 2, p. 189-212, 2018.

KERBER, A.; C. **Aplicação de métodos de realidade aumentada em instituições de ensino fundamental**. 2020. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6727> Acesso em: 7 maio 2022.

LIAO, T.; DE CARVALHO, J. M. J. Realidade Aumentada e Interdisciplinaridade: o Uso do Aplicativo LandscapAR no Ensino de Matemática e Geografia. **EaD em Foco**, v. 10, n. 2, 2020.

LEITE, B. S. Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. e097220-e097220, 2020.

LEE, H.; LONGHURST, M.; CAMPBELL, T. Teacher learning in technology professional development and its impact on student achievement in science. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 10, p. 1282-1303, 2017.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais—um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p.527-538, 2009.

NEIL, T. **Padrões de design para aplicativos móveis**. Novatec Editora, 2012.

PERUCCHI, V.; MUELLER, S. P. M. Produção de conhecimento científico e tecnológico nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: uma investigação sobre a sua natureza e aplicação1. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 21, p. 134-151, 2016.

PEREIRA, L.; OLIVEIRA, D.; COUTO, I.; OLIVEIRA, A.; DA SILVA, R. L. D. S. Uma ferramenta de apoio ao ensino de cálculo com realidade aumentada. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION. 8., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 30. 2017. Natal. **Anais [...]**. Natal: CCBI/SBIE, 2017. p. 595.

QUEIROZ, A. C.; TORI, R.; NASCIMENTO, A. Realidade virtual na educação: panorama das pesquisas no Brasil. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION. 8., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 30. 2017. Natal. **Anais [...]**. Natal: CCBI/ SBIE, 2017. p. 203.

QUEIROZ, A. S.; DE OLIVEIRA, C. M.; REZENDE, F. S. Realidade Aumentada no Ensino da Química: Elaboração e Avaliação de um Novo Recurso Didático. **Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, v. 1, n. 2, 2015.

RAISEL, T. M.; NUNES, J. Realidades Misturadas, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Hiper-realidade Virtual: usos e possibilidades na publicidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 40. 2017. Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: CBCC, 2017, Brasil. 2017. Disponível em: <https://portalintercom.org.br/anais/nacional2017/resumos/R12-2843-1.pdf>. Acesso em: 7 maio 2022.

ROVADOSKY, D. S.; PAVAN, W.; DALBOSCO, J.; CERVI, C. R. Uma aplicação de realidade aumentada para dispositivo móvel com sistema operacional Android. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 4, n. 1, p. 25-37, 2012.

RODRIGUES, C. S. C.; PINTO, R. A. M.; RODRIGUES, P. F. N. Uma aplicação da realidade aumentada no ensino de modelagem dos sistemas estruturais. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 2, n. 2, p. 81-95, 2010.

SAIDIN, N. F.; HALIM, N. D. A.; YAHAYA, N. A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. **International Education Studies**, v. 8, n. 13, p. 1-8, 2015.

SILVA, D.; COSTA, J.; INGRACIO, P.; OLIVEIRA, W. Realidade virtual aumentada aplicada como ferramenta de apoio ao ensino. **Tecnologias em Projeção**, v. 2, n. 1, 2011.

SINGHAL, S.; BAGGA, S.; GOYAL, P.; SAXENA, V. Augmented chemistry: Interactive education system. **International Journal of Computer Applications**, v. 49, n. 15, 2012.

KREBS, D.; DA ROSA ZUCOLO, M. P.; GHISLENI, T. S. O uso da realidade aumentada aplicado em ensino. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 7, p. e1871080, 2019.

VERASZTO, E. V.; DA SILVA, D.; MIRANDA, N. A.; SIMON, F. O. Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. **Prisma.com**, n. 8, p. 19-46, 2009.

WANG, M.; CALLAGHAN, V.; BERNHARDT, J.; WHITE, K.; PEÑA-RIOS, A. Augmented reality in education and training: pedagogical approaches and illustrative case studies. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 9, n. 5, p. 1391-1402, 2018.

YUEN, S. C.; YAOYUNYONG, G.; JOHNSON, E. Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. **Journal of Educational Technology Development and Exchange**, v. 4, n. 1, p. 11, 2011.