

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

ANDRÉ LEITE NUNES

**Realidade Aumentada na Educação: compreensão conceitual
de Química no Ensino Médio**

Lorena
2023

ANDRÉ LEITE NUNES

**Realidade Aumentada na Educação: compreensão conceitual
de Química no Ensino Médio**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Durval Rodrigues Junior

Versão Corrigida

Lorena

2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Nunes, Andre Leite
Realidade Aumentada na Educação: compreensão
conceitual de Química no Ensino Médio / Andre Leite
Nunes; orientador Durval Rodrigues Junior - Versão
Corrigida. - Lorena, 2023.
122 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de
Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de
Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da
Universidade de São Paulo. 2023

1. Realidade aumentada. 2. Formação docente. 3.
Ensino de química. 4. Aprendizagem. 5. Criação de
aplicativo. I. Título. II. Rodrigues Junior, Durval,
orient.

RESUMO

NUNES, A. L. Realidade Aumentada na Educação: compreensão conceitual de Química no Ensino Médio. 2023. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena. Universidade de São Paulo, Lorena, 2023.

A Realidade Aumentada (RA) é uma interface computacional que possibilita simulação em tempo real, permitindo a capacidade de visualização espacial através de animações 2D e 3D interativas para diferentes modelos. É uma tecnologia promissora que possibilita a interação das pessoas com objetos reais e virtuais simultaneamente. O presente trabalho teve como objetivo analisar a utilização da RA como ferramenta de ensino de Química no Ensino Médio, especificamente geometria molecular e a compreensão conceitual dos alunos. A metodologia adotada incluiu uma revisão de literatura bibliográfica que forneceu uma base sólida para o contexto do estudo e ajudou a estabelecer a relevância do tema ao ser acompanhada de um estudo de pesquisa-ação envolvendo a aplicação prática do uso da RA na sala de aula e de coleta dos dados observados. Este trabalho tem como produto o aplicativo GEOMOL, recurso criado pelo autor para ensinar geometria molecular e outros conceitos em Química e uma Cartilha para auxiliar a utilização, tanto do GEOMOL, como de outros 11 aplicativos de RA, o que facilitou a aprendizagem sobre alguns conceitos e o uso de diferentes aplicativos. Foram observadas várias ações positivas por parte dos docentes, como uma maior reflexão e experimentação com o uso da RA, e uma melhora na capacidade de visualização espacial, imersão e reflexão dos alunos diante dos conteúdos apresentados. A pesquisa concluiu que a utilização da RA aumentou a motivação e interesse dos alunos, favoreceu a interação entre o meio digital e os conceitos estudados e promoveu a comunicação e troca de experiências entre os docentes e os alunos.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Formação docente. Ensino de Química. Aprendizagem. Criação de aplicativo.

ABSTRACT

NUNES, A. L. Augmented Reality in Education: Conceptual Understanding of Chemistry in High School. 2023. 122 p. Dissertation (Master of Science) – Escola de Engenharia de Lorena. Universidade de São Paulo, Lorena, 2023.

Augmented Reality (AR) is a computational interface that enables real-time simulation, enabling spatial visualization through interactive 2D and 3D animations for different models. It is a promising technology that allows people to interact with real and virtual objects simultaneously. The present work aimed to analyze the use of AR as a tool for teaching Chemistry in High School, specifically molecular geometry and students' conceptual understanding. The methodology adopted included a bibliographic literature review that provided a solid basis for the context of the study and helped to establish the relevance of the topic when accompanied by an action research study involving the practical application of the use of AR in the classroom and collection of observed data. This work has as its product the GEOMOL application, a resource created by the author to teach molecular geometry and other concepts in Chemistry and a Booklet to assist in the use of both GEOMOL and 11 other AR applications, which facilitated learning about some concepts and the use of different applications. Several positive actions were observed on the part of teachers, such as greater reflection and experimentation with the use of AR, and an improvement in students' spatial visualization, immersion and reflection capacity regarding the content presented. The research concluded that the use of AR increased students' motivation and interest, favored interaction between the digital medium and the concepts studied and promoted communication and exchange of experiences between teachers and students.

Keywords: Augmented Reality. Teacher training. Chemistry teaching. Learning. Creation of app.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de funcionamento da RA em um dispositivo móvel.....	22
Figura 2 – Fluxo de trabalho para criar aplicativos de RA usando software gratuito	25
Figura 3 – Exemplos de moléculas complexas de difícil compreensão em 2D.....	26
Figura 4 – Ilustração de APP em funcionamento	27
Figura 5 – Ilustração das etapas da Metodologia.....	30
Figura 6 – Exemplo de exportação de uma molécula em 3D	33
Figura 7 – Exemplo de targets com os alvos para associação da imagem 3D.....	34
Figura 8 – Exemplo da construção do aplicativo.....	35
Figura 9 – Modelo de cartilha ou e-book.....	36
Figura 10 – Primeira aplicação do projeto – questionário	38
Figura 11 – Primeira aplicação do projeto – divisão de grupos.....	39
Figura 12 – Primeira aplicação do projeto – pesquisa e uso dos 6 primeiros aplicativos ...	39
Figura 13– Adaptações no projeto	40
Figura 14 – Segunda aplicação do projeto – uso dos 5 últimos aplicativos mais o GEOMOL.	41
Figura 15 – Tipos de documentos sobre a RA.....	44
Figura 16 – Evolução desde a primeira publicação sobre RA	44
Figura 17 – Principais Subáreas de pesquisa da RA.....	45
Figura 18 – Países com maior número de documentos e citações.....	45
Figura 19 – Exemplo de targets com os alvos para associação da imagem 3D.....	48
Figura 20 – Modelo de cartilha ou e-book.....	48
Figura 21 – Primeira aplicação do projeto – questionário	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Pergunta sobre imagens 2D em livros	50
Gráfico 2 – Pergunta sobre imagens em 3D	51
Gráfico 3 – Pergunta sobre tecnologia e interação	51
Gráfico 4 – Tecnologia e aprendizagem divertida.....	52
Gráfico 5 – Pergunta sobre conhecimento da RA.....	53
Gráfico 6 – Pergunta sobre frequência de uso da RA.....	53
Gráfico 7 – Pergunta sobre a dificuldades de visualização de propriedade químicas	54
Gráfico 8 – Pergunta sobre o uso da RA em disciplinas anteriores.....	55
Gráfico 9 – Pergunta sobre o nome das disciplinas cursadas e com o uso da RA.....	55
Gráfico 10 – Pergunta sobre Dispositivo móvel com acesso à internet.....	56
Gráfico 11 – Pergunta sobre uso de plataforma ou sistema operativo.....	56
Gráfico 12 – Pergunta sobre a RA e maior compreensão de conceitos de Química	58
Gráfico 13 – RA aumenta pode aumentar o interesse na aprendizagem	59
Gráfico 14 – Pergunta sobre a facilidade de uso da RA	59
Gráfico 15 – Pergunta sobre a interação clara com a RA.....	60
Gráfico 16 – Pergunta sobre posse de dispositivo necessário para uso da RA.....	61
Gráfico 17 – Pergunta sobre o uso da RA na sala de aula é divertido.....	61
Gráfico 18 – Acredito que estou controlando a RA quando utilizo.....	62
Gráfico 19 – Pergunta sobre o potencial da RA para explorar conceitos difíceis	62
Gráfico 20 – Qual seu nível de satisfação com o uso da RA.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Aplicativos utilizados no projeto.	46
--	----

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
COTEL	Colégio Técnico de Lorena
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
GEOMOL	Geometria Molecular
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
2D	Bidimensional
3D	Tridimensional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3.1 AS TDIC E A PRÁTICA DOCENTE.....	16
3.2 A REALIDADE AUMENTADA	18
3.3 A REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE QUÍMICA.....	23
4 METODOLOGIA.....	28
4.1 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS	30
4.1.1 LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO	30
4.1.2 SELEÇÃO DOS APLICATIVOS	31
4.1.3 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA E DA CARTILHA	32
4.1.3.1 GERAÇÃO DOS OBJETOS 3D	32
4.1.3.2 CRIAÇÃO DAS FIGURAS TARGET.....	33
4.1.3.3 PROGRAMAÇÃO DO APLICATIVO COM O FRAMEWORK	34
4.1.4 ELABORAÇÃO DA CARTILHA	35
4.1.5 APLICAÇÃO DO PROJETO NA SALA DE AULA	36
4.1.5.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO PARA OS ALUNOS.....	37
4.1.5.2 PRIMEIRA APLICAÇÃO	38
4.1.5.3 ADAPTAÇÃO DE APLICATIVOS	39
4.1.5.4 SEGUNDA APLICAÇÃO	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO	43
5.2 USO DE APLICATIVOS JÁ EXISTENTES.....	46
5.3 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA E CARTILHA	47
5.3.1 APLICATIVO GEOMOL	47
5.4 APLICAÇÃO DO PROJETO NA SALA DE AULA	49
5.4.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	49
5.4.2 APLICAÇÃO.....	57
5.4.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL	58

6 CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS.....	66
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL.....	70
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO FINAL	72
APÊNDICE C - MODELO DA CARTILHA.....	74

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, estamos vivendo em uma era de rápida evolução tecnológica que adentra as escolas, acabando por transformar a maneira como ensinamos e aprendemos. Essa mudança nos leva a deixar de lado os métodos tradicionais e abraçar abordagens contemporâneas, reafirmando nosso compromisso e responsabilidade com a sociedade.

A globalização, combinada com as tecnologias e o surgimento de fatores alternativos de informação, contribuiu para a ocorrência de grandes transformações consideráveis à sociedade e à educação. Alguns exemplos da revolução tecnológica e sua interação com a sociedade são exemplificados pelos dispositivos móveis, considerados como ferramentas essenciais para o indivíduo, permitindo que ele mantenha relacionamentos, trabalhe, pesquise e aprenda (VIEIRA, 2020).

Muitas das metodologias utilizadas em atividades educativas precisam ser observadas e reavaliadas, principalmente no que concerne às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), pois, devido ao crescente uso de dispositivos móveis, conectados à Internet, pela grande maioria dos educandos, o que representa um desafio para os educadores na integração desses meios em suas práticas pedagógicas (LEITE, 2020).

No entanto, já é possível observar que a aprendizagem intermediada pela tecnologia pode conduzir a uma maior participação, compromisso, responsabilidade e autonomia dos discentes na própria aprendizagem. A utilização de ambientes de experimento virtual, com o uso da Realidade Aumentada (RA), pode ajudar os docentes e os estudantes, transformar o processo de ensino e aprendizagem, fomentar a pesquisa por meio da interação com simulações reais e multimídia, motivar e aumentar a eficácia educacional e o desempenho dos discentes (VIEIRA, 2020). A RA pode trazer muitos benefícios aos discentes e aos professores ao ajudar a melhorar o processo de ensino e aprendizagem de Química.

Nesse sentido, a RA é definida como uma tecnologia promissora, que renderiza objetos virtuais em 2D e 3D, e permite que as pessoas interajam com objetos reais e virtuais ao mesmo tempo, uma vez que consiste na imposição de objetos digitais ao mundo real fazendo uso de softwares que conseguem exibir figuras ou imagens digitais exteriorizando-as no ambiente de interação da pessoa (AZUMA; BAILLOT, 2001; NICHELE *et al.*, 2020). Também é um recurso tecnológico que pode combinar informação complementar com objetos do mundo real e que utiliza um dispositivo móvel com o apoio de um marcador para mostrar objetos virtuais no mesmo aparelho (CARMIGNIANI; FURHT, 2011). É, ainda, considerada como uma interface computacional de simulação em tempo real que exibe a

capacidade de visualizações espaciais em animações 3D interativas, além de mostrar uma visão direta ou indireta e em tempo real do ambiente físico, melhorado ou aumentado ao somar dados elaborados no computador a ele (SILVA; OLIVEIRA; GIRALDI, 2023).

O atual cenário educacional exige a utilização das TDIC como recurso de apoio no aprendizado em todos os níveis de ensino e nas diferentes disciplinas. Com uma geração de estudantes digitalmente nativos, fica difícil encontrar estímulos para aprender sem o uso da tecnologia. Por isso, este estudo traz a RA como alternativa metodológica para fomentar a aprendizagem de conteúdos de Química usando RA. Estruturado em 5 seções, depois de realizada a análise dos dados correspondentes, como se mostra a seguir:

O primeiro capítulo apresenta uma introdução contextualizada, contendo: justificativa, revisão da literatura com uma breve apresentação dos principais estudos e conceitos relacionados ao tema; delimitação do escopo com o alcance da pesquisa, incluindo a abordagem, a metodologia e as limitações e a estruturação com a descrição da estrutura geral do trabalho. O segundo capítulo traz os objetivos gerais e específicos da pesquisa, além de apresentar as hipóteses pensadas pelo autor e apresentar os dois produtos autorais que farão parte do trabalho, sendo uma cartilha de aplicativos digitais para RA e um aplicativo específico denominado “GEOMOL”.

O terceiro capítulo apresenta a fundamentação teórica, onde são abordados o contexto histórico do ensino da ciência, dos métodos de ensino utilizados, como o modelo tradicional, da formação docente, da ruptura no ensino e a mão de obra, da revolução e avanço da tecnologia, das transformações no modo de ensinar e aprender, do cenário da pandemia como dificuldade por falta de mão de obra aptas da RA e sua utilização como ferramenta de apoio ao professor e ao discente no ensino de Química.

O quarto capítulo vem trazer a metodologia utilizadas, com os dados informativos referentes à instituição educativa, sua localização, outras informações importantes, assim como os procedimentos utilizados para a pesquisa de resultados, entre eles a apresentação do modelo de cartilha produzido e o GEOMOL, como recursos na aprendizagem de conceitos de Química.

O quinto capítulo abarca os resultados e discussão, com as análises de dados e análise de resultados. Aqui também se encontram os gráficos, as atividades vivenciais e os aplicativos revisados. Assim também, estão as reflexões acerca de informações que poderiam haver sido mais concisas caso houvesse um estudo mais profundo, bem como a ideia de continuidade de pesquisas que podem ser realizadas no futuro.

O sexto capítulo apresenta a Conclusão, a qual apresenta um breve compêndio da pesquisa realizada, com foco nos resultados atingidos, ou seja, a resposta aos problemas formulados, assim como as implicações práticas ou teóricas do trabalho; as recomendações para futuras investigações ou ações que possam servir como referência a futuras pesquisas sobre a temática, além das considerações finais ou reflexões pessoais sobre o trabalho.

No capítulo “Referências”, encontram-se um recopilado de obras consultadas e na seção apêndice, estão os questionários inicial (para identificar problemáticas) e final (para detectar resultados); também está contido o modelo de cartilha que será utilizada por docentes e discentes.

A presente pesquisa contou com a participação do Projeto Workshop Aficionados em Software e Hardware (WASH), o qual é um programa de iniciação científica para estudantes, principalmente, da rede pública (<https://wash.net.br/o-que-e-o-wash/>). O trabalho no Programa WASH foi desenvolvido com dois alunos bolsistas de Ensino Médio, orientados pelo Prof. Dr. Durval Rodrigues Junior, e co-orientados pelo autor do presente trabalho e pelo Prof. Ms. Mateus Afonso Gomes.

1.1 JUSTIFICATIVA

O ensino de conceitos abstratos da Química, por exemplo, é um desafio pela dificuldade que apresenta, e nesse sentido, a realidade aumentada (RA) pode oferecer maior motivação ao apresentar imagens animadas bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D), além de promover grandes resultados, principalmente por ser uma tecnologia inovadora atrelada à realidade virtual (VR). Por isso, a RA, como recurso do ensino de Química, pode proporcionar grandes conhecimentos sobre a natureza molecular dos elementos químicos. Um estudo dessa natureza pode trazer grandes benefícios e permitir a realização de maiores análises em uma observância dos elementos químicos, de forma mais visual e minuciosa para ensinar os conteúdos de Química nos centros educativos, e, através da observância dos educandos, talvez, até encontrar novas fragilidades exploráveis nesses elementos que possam permitir novos descobrimentos ou soluções alternativas para outros problemas.

2 OBJETIVOS

Foi escolhido como objeto de estudo desta pesquisa a “RA para facilitar a compreensão da Química”, oferecido a professores de Química e aos alunos do primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Técnico de Lorena - Prof. Nelson Pesciotta – COTEL, localizado na cidade de Lorena/SP.

Devido à sua relevância na era contemporânea, o foco desta pesquisa é a "RA como ferramenta para aprimorar a compreensão de conceitos de Química". Essa abordagem promete oferecer uma perspectiva promissora ao auxiliar no processo de aprendizagem dessa disciplina.

Havendo como referência a utilização da tecnologia no processo de reflexão e de pesquisa-ação na melhoria dos processos de ensino e aprendizagem e na formação de docentes, bem como o contexto contemporâneo em que se incorporam esses enfoques, define-se o presente trabalho. Encontra-se no contexto de Formação Continuada de Professores, especificamente, de Professores de Química (Q). A seguir, serão descritos os objetivos concebidos para a elaboração deste trabalho acadêmico.

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a utilização de RA como ferramenta de ensino de Química no Ensino Médio e técnico, principalmente geometria molecular, e avaliar sua efetividade na compreensão conceitual dos alunos e na prática docente, com o intuito de aumentar a interação entre professores, alunos e conteúdos didáticos, relacionada à pesquisa-ação para motivar, melhorar e promover mudanças nas técnicas e práxis pedagógicas desses profissionais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos:

- a) Criar um aplicativo como protótipo para explorar os conceitos de geometria molecular, o qual recebe o nome de “GEOMOL”;
- b) Proporcionar uma maior interação entre professores, alunos e conteúdos didáticos;

- c) Elaborar uma cartilha para a utilização de aplicativos, que facilitarão aos professores e aos alunos o processo de ensino-aprendizagem e fornecerão informações sobre recursos disponíveis, suas funções e possíveis aplicações;

Aventa-se à hipótese de que: “a RA facilita a atuação docente no ensino de conceitos de Química para os alunos do Ensino Médio”. Defende-se, também, que “a criação de um aplicativo de RA, para a utilização no dispositivo móvel, favorece ao ensino e exploração de conceitos de Química; que a elaboração de cartilhas para a utilização de aplicativos de RA beneficiam os docentes no processo de ensino-aprendizagem; que podem ser observadas uma série de ações positivas por parte dos docentes após o conhecimento e uso da RA em dispositivos móveis; que é possível observar o processo reflexivo dos alunos e melhora na capacidade de visualização espacial utilizando a RA; que a exibição dos conceitos de Química como: funções orgânicas, tabela periódica, modelos atômicos, tipos de ligações químicas, ângulos e níveis de ampliação com a possibilidade de interação com o ambiente físico foi positivo para o processo de ensino e aprendizagem.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são abordados os fundamentos teóricos do presente trabalho. Ele inclui uma visão geral do ensino da Ciência na sala de aula e traça o desenvolvimento das tecnologias e das práticas docentes de Química ao longo do tempo. Adicionalmente, são discutidos estudos recentes que destacam a utilização da RA como uma das principais ferramentas promissoras de ensino na atualidade.

3.1 AS TDIC E A PRÁTICA DOCENTE

A revolução tecnológica trouxe grandes transformações e oportunidades que favoreceram o desenvolvimento do conhecimento humano. Por meio dela, tornou-se possível a reformulação e transformação da realidade em novas possibilidades, pois ao observar a história, é possível compreender as mudanças, comparando o antes com o depois. Antes do século XX, muitas coisas que eram impossíveis para o ser humano, hoje se tornaram possíveis e de fácil acesso para as pessoas (FARIAS FILHO, 2014).

Por isso, não basta só olhar para a tecnologia em si, mas procurar observar e levar em consideração a importância de saber o que ela pode fazer para o crescimento e desenvolvimento humano (GABRIEL, 2013). As TDICs são amplamente utilizadas na educação devido à sua capacidade de englobar um vasto leque de possibilidades. Ao incorporá-las no processo de ensino e aprendizagem, elas se tornam recursos fundamentais para o desenvolvimento de habilidades e competências nos alunos (LIMA; ARAÚJO, 2021).

Durante o Século XXI, houve uma enorme evolução nas atividades relacionadas com o ensino e a aprendizagem nos ambientes educacionais, com destaque ao crescimento das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), como por exemplo – os dispositivos móveis, com grande crescimento da infraestrutura da internet, sendo um desafio para os educadores integrarem-na em suas práticas pedagógicas (LEITE, 2020).

O uso de recursos didáticos, com objetivos bem planejados, favorece a observação e a avaliação crítica de informações essenciais para o ensino prático, apoiando o educando na construção do conhecimento (LORENZATO, 1991).

Farias Fialho (2014) explica que o uso das TDICs na sala de aula pode colaborar com o aprendizado do educando, facilitar a interatividade com os colegas e com o contexto em que se está inserida, fazendo do espaço um lugar mais agradável e propenso para se utilizar a criatividade (LIMA; ARAÚJO, 2021).

Para as instituições educativas, o aprendizado dos educandos é o objetivo principal, por esse motivo, a melhoria e a qualidade da aprendizagem estão atreladas à organização escolar (LIBÂNEO, 2007). Porém, muitas das dificuldades de uso da TDIC no atuar do docente se deve a diversos aspectos restritivos, sendo a formação do educador, o uso indevido das TDIC na sala de aula e a infraestrutura das escolas, umas das mais observadas por não favorecerem o uso dos meios tecnológicos (OLIVEIRA, 2021).

Outro dos problemas faz referência ao desinteresse de alguns educadores em aprender a utilizar os recursos tecnológicos disponíveis, para fazer do processo educativo uma experiência mais significativa e de troca de saberes entre educador e aluno. Em contrapartida, à utilização e execução do potencial da TDIC no âmbito educacional, e na própria prática docente, significa um grande avanço e transformação nos paradigmas convencionais de educação que causam apartamento entre educadores e educandos (MORAN *et al.*, 2013).

Sobre o uso de TDIC no processo de ensino e aprendizagem, Leite (2020), faz menção aos relatórios do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI-Br), o qual demonstrou, em suas pesquisas, que os principais equipamentos, utilizados pelos educandos, para acessar a Internet nas escolas do Brasil, foram os dispositivos móveis, como por exemplo, os smartphones. Os dados mostraram que em 2015, ocorreu um aumento de 73% no número de estudantes que utilizaram o celular para acessar à Internet e, em 2017, o percentual aumentou, significativamente, para 97% dos estudantes.

O dispositivo móvel pode ser um excelente recurso didático que pode ser utilizado em várias atividades na sala de aula (LEVY, 1999), porém é preciso que o educador mantenha um planejamento bem elaborado para fomentar a utilização assertiva do aparelho de modo a que o celular não seja visto como uma ferramenta de pura diversão, mas de pesquisa e colaboração na realização de atividades educativas (FREIRE; MORAIS, 2022).

De acordo com Nichele *et al* (2020), o emprego de aplicativos em smartphones e tablets pode viabilizar interações com representações tridimensionais do conhecimento químico que seriam inacessíveis sem o uso de tecnologias digitais. Isso auxilia na compreensão de fenômenos químicos por meio de uma visualização dinâmica proporcionada por tais aplicativos. Dessa forma, a utilização dessas ferramentas pode ser uma maneira efetiva de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem de Química, especialmente em relação a conceitos complexos.

À vista disso, é compreensível que um número, cada vez maior, de estudantes optem pelo uso de dispositivos móveis para realizar uma grande parte de suas atividades, tanto

virtuais quanto dentro da classe, uma vez que a sala de aula é caracterizada por ser o local físico, ou seja, o ambiente real onde as aulas ocorrem de modo presencial, já o ambiente virtual é categorizado como o local em que o ensino e a aprendizagem são realizados no ciberespaço (LEVY, 1999).

Uma das principais formas de desenvolvimento e de sustentação da inteligência coletiva é o ciberespaço, uma vez que se inclina em direção a construção de uma esfera de comunicação multidirecional, um espaço onde as pessoas se conectam e discutem diferentes temas e se relacionam de modo virtual (ORDONHES; SANTOS, 2021).

Em meados de 1963, a Realidade Virtual (RV) surgiu, sendo considerada como uma interface computacional de simulação em tempo real e de interações através de canais multissensoriais, os quais possibilitam a manipulação de imagens tridimensionais na tela do dispositivo (LEITE, 2020). Com o aprimoramento da RV, essa ferramenta tecnológica se tornou uma das mais procuradas pelos estudantes e passou a ser utilizada em diferentes contextos da aprendizagem, mostrando a influência da tecnologia para o futuro da ciência e da aprendizagem em geral.

Nesse sentido, a tecnologia aumenta a compreensão dos alunos na aprendizagem de Ciências e impacta na sala de aula como uma ferramenta cognitiva poderosa, porém, consideram que os professores precisam ter mais recursos e conhecimento no campo da tecnologia digital, para assim, poder proporcionar um melhor aproveitamento na alfabetização da matemática e das Ciências (ASTUTI *et al.*, 2020). Assim, a importância da capacitação continuada dos docentes, no que concerne à tecnologia, é uma necessidade constante, porquanto os educandos estão inseridos nesse contexto e aprendem com ele, sendo uma forma de captar a atenção e manter o foco.

3.2 A REALIDADE AUMENTADA

Para Kikuo *et al.* (2005), a RA tem o potencial de trazer benefícios significativos e ampliar a eficácia do aprendizado dos estudantes, além de superar as limitações impostas por métodos tradicionais ainda utilizados no ambiente educacional.

Por outro lado, a RA não deve ser limitada a um único modelo de tecnologia, mas sim compreendida de forma abrangente, transcendendo a tecnologia em si. Ele propôs uma definição mais ampla da RA, na qual ela não substitui a realidade, mas a complementa em diversos contextos de aprendizagem (ALKHATTABI, 2017).

Desse modo, a tecnologia em ambientes de experimentos virtuais, tais como a RV e a RA, pode auxiliar os educadores e alunos em novas oportunidades de ensino e aprendizagem baseados em investigação, e através de material interativo e conteúdo multimídia. Estes ambientes de aprendizagem emergentes, estão baseados em princípios clássicos da educação e nas teorias psicológicas de aprendizagem.

Por exemplo, neles os alunos interagem com o grupo, recebem imediatamente o feedback, e com base no feedback decidem seus próximos passos, criando uma ligação entre os estímulos expostos e a resposta, seguindo o conceito clássico behaviorismo na qual a aprendizagem é uma fórmula de ligação estímulo-resposta. Da mesma forma, esses ambientes proporcionam uma infinidade de locais de atuação, promovendo o autocontrole do aluno. Isso está em consonância com a visão e prática da teoria construtivista de Piaget¹ (apud CAI *et al.*, 2021) onde a integração do laboratório na sala de aula favorece esse tipo de aprendizado.

Nesse sentido, o laboratório converte o ambiente em um lugar mais dinâmico e flexível, onde o aprendizado se torna mais significativo, dado que a prática incentiva a construção de novos conhecimentos e o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas e motoras dos educandos. Assim, a abordagem está relacionada à crença de que os alunos aprendem melhor quando estão envolvidos em atividades práticas, experimentações e resolução de problemas, que são ideias alinhadas aos princípios construtivistas que enfatizam a construção ativa do conhecimento pelos próprios alunos.

Segundo pesquisas de Cai *et al.* (2021), sobre a autoeficácia dos alunos e as concepções de aprendizagem, mostram que a aplicação da tecnologia de RA na educação pode aumentar significativamente a eficácia educacional, aumentando a motivação de aprendizagem dos alunos, o desempenho acadêmico, a capacidade de exploração e investigação colaborativa, permitindo que os alunos se profuntem no processo de investigação.

Ela é uma ferramenta poderosa e emergente em tecnologia educacional, com grande potencial, nas salas de aula e para todas as disciplinas. Os autores Quintero *et al.* (2015), relataram que a visualização espacial proporcionada pela RA traz muitos benefícios, entre eles a ampliação da capacidade de compreensão e resolução de diferentes problemas do cotidiano.

¹PIAGET, J.W.F. **O Nascimento da Inteligência na Criança**. 4.ed., Rio de Janeiro: LTC, 1982. 392 p. ISBN-13: 978-8521612582 (publicada originalmente em 1936).

Conforme estudos de Evangelista *et al.* (2020), com os avanços no desempenho da computação nas décadas de 80 e 90, a RA começa a se tornar um campo de pesquisa independente. Em vista dessa crescente tendência da RA e do ponto de vista empresarial, gerencial e político, especialmente a partir de 2008, grandes empresas como a Microsoft Corporation, Magic Leap Inc. e DAQRI LLC estão investindo no mercado de RA e criando seus próprios produtos e patentes, propondo assim uma nova abordagem para estudar tendências tecnológicas com base em tecnologias patenteadas.

Para esses autores, ao comparar os ambientes que utilizam a RA e a RV, é possível observar a RA quando são utilizadas interações naturais e informações virtuais no mesmo espaço físico. Já em relação à RV, ela depende de equipamentos de visualização, como capacete, monitor, projetor, etc., geralmente utilizados em ambientes fechados.

Desse modo, a RA não apresenta esta restrição, podendo ser utilizada em qualquer ambiente (aberto ou fechado), ademais de utilizar, para a sua projeção tridimensional, diferentes opções, imagens e objetos (EVANGELISTA *et al.*, 2020).

Por outro lado, Leite (2020) explica que, assim como na RV, a RA também apresenta conceitos distintos na visão de alguns autores. No que se refere a perspectiva das origens geográficas do conhecimento e patentes da RA, a grande maioria está concentrada na América do Norte, principalmente nos Estados Unidos, seguido pela Europa e Ásia, impulsionado pela Coreia do Sul e Japão. A RA contém uma série de dados tecnológicos, tais como – vídeos, textos, áudios, imagens em 3D etc. – dentro de um espaço físico real e, que pode, facilmente, ter acesso a esses dados e combiná-los com a interface do computador (EVANGELISTA *et al.*, 2020).

Isso acontece porque a RA é uma metodologia que busca colocar em prática a vivência computacional do indivíduo no espaço real, buscando facilitar novas alterações no protótipo de uma interface na área de trabalho comum para outra centralizada no mundo. Dessa forma, a RA procura fazer do mundo uma interface de comunicação, ou seja, um ambiente onde as pessoas possam interagir com computadores, softwares, dispositivos eletrônicos etc., em qualquer lugar (SCHMALSTIEG; REITMAYR, 2007).

Na visão de Leite (2020), a RA é uma tecnologia inovadora, que usa elementos “bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D)” para possibilitar a interação dos indivíduos, de forma simultânea, com esses elementos no mundo real. É um recurso que estabelece uma conexão entre informações virtuais e a realidade tangível, permitindo uma experiência enriquecedora que proporciona conhecimentos diferenciados.

É importante ressaltar que a RA não se confunde com a RV, embora exista uma relação entre elas. A RA não cria um ambiente virtual imersivo, mas integra objetos virtuais em um ambiente real, no qual a interação e as novas experiências de aprendizagem são o foco principal.

O avanço das TIC tem impulsionado uma série de pesquisas e desenvolvimentos (P&D) voltados para a criação e aprimoramento dos sistemas e ferramentas de RA. Essas iniciativas buscam acompanhar o crescimento técnico das TIC e explorar seu potencial na área da RA.

Segundo Chen *et al.* (2015), com o aprimoramento dos aparelhos móveis, o crescimento e o consumo de novas ferramentas independentes de hardware direcionadas ao uso da RA, tornou-se possível a investigação em vários setores, o que contribuiu para o desenvolvimento de uma série de atividades lucrativas (EVANGELISTA *et al.*, 2020). Implementar a RA pode ser desafiador, mas não é uma tarefa insuperável, já que, para torná-la realidade, basta um pouco de preparação e conhecimento para alcançar esse objetivo.

Como referência da utilização da RA em algumas pesquisas, Shelton e Hedley (2002), a utilizou para explicar sobre o sistema solar, o que permitiu aos educandos, por intermédio da criação de um cenário virtual apresentando a rotação dos planetas, a obtenção de um olhar científico, permitindo que eles conseguissem aprender os conceitos esses conceitos relacionados à rotação simplesmente por meio da interação com os modelos 3D.

Em outra pesquisa, os autores Kaufmann e Schmalstieg (2003) conseguiram criar um sistema de RA que poderia aprimorar as habilidades espaciais dos educandos e beneficiar a aquisição de conceitos relacionados à matemática e a geometria, mostrando que a RA é capaz de apresentar, em tempo real, diferentes temas que podem ser assimilados e aprendidos, evitando erros e facilitando o processo de ensino e aprendizagem (WOODS *et al.*, 2004; SQUIRES, 2019).

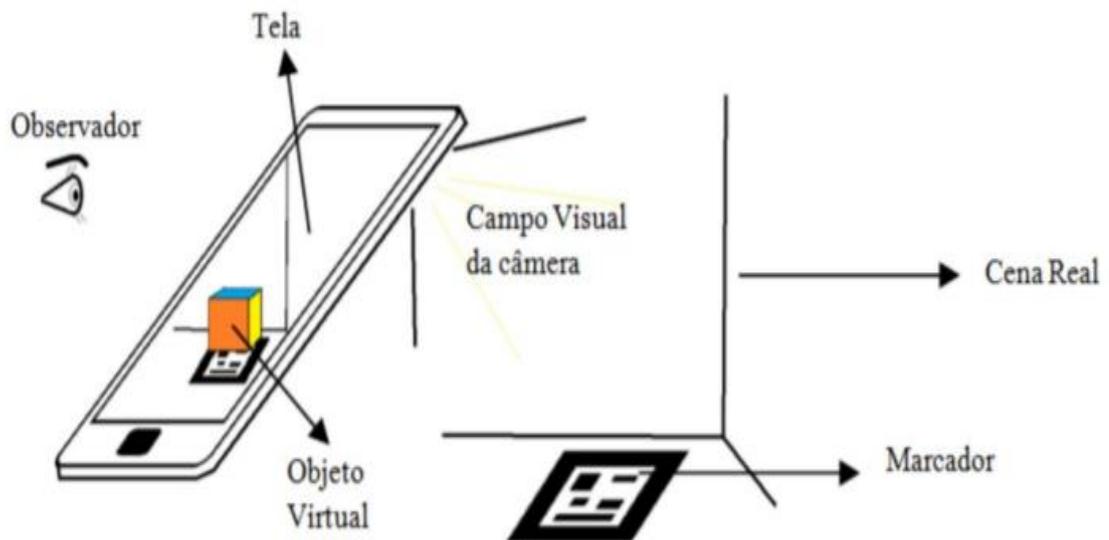
Leite (2020), explica que, para que a RA aconteça, faz-se necessário o uso de um marcador, figura como guia de colocação do objeto virtual no espaço visual da câmera do dispositivo móvel. Através de um aplicativo inserido no celular que identifica o marcador e cria a projeção de uma figura em 3D, a qual é observada pelo indivíduo.

A diferença da RV que trata de conduzir o indivíduo ao espaço virtual, a RA o mantém em seu espaço físico, trazendo o espaço virtual até a pessoa por meio de um dispositivo móvel. Utilizando ferramentas tecnológicas, a RA introduz figuras e objetos virtuais em 3D diretamente no ambiente real, o que oferece diversos benefícios para processos educacionais e de aprendizagem.

A facilidade de acesso e uso de smartphones pelos estudantes contribui significativamente para a adoção da RA nesse contexto (LEITE, 2020). Assim, utilizar a realidade dos alunos no processo de ensino-aprendizagem é uma forma de favorecer o uso da RA no desenvolvimento de novos conhecimentos.

Na Figura 1, mostra-se o esquema de funcionamento da RA utilizando-se um dispositivo móvel, que basicamente com um marcador sendo um objeto ou cartão de código de barras e através do campo de visão da câmera captura e interpreta o marcador exibindo o objeto virtual no dispositivo móvel (MACEDO *et al.*, 2016).

Figura 1 – Esquema de funcionamento da RA em um dispositivo móvel



Fonte: Macedo *et al.* (2016).

Em relação a demanda por soluções de RA, de acordo com a União Europeia, a maioria vem de profissionais e empresas. Ela é uma das nove tecnologias principais para apoiar a Indústria 4.0. No entanto, com o crescimento de RA no mercado de dispositivos móveis, a demanda do consumidor tende a crescer, com um mercado global avaliado em US \$ 11,14 bilhões em 2018, espera-se que alcance a cifra de uns a US \$60,55 bilhões até 2023 (EVANGELISTA *et al.*, 2020).

As expectativas de crescimento da RA são surpreendentes, porém, faz-se necessário que as organizações olhem, a fundo, algumas dificuldades que terminam por diminuir o progresso dessa ferramenta. Tendo em vista que a missão das empresas é vender e lucrar com esses produtos, a pouca preocupação em buscar de estabelecer novas estratégias que visem vencer e resolver os obstáculos, provavelmente trarão mais alguns prejuízos pelo caminho.

3.3 A REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE QUÍMICA

No contexto educacional, os obstáculos não são alheios, principalmente quando o tema é ciência. No EM a ação científica é a integração de passos que abrangem o elaborar, o interpretar e o aplicar metodologias que consigam explicar os fenômenos naturais e os sistemas tecnológicos.

Para que isso ocorra, a BNCC sugere para o EF, uma maior ênfase nas temáticas que envolvem a matéria e a energia, onde a disciplina de Química se encontra inserida e que precisa estar atrelada a outras matérias como Física e Biologia, para haver maior integração, de conteúdos, pois na hora de ensinar e aprender sobre a vida, a terra e o cosmos, é importante procurar conectar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, para assim conseguir explorar diferentes conceitos da Química e da Biologia, trabalhando habilidades e referenciando às Ciências da natureza (TOGOIRES, 2021).

Nesse sentido, pode-se dizer que estudar conceitos e estruturas de forma isolada já não é um método recomendado, porém as tecnologias podem ser grandes aliadas nesse processo, apesar dos muitos desafios.

De acordo com Leite (2020), é fundamental compreender que a aprendizagem intermediada por tecnologia traz desafios que precisam ser enfrentados no processo de ensino e aprendizagem, pois visa aumentar, nos educandos, o compromisso crítico, criativo, colaborativo e comunicativo. Como exemplo desses desafios para os educadores, está o ensino de conceitos abstratos da Química na sala de aula e no laboratório, não sendo uma tarefa fácil, uma vez que, para se observar visualmente um fenômeno, o professor terá que fazer uso de animações que ajudem a descrevê-lo.

Barreto, Ferreira e Santos (2022), apontam que a maioria dos alunos não possui conhecimento prévio sobre o uso de aplicativos de RA na educação. No entanto, destacam que esses aplicativos têm o potencial de promover o aprendizado e a compreensão da Química, tornando as aulas mais participativas e envolventes.

Observa-se que o uso de aplicativos para dispositivos móveis, em especial os que utilizam RV e RA, podem ser importantes aliados para o aprendizado de conceitos científicos nas aulas de Química e de outras áreas do conhecimento, com maior notoriedade aos conteúdos que necessitam de maior enculturação científica dos estudantes, podendo auxiliar na visualização de moléculas, átomos, reações etc. A RA é uma tecnologia que vem evoluindo muito, desde os anos noventa, sendo apontada como uma das técnicas mais

aprimoradas e capazes no meio educativo e, sendo a Química, uma referência em seu uso no processo de aprendizagem (LEITE, 2020).

Chen (2006), publicou um trabalho na área de Química que explorou o uso da RA para analisar a percepção dos estudantes durante a interação com a RA e os protótipos físicos no processo de aprendizagem dos aminoácidos. Assim, o papel do professor de Química é fundamental ao introduzir a RA no ambiente da sala de aula. O educador precisa identificar e compreender as dificuldades dos estudantes, a fim de encontrar a melhor maneira de utilizar essas tecnologias de forma eficaz e adaptada ao contexto educacional. Dessa forma, o professor desempenha um rol essencial na implementação bem-sucedida da RA como ferramenta de ensino.

Por outro lado, é importante reconhecer que existem desafios a serem considerados ao transmitir conhecimentos sobre estruturas 3D em um ambiente 2D. Uma delas, segundo Eriksen, Nielsen e Pittelkow (2020), ocorre porque a RA já proporciona a visualização de estruturas 2D em 3D, sendo as mesmas utilizadas em games e filmes, além de serem aplicadas na ciência e, especificamente, na Química. Outro problema faz referência ao tempo da RA no mercado e às pesquisas na área de Química, sendo lento o uso da ferramenta de RA no processo de ensino e aprendizagem, porém, apesar de ser uma tecnologia contemporânea, está com alta notoriedade e novas pesquisas estão sendo direcionadas a ela.

Cabe destacar que muitos aplicativos de uso da RA, ainda não foram bem explorados e poderiam fazer a diferença no ensino e resolução de problemas químicos. Por outro lado, poucos desses aplicativos de RA estão disponíveis para serem usados pelos educandos e, a maioria daqueles que podem ser acessados, é delimitado, pois só permitem que alguns exercícios e moléculas sejam observados. Contudo, com o avanço da tecnologia, novos softwares que permitem a criação de aplicativos de RA estão ganhando terreno, o que favorece o ensino de Química na sala de aula (ERIKSEN; NIELSEN; PITTELKOW, 2020).

Desse modo, a análise e aproveitamento desses softwares para simular modelos moleculares virtuais e reproduções tridimensionais são uma maneira benéfica e produtiva para ajudar os educandos a compreenderem esses conteúdos (DIONÍZIO *et al.*, 2019).

Com todas essas transformações tecnológicas, um educador químico, mesmo não possuindo prática em programação, consegue elaborar e personalizar seus próprios aplicativos ideais de RA para direcionar o ensino, incluindo os elementos químicos que desejar. Cabe destacar que, dentro da prática educativa de Química, algumas dificuldades em contemplar a visão 3D, iniciam no ensino de problemas de estereoquímica, o qual explora grandes chances de mostrar as estruturas de diferentes moléculas, assim como seus efeitos

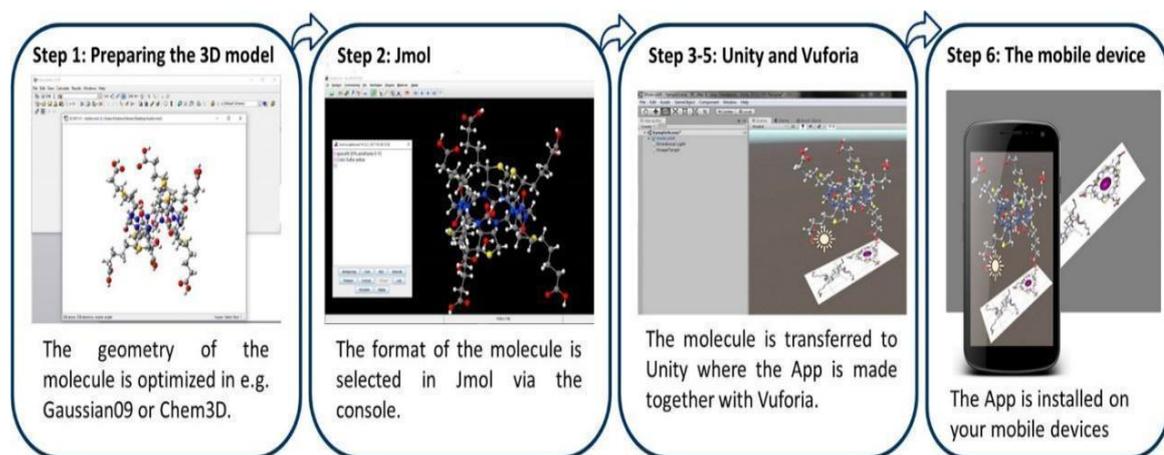
em 3D para realizar novas pesquisas e descobertas (ERIKSEN; NIELSEN; PITTELKOW, 2020). Como os educandos possuem habilidades diferenciadas, alguns se deparam com certas dificuldades para visualizar reproduções de objetos 3D, mesmo que essas reproduções sejam bem simples (RAUPP; DEL PINO, 2013).

Eriksen, Nielsen e Pittelkow (2020), apontam diversos softwares gratuitos disponíveis, como: Jmol, Unity e Vuforia. Essas ferramentas permitem personalizar as atividades de Química de forma a tornar o processo de aprendizagem mais significativo para os estudantes. Com o uso desses softwares específicos, é possível criar representações 3D de átomos, conexões e moléculas. Isso pode ser realizado tanto por meio de modelagem molecular, que utiliza recursos computacionais para desenvolver modelos que simulam o comportamento de moléculas, proporcionando o conhecimento de suas características e obtenção de dados importantes para futuros compostos, quanto por meio de estruturas de raios-X de cristais, que podem ser únicas ou semelhantes.

Os aplicativos podem ser usados pelos educandos em diferentes apresentações, pôsteres e relatórios e, ainda possuem zero custo de transferência, para os dispositivos móveis, quando preparados no computador, além de poderem ser, facilmente, transferidos com o uso de um cabo USB. Por outro lado, a publicação de um aplicativo desenvolvido em um determinado site, como o Google Play, gera o pagamento de uma única quota no valor de \$ 25 (ERIKSEN; NIELSEN; PITTELKOW, 2020).

A fim de aprimorar a compreensão de objetos 3D, a ideia de criar um manual contendo todas essas informações não soa tão complexo, pois não é necessário ser um especialista em programação, basta utilizar um software livre específico, como a Figura 2.

Figura 2 – Fluxo de trabalho para criar aplicativos de RA usando software gratuito

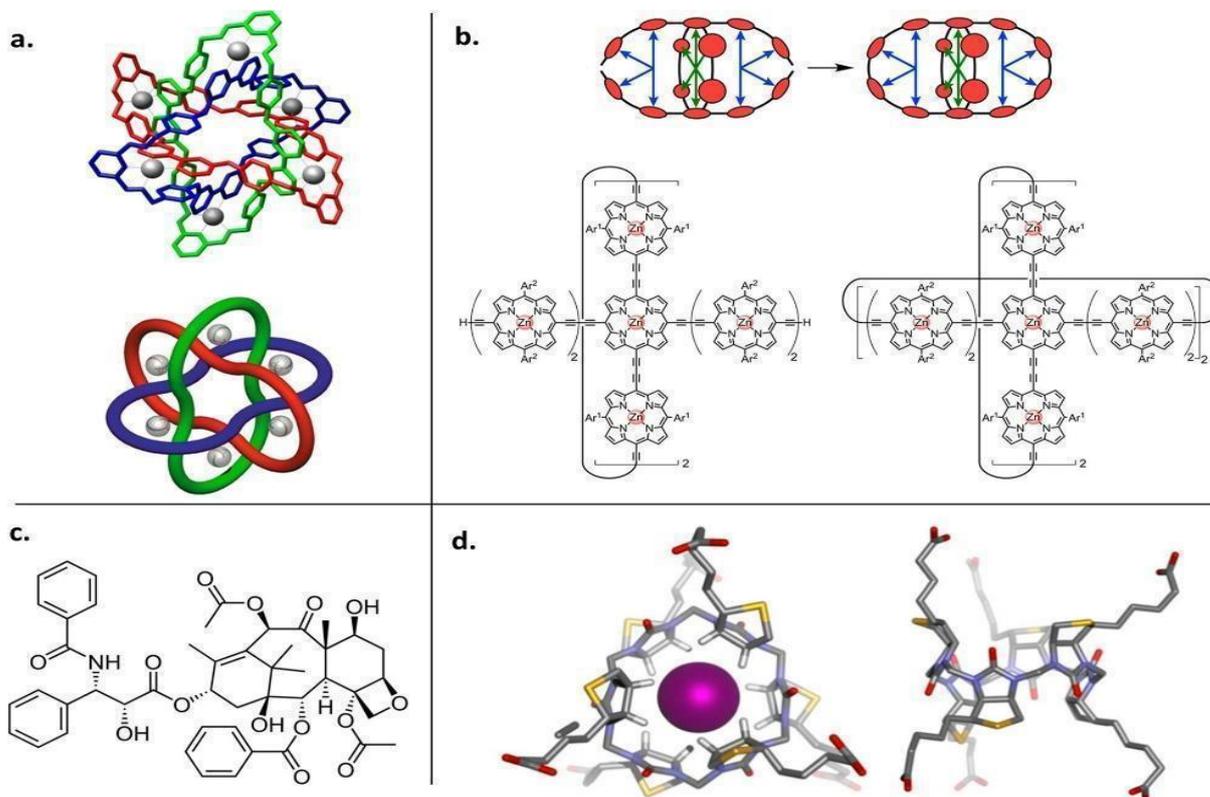


Fonte: Eriksen, Nielsen e Pittelkow (2020).

Sobre a transferência do aplicativo de RA, preparado no computador, para o dispositivo móvel, ocorre o reconhecimento da imagem representativa desse aplicativo por meio de uma câmera aberta. Essa imagem pode estar em diferentes localizações, tais como um pôster, um livro, uma tela que conduz a um modelo 3D, onde o indivíduo pode escolher entre uma ou mais moléculas e abrir como se fosse parte do mundo real, usando um aparelho móvel. Por isso, o software, quando bem instalado, facilita a produção do aplicativo e seu uso durante uma aula ou em uma sessão de pôster.

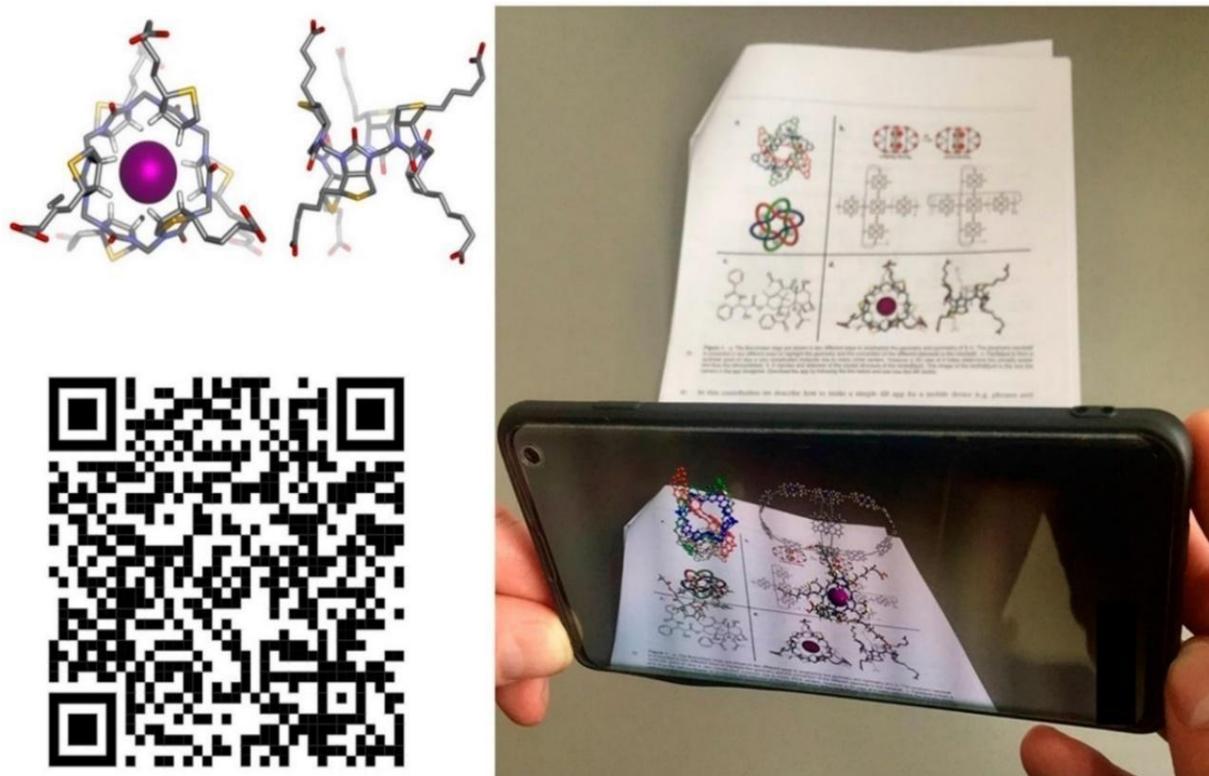
Por meio do aplicativo, é possível baixar um modelo de RA, seguindo um link ou por meio de um código QR, no dispositivo móvel Android e verificar, no mundo real, seu funcionamento. Logo, aponta-se a câmera para as imagens, como observado na Figura 3 e na Figura 4, e surgirá um modelo 3D das moléculas (ERIKSEN; NIELSEN; PITTELKOW, 2020). Observa-se que, segundo as imagens, os autores especificam como criar um aplicativo de RA utilizando softwares livres, de modo que os diferentes modelos químicos (moléculas, estruturas supramoleculares, MOFs e biomacromoléculas) possam ser observados, pelos educandos, com maior facilidade durante a ministração de uma aula.

Figura 3 – Exemplos de moléculas complexas de difícil compreensão em 2D



Fonte: Eriksen, Nielsen, Pittelkow (2020).

Figura 4 – Ilustração de APP em funcionamento



Fonte: Eriksen; Nielsen; Pittelkow, 2020.

Ao analisar as imagens, é evidente que os autores Eriksen, Nielsen e Pittelkow (2020) detalham o processo de criação de um aplicativo de RA utilizando softwares livres. Essa abordagem visa facilitar a visualização dos diversos modelos químicos, como moléculas, estruturas supramoleculares, MOFs e biomacromoléculas, durante as aulas, tornando-os mais acessíveis aos alunos.

Sendo assim, na presente pesquisa, serão explorados utilizando os recursos disponíveis oferecidos pelos aplicativos de RA em dispositivos móveis para o ensino de Química, a fim de observar suas funcionalidades e potenciais aplicações, de modo a avaliar sua eficácia como ferramenta educacional nesse contexto.

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa, em um primeiro momento, adota um estudo bibliográfico, com o levantamento e revisão de obras publicadas sobre a temática abordada, a fim de reunir, consultar, estudar e analisar textos publicados (GIL, 2017), como forma de apoio à pesquisa e, de modo a direcionar o presente trabalho.

Sobre a pesquisa bibliométrica, Prodanov e Freitas (2013), apontam que é aquela desenvolvida com base em documentos que já foram publicados e que estão conformados por: “livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, internet”, visando que o pesquisador se introduza na temática que já existe, e que coloque ênfase na análise e veracidade dos documentos encontrados na web, assim como na fidelidade das fontes utilizadas, procurando examinar prováveis incongruências ou diferenças encontradas nas produções bibliográficas.

Essa abordagem oferece a vantagem de permitir ao pesquisador acessar uma ampla gama de fatos e informações sobre fenômenos provenientes de diferentes contextos, épocas e lugares e traz uma compreensão mais abrangente dos temas estudados, superando as limitações da pesquisa direta (GIL, 2017).

No segundo momento, a pesquisa assume uma metodologia de pesquisa-ação, pensando na solução de um determinado problema e na interação dos pesquisadores para a busca de soluções. Segundo Thiollent (2009), é um modelo experimental de estudo social que busca resolver um problema coletivo e, onde os pesquisadores e os participantes do contexto situacional colaboram durante toda a pesquisa, participando ativamente na veracidade da situação assistida.

O planejamento da pesquisa-ação se distingue dos demais tipos de pesquisa, pois vai além da simples investigação, incorporando também a ação dos pesquisadores e dos grupos envolvidos (GIL, 2017). É uma terminologia utilizada em projetos onde os pesquisadores procuram realizar modificações que melhorem suas práticas (BASKERVILLE; MYERS, 2004). É uma metodologia intervencionista que traz a possibilidade de provar hipóteses a respeito do caso desejado, aceder e executar modificações em um contexto real (LINDGREN *et al.*, 2004). No âmbito educacional, a pesquisa-ação como uma metodologia para o desenvolvimento de docentes e pesquisadores que buscam aperfeiçoar seus métodos e a aprendizagem dos educandos (TRIPP, 2005).

Segundo os autores Silva, Oliveira e Ataídes (2021), a pesquisa-ação faz uso de uma série de procedimentos metodológicos para poder ter um direcionamento na hora de escolher

qual ação será a adequada para favorecer a prática, sendo por meio dela que ocorre alteração no curso da pesquisa por ser influenciada pelas situações que ocorrem no ambiente e pela mesma prática observada, o que propicia o fornecimento de novos conhecimentos que favorecerão o processo de aprendizagem e melhoramento de futuras ações por parte dos envolvidos na pesquisa, ou seja, pesquisadores e atores.

A pesquisa-ação contém três atividades fundamentais, observar, pensar, e agir, (STRINGER, 1996). Para Tripp (2005), as etapas da pesquisa-ação mantêm as fases utilizadas na investigação-ação, as quais são, avaliar, planejar, agir e descrever. Sobre as etapas da pesquisa-ação, Thiollent (2009) explica que o planejamento é flexível e não depende de uma sequência de fases coordenadas, uma vez que se necessita analisar todas as situações e condições que envolvem todos os participantes do contexto situacional pesquisado e apresenta quatro fases, a fase exploratória, fase principal, fase de ação e fase de avaliação.

A Fase Exploratória mostra um diagnóstico situacional da problemática e das necessidades envolvendo os docentes e os educandos, de modo a direcionar a pesquisa para que as demais fases aconteçam. Dentro dessa fase foram realizadas reuniões, tanto com o orientador como os professores do Colégio Técnico de Lorena (COTEL), para que fosse definidos pontos importantes como: tópicos a serem abordados, necessidade de ferramentas que pudessem auxiliar na visualização tridimensional.

A Fase Principal mostra o caminho a ser seguido para alcançar melhores resultados na pesquisa. Dentro desta fase foram selecionados os temas trabalhados, sendo esses: funções orgânicas, tabela periódica, modelos atômicos, tipos de ligações químicas, ângulos e níveis de ampliação com a possibilidade de interação com o ambiente físico. Foi nessa fase também, que foram selecionados os aplicativos que seriam utilizados, foi desenvolvido um novo aplicativo, o GEOMOL e criada a cartilha que orienta a utilização dos aplicativos.

A Fase de Ação, onde vem as práticas, difusão dos resultados, definição dos objetivos alcançados pelas ações, propostas de melhorias, resultados. Nesta fase foram realizadas reuniões para organizar as datas das aplicações das aulas com a RA, os questionários de levantamento inicial, sobre o conhecimento da RA e o final sobre a opinião da utilização da RA como ferramenta de ensino.

A Fase de Avaliação - parte final do processo de pesquisa-ação apresenta objetivos, verificação dos resultados das ações e suas consequências etc. (THIOLLENT, 2009).

Foi realizada uma avaliação com os alunos através de um questionário, onde eles puderam avaliar a utilização da RA como ferramenta de ensino e contou com uma avaliação dos professores sobre a experiência de utilização desta nova ferramenta.

4.1 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Para se compreender de forma mais detalhada como se deu a presente pesquisa, nessa seção será apresentado todo o caminho percorrido, descrevendo o levantamento, a descrição, a interpretação, a análise dos dados e os resultados alcançados. Dessa forma, a pesquisa foi desenvolvida em seis (6) etapas descritas na Figura 5.

Figura 5 – Ilustração das etapas da Metodologia



Fonte: Autoria própria.

4.1.1 LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO

O levantamento bibliométrico teve como parâmetro encontrar informações sobre a RA para o ensino de Química, ao docente, às metodologias, à aprendizagem e à Química. Ademais, as buscas também foram norteadas pelas questões apresentadas no presente estudo: de que maneira a RA facilita a atuação do docente e a compreensão conceitual de Química dos alunos do Ensino Médio? Como o dispositivo móvel pode favorecer o ensino

de Química? Qual a importância de cartilhas para a utilização da RA? Que mudanças podem ser observadas nas ações dos docentes de Química após utilizarem a RA para ensinar? Como os alunos compreendem os conceitos de Química utilizando a RA? Que autores mais publicam sobre a RA no ensino de Química e quais as instituições publicam mais sobre a temática? Desse modo, foi levado em consideração versões encontradas em língua portuguesa, inglesa e espanhola, as quais, justificam-se pela necessidade de ampliar a quantidade de dados para uma maior análise de documentos relacionados ao tema, com um levantamento das publicações até o ano 2022.

O levantamento bibliométrico foi realizado consultando as seguintes bases de dados: Portal de Periódicos da CAPES, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* e *Web of Science*. Os descritores utilizados no levantamento bibliométrico para encontrar as publicações foram: realidade aumentada, ensino de Química, ensino de Física e Unity.

Ao todo foram consultadas duzentos e vinte e quatro (224) publicações, em anais de seminários, simpósios e congressos, artigos, dissertações e teses, sendo feita uma pré-seleção de setenta e sete (77) documentos, com base no seguinte critério: títulos correlacionados ao tema realidade aumentada na educação para ensino médio e técnico.

Ao analisar de forma mais apurada os setenta e sete (77) documentos, foram selecionadas quarenta e um (41), que apresentaram relação direta com o tema pesquisado. Durante essa etapa, foi feita uma leitura dos resumos de cada publicação, selecionando as que tratavam do uso da realidade aumentada voltadas para o ensino de Ciências (ou Ciências da natureza de forma mais específica como: Química e Física).

4.1.2 SELEÇÃO DOS APLICATIVOS

Na segunda etapa, realizou-se um levantamento dos possíveis aplicativos, já existentes que poderiam ser utilizados para o ensino-aprendizagem de Química. Foi realizado um levantamento teórico acerca dos principais aplicativos correlacionados a RA, esse levantamento teve como orientação uma série de palavras-chaves correlatas: “realidade virtual”, “realidade aumentada”, “Virtual Reality” e “Augmented Reality”. Como proposta, também foi realizado o cruzamento dessas palavras-chave com os termos ensino/educação, Química e Ensino de Química. A escolha pela versão em língua portuguesa e em língua inglesa para a mesma palavra de busca, justifica-se pelo pressuposto de obtermos um número maior de aplicativos para a nossa análise, considerando que a maioria pode estar disponível em língua inglesa. Contudo, nosso olhar está focado na utilização destes aplicativos por

professores e estudantes de Química, considerando assim que os aplicativos em língua portuguesa seriam mais convenientes para nossa discussão. Cabe ressaltar que nosso levantamento prévio, como trabalho prospectivo, consistiu em encontrar aplicativos com potencial para utilização no ensino de Química, e que não necessariamente tenham sido desenvolvidos com esta finalidade.

Essa fase do projeto contou com a participação de bolsistas integrantes do Projeto WASH (Workshop Aficionados em Software e Hardware), essa fase de levantamento dos possíveis aplicativos foi realizada dentro da sala de aula e faz parte de um dos relatórios apresentados pelos bolsistas do Projeto WASH.

4.1.3 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA E DA CARTILHA

A terceira etapa, também depende das informações enviadas, por meio de relatórios, preparados pelos dois bolsistas do Projeto WASH. Nessa fase foram levantadas as observações relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem de Química na sala de aula, sendo, os bolsistas, de fundamental importância nessa etapa, uma vez que representam o autor desta pesquisa durante o período de levantamento de dados, observação e práticas das soluções arquitetadas durante o período de pesquisa dentro da instituição educativa. Destaca-se que o trabalho dos bolsistas envolveu várias atividades, inclusive a elaboração de uma cartilha educativa, como apoio à atuação do docente, baseada em dados e conhecimentos referentes às aulas de Química, mantendo relação com as cartilhas desenvolvidas pelo autor da presente pesquisa. Ainda dentro desta etapa foi desenvolvido, pelo autor, um aplicativo GEOMOL, com o intuito de trabalhar a parte de geometria molecular.

O desenvolvimento do aplicativo de realidade aumentada foi dividido em 3 etapas, sendo a 1ª etapa a exportação do objeto 3D, a 2ª etapa de criação e configuração das imagens targets e a 3ª etapa o desenvolvimento da programação com o framework de desenvolvimento Unity 3D que serão descritos em seguida.

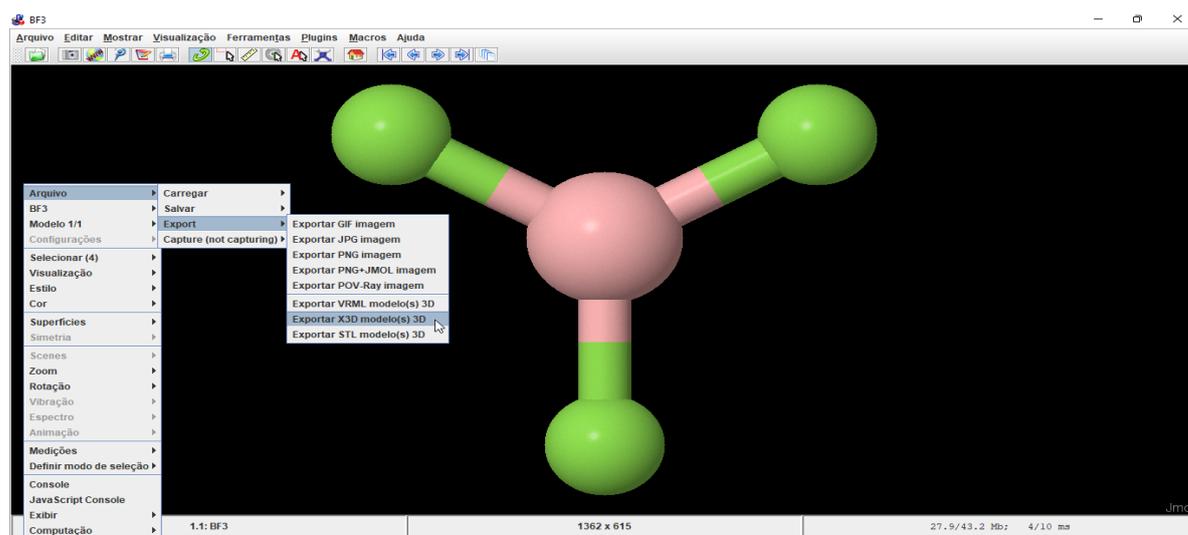
4.1.3.1 GERAÇÃO DOS OBJETOS 3D

Para gerar as imagens em 3D foi utilizada, a plataforma Jmol, que significa Java molecular, por ser um programa criado em Java que serve para visualizar estruturas moleculares ou químicas em 3D. Possui um código aberto e por ser um software livre

qualquer pessoa pode acessar e utilizar seus recursos, sendo uma excelente ferramenta tanto para docentes quanto para os educandos, principalmente para disciplinas que trabalham com estruturas químicas, uma vez que o programa possibilita a visão de uma molécula em 3D. Esse software funciona em diferentes plataformas como, sistemas Windows, Mac OS X, Mozilla Firefox em Linux, Internet Explorer, Opera, Google Chrome, e no Safari Linux/Unix. Outra característica interessante do Jmol é sua autonomia, pois suporta uma ampla gama de formatos de arquivos moleculares e o aplicativo pode ser instalado em qualquer aparelho que possua o Javascript instalado, não havendo necessidade de instalação de outros recursos para usá-lo.

Na Figura 6, por exemplo essas moléculas podem ser exibidas como modelos de “bastão e bola”, por enchimento, por fita e etc.

Figura 6 – Exemplo de exportação de uma molécula em 3D



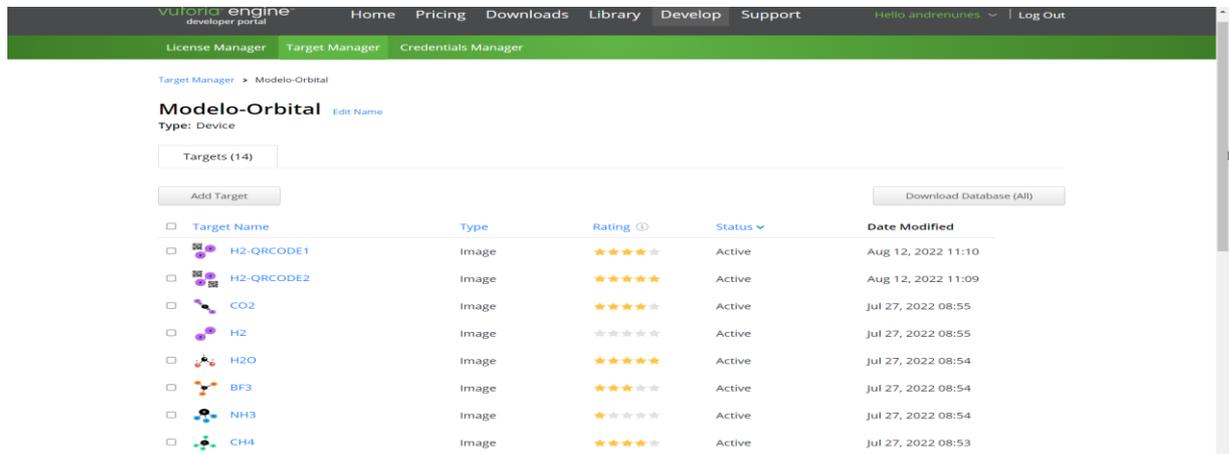
Fonte: Autoria própria.

4.1.3.2 CRIAÇÃO DAS FIGURAS TARGET

Para criar as figuras target, foi utilizada a plataforma Vuforia, plataforma para desenvolver a RA, sendo uma das mais utilizadas no mundo. Este recurso pode ser utilizado em dispositivos móveis, tablets e óculos. Não é difícil de ser utilizado, podendo implementar novas funções de visão computacional em dispositivos móveis como, Android, iOS e UWP, para mostrar diferentes objetos de RA no ambiente educativo e criar experiências para os educandos, por meio da tecnologia de visão computacional e para reconhecer e rastrear imagens de diferentes mídias e objetos 3D em tempo real, tudo isso observados pela câmera

de um dispositivo de celular. Outra particularidade do Vuforia é a sua capacidade para trabalhar alvos de imagens 2D e 3D e, até aqueles alvos sem marcadores (Figura 7).

Figura 7 – Exemplo de targets com os alvos para associação da imagem 3D



Fonte: Autoria própria.

4.1.3.3 PROGRAMAÇÃO DO APLICATIVO COM O FRAMEWORK

O programa utilizado para desenvolver o aplicativo, unindo as figuras em 3D geradas ao target foi o Unity, que é uma plataforma criada pela Unity Technologies e considerada como a melhor no mundo, uma vez que atua para o desenvolvimento, em tempo real, de jogos em 2D e 3D e que, ademais suporta vários APIs, os quais são um conjunto de padrões que compõem a interface e possibilitam a criação de plataformas para desenvolver softwares, aplicativos e vários programas (<https://unity.com/pt>). Entre esses APIs, estão os Direct3D no Windows e Xbox 360, OpenGL no MacOS,e Linux, OpenGL ES no Android e iOS, WebGL na Internet (Figura 8).

Figura 8 – Exemplo da construção do aplicativo



Fonte: Autoria própria.

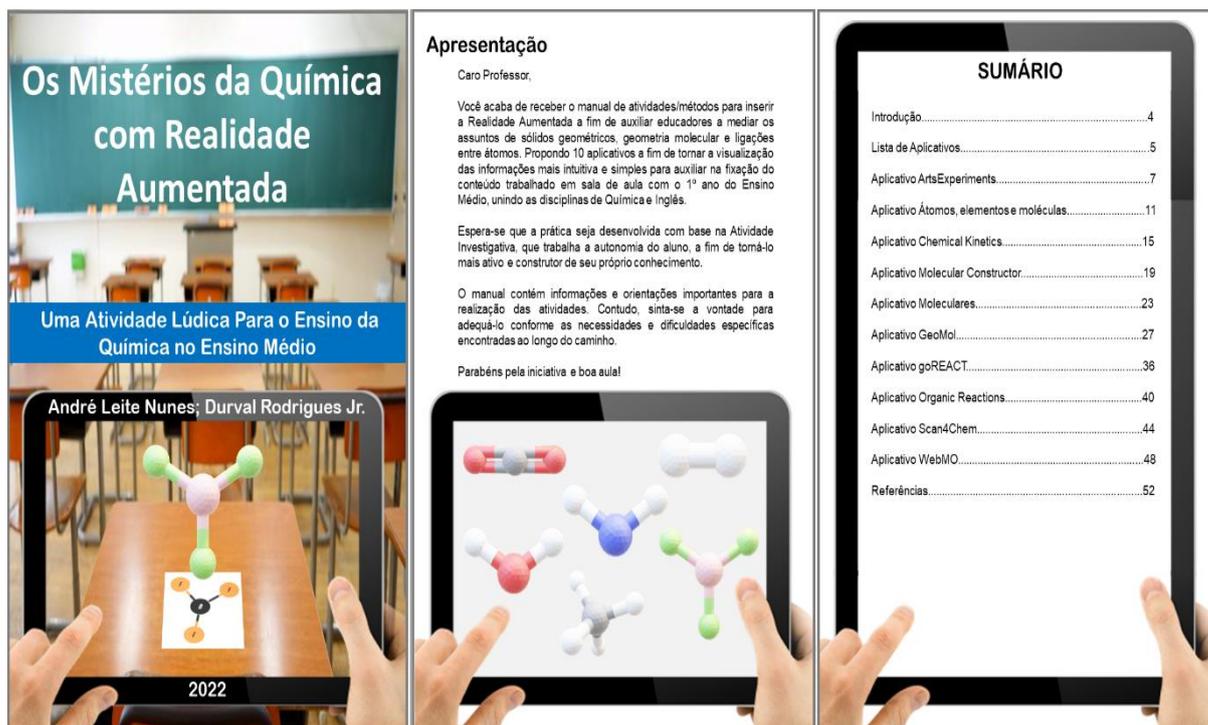
4.1.4 ELABORAÇÃO DA CARTILHA

A elaboração e criação de cartilha (ou e-book) para a utilização de aplicativos que buscam servir de recurso para facilitar, aos professores e alunos, o processo de ensino-aprendizagem e ampliar a capacidade de visualização espacial através de animações 3D interativas e para integrar os diferentes modelos e conceitos químicos, como por exemplo, os modelos atômicos e ligações químicas com diferentes visualizações, ângulos e níveis de ampliação. A Figura 9 apresenta a cartilha que foi desenvolvido.

A cartilha contém instruções para todos os aplicativos selecionados e utilizados dentro deste projeto. Trazendo ainda o QR code para facilitar a instalação, uma breve descrição de cada um dos aplicativos e posteriormente a características individuais e breve tutorial de como utilizar.

A cartilha (ou e-book) para a utilização de aplicativos encontra-se no Apêndice C.

Figura 9 – Modelo de cartilha ou e-book



Fonte: Autoria própria.

4.1.5 APLICAÇÃO DO PROJETO NA SALA DE AULA

Para essa fase do projeto foi realizado uma parceria com o Colégio Técnico de Lorena - Prof. Nelson Pesciotta – COTEL, localizado na cidade de Lorena/SP, onde foi possível contar com o apoio do professor Pedro, titular da disciplina de química do 1º ano do ensino médio e do professor Mateus que auxiliou na coordenação do projeto WASH.

Por se tratar de práticas investigativas, neste subtópico da pesquisa, procurou-se observar com maior ênfase, cuidado e de modo crítico todo o processo vivenciado a partir do primeiro contato com os educandos, tais como o comportamento deles diante das apresentações e das atividades realizadas. Desse modo, entende-se que os conteúdos de Química abordados no EM, desde um olhar investigativo, despertam maior curiosidade e criatividade nos educandos porque conseguem propiciar maior compreensão ao interagirem o conhecimento existente com o saber do dia a dia, ou seja, os saberes vivenciados pelo indivíduo. Todos os documentos aqui apresentados partem dos relatórios das experiências vivenciadas com os educandos, ou seja, questionários respondidos por eles e da técnica de observação realizada durante as atividades de investigação. Salienta-se ainda que a análise e

a interpretação dos resultados obtidos fazem referência às percepções e saberes construídos pelos educandos durante todo o processo de investigação realizado no colégio.

Nesse sentido, no dia 27 de setembro de 2022, na sala de professores, foi realizada uma primeira entrevista com o professor Pedro. Nessa oportunidade se apresentou, o projeto, que foi aceito com muito otimismo e satisfação, sendo aprovada a ideia de unir a teoria com a prática fazendo uso da tecnologia para melhorar o processo de ensino-aprendizagem da disciplina para os educandos.

Nessa reunião ficou estabelecido que se trabalhariam os temas relacionados aos átomos e aos modelos atômicos, assim como os conceitos de geometria molecular, distribuição dos átomos em uma molécula e suas estruturas. Também foram tratados os assuntos sobre a disponibilidade da sala de aula e os dias que poderiam ser utilizados para a aplicação do projeto. Desse modo, programou-se, para todas as datas de aplicações.

4.1.5.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO PARA OS ALUNOS

Práticas investigativas

Sala de aula: Primeiro encontro com os alunos - Aplicação de questionário: (<https://forms.gle/B4qyqDLuGFxvNk7n9>).

A quarta etapa aconteceu no dia 27 de setembro de 2022, após a supracitada reunião com o professor Pedro, que acompanhou a equipe até a sua sala de aula, onde aconteceu o primeiro encontro com os alunos do 1º ano do COTEL, no horário da disciplina de Química, havendo um total de 31 alunos presentes. De forma breve, o professor Pedro apresentou o pesquisador indicando que trabalhariam juntos em um projeto de pesquisa com a turma. Após essa apresentação, sem falar exatamente do que se tratava o projeto, evitando assim a manipulação de qualquer resultado, o pesquisador se dirigiu aos alunos e, a fim de levantar os conhecimentos prévios dos mesmos a respeito da RA e da sua utilização no dia a dia, explicou aos alunos que lhes seria passado um questionário, para que respondessem segundo as opções de respostas oferecidas, de modo online, utilizando o telefone móvel e deu orientações referentes ao significado de cada alternativa apresentada nas respostas. A Figura 10 apresenta o momento em que os alunos utilizam o celular para responder a pesquisa.

Figura 10 – Primeira aplicação do projeto – questionário



Fonte: Autoria própria.

Após a finalização do questionário se procedeu à explicação do projeto, informando que seria utilizada a RA como ferramenta facilitadora de ensino-aprendizagem.

4.1.5.2 PRIMEIRA APLICAÇÃO

Práticas Investigativas – sala de aula: segundo encontro com os alunos – pesquisa e funcionalidade dos 6 primeiros aplicativos para estudo de geometria molecular.

No dia 04 de outubro de 2022, deu-se início a uma primeira aplicação de atividade de pesquisa com os alunos do 1º ano do COTEL. Os alunos aprenderam sobre átomos e modelos atômicos (classe realizada pelo professor de Química responsável pela turma). Logo, foram divididos em 5 grupos, sendo 4 grupos com 6 integrantes cada, e 1 grupo com 7 integrantes. Foi-lhes explicado que deveriam pesquisar, durante 30 minutos, sobre 6 diferentes aplicativos disponíveis nas lojas de app dos celulares, os quais haviam sido separados e disponibilizados, de um total de 12 aplicativos, em uma cartilha, os quais seriam divididos em duas seções de pesquisas, abrangendo, nesse primeiro encontro, os primeiros 6 aplicativos indicados pelo pesquisador.

Na Figura 11, o tutor da sala, professor de Química, apresenta os 10 primeiros minutos do momento da aula introdutória com a temática referente à geometria molecular para logo iniciar a divisão de grupos.

Figura 11 – Primeira aplicação do projeto – divisão de grupos



Fonte: Autoria própria.

Com a organização dos grupos, cada equipe recebeu 1 cartilha contendo explicações sobre os aplicativos que seriam pesquisados. Utilizando seus dispositivos móveis, com o acesso à internet disponibilizada pela escola, os educandos conseguiram ler os códigos “QR” de cada aplicativo, obtendo acesso aos mesmos, sendo eles: *ArtsExperiments*; *AR Atom Visualizer*; *Atoms Revealed*; *RApp Chemistry*; *QuimicAR*; *3D Atom Simulation*; *Periodic Table 3D*. A Figura 12 apresenta o momento de empolgação dos alunos na hora de usarem os aplicativos e conhecerem suas funcionalidades.

Figura 12 – Primeira aplicação do projeto – pesquisa e uso dos 6 primeiros aplicativos



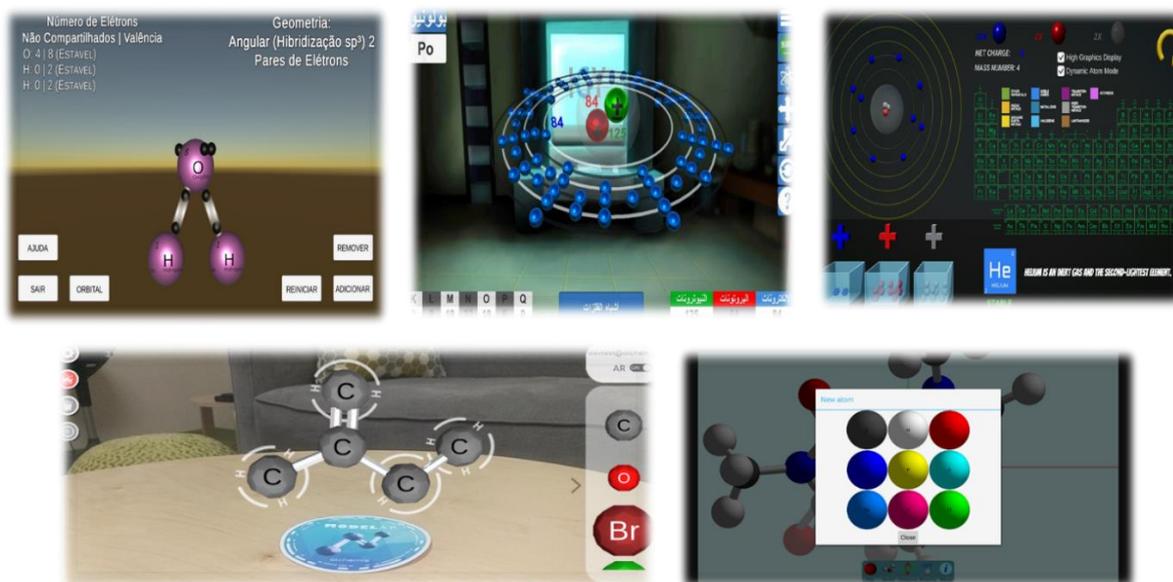
Fonte: Autoria própria.

4.1.5.3 ADAPTAÇÃO DE APLICATIVOS

Nos dias 11 e 18 de outubro de 2022, foram realizadas as devidas adaptações, sendo essas necessárias para adaptações das ferramentas após reunião com o professor Pedro, sendo necessário, busca de novos aplicativos e inclusão deste na cartilha, para que pudesse assim atender de maneira mais efetiva as necessidades que foram apontadas pelo professor de Química da turma. A Figura 13, podemos visualizar as telas de 5 dos novos aplicativos

selecionados. Essa segunda aplicação ficou programado para o dia 25 de outubro. Durante esse processo, coordenamos cuidadosamente com o professor Matheus, responsável pelo projeto WASH e intermediário entre a escola e o professor Pedro, para garantir que a segunda parte do projeto fosse concretizada na data estipulada.

Figura 13 – Adaptações no projeto



Fonte: autoria própria.

4.1.5.4 SEGUNDA APLICAÇÃO

Práticas investigativas

Sala de aula: terceiro encontro com os alunos – pesquisa e funcionalidade dos últimos 6 aplicativos de RA para estudo da geometria molecular – apresentação do GEOMOL.

No dia 25 de outubro de 2022, houve a segunda aplicação do projeto de pesquisa com os alunos do COTEL, o professor Pedro realizou uma apresentação conceitual de 10 a 15 minutos sobre as temáticas planejadas de conceitos de geometria molecular, distribuição dos átomos em uma molécula e suas estruturas.

Após a explicação do tema, os alunos foram divididos em 5 grupos de 6 e 7 integrantes, como na aula anterior e, durante 30 minutos puderam baixar outros 6 novos aplicativos de RA em seus dispositivos móveis, os quais foram: 3D VSEPR; ARMolVis; GEOMETRIA MOLECULAR; ModelAR; MOLECULAR CONSTRUCTOR e, por fim, o GEOMOL. Este último foi o aplicativo criado pelo próprio pesquisador, a fim de trabalhar com a geometria molecular. Conforme se observam nas fotos da Figura 14.

Figura 14 – Segunda aplicação do projeto – uso dos 5 últimos aplicativos mais o GEOMOL



Fonte: autoria própria.

O GEOMOL é uma ferramenta de RA para trabalhar conceitos de geometria molecular, e os demais aplicativos apresentados no projeto são similares em funcionalidades, servindo para trabalhar diferentes conceitos que complementam à aprendizagem, uma vez que podem trazer outras informações que possam não ser encontradas no aplicativo GEOMOL, tais como, a angulação, a usabilidade etc., ou seja, cada aplicativo de RA tem suas características de funcionalidade próprias e, juntas, podem aportar muitos novos conhecimentos. Por outro lado, a ideia de colocar à disposição dos alunos e do docente uma cartilha com 12 aplicativos de RA para trabalhar conceitos de Química, é uma forma de mostrar que existe uma gama de aplicativos, nessa área, que podem ser utilizados para trabalhar diferentes conceitos em Química, além de outras temáticas na escola, agregando valor ao processo de aprendizagem.

Desse modo, o GEOMOL vem agregar valor ao ensino e aprendizagem como uma ferramenta de RA para ensinar conceitos de Química para alunos do EM. O recurso é simples e fácil de ser utilizado, gerando maior valor agregado quando unido em três vias que conseguem ajudar a resolver uma boa parte da problemática dentro da sala de aula, sendo a primeira via - a facilidade para o professor entender e aplicar ferramentas de RA para ensinar Química; a segunda - a de auxiliar os alunos a aprenderem Química e a usarem os aplicativos de RA e, a terceira via - a produção de um aplicativo que viabilize esse fim. Esses três

processos fazem que o projeto seja mais viável para alcançar resultados positivos na aprendizagem.

Após a experimentação dos alunos com aplicativos de RA destinados ao aprendizado de Química, eles foram convidados a responder a um novo questionário sobre o uso da cartilha e dos aplicativos de RA, cujos resultados foram apresentados através dos gráficos seguintes:

No mesmo dia, 25/10/2022, ao final da aula, como a quinta etapa foi aplicado o segundo questionário (<https://forms.gle/Zoz6xXvr4m8Xv5Sj8>) para verificar se a visão dos educandos se mantinha igual ou as experiências com os aplicativos de RA para a aprendizagem de conceitos de Química haviam surtido, de alguma forma, resultados positivos. Cabe destacar que, para essa aula, o número de alunos presentes foi bem menor (um total de 19 alunos) que a quantidade que participou da primeira pesquisa (um total de 31 alunos), havendo uma diferença de quase 39%, e que poderia ser parte de um resultado bem mais significativo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta deste trabalho foi possibilitar uma maior interação entre o educando e a RA, assim como observar suas expectativas e impressões em relação a aplicação prática desse recurso na aprendizagem de Química.

Nesse projeto, tinha como perspectiva a elaboração e criação de uma cartilha para a utilização de aplicativos que visam facilitar aos professores o processo de ensino-aprendizagem e aos alunos a capacidade de visualização espacial através de animações 3D interativas para integração aos diferentes modelos e conceitos químicos, como por exemplo, os modelos atômicos e ligações químicas com diferentes visualizações, ângulos e níveis de ampliação e um aplicativo com o qual fosse possível auxiliar a visão e o processo de aprendizagem da geometria molecular.

Sabemos que é fundamental que a filosofia do ensino de Química inicie uma mudança capaz de gerar profissionais com princípios voltados aos avanços tecnológicos. A Química deve possuir um caráter multidisciplinar, voltado para um futuro sustentável e integrado com a economia, o meio ambiente e as novas tecnologias. Serão abordados dentro do projeto temas correlacionados ao uso de Realidade Aumentada (RA) no contexto da Química para alunos do Ensino Médio.

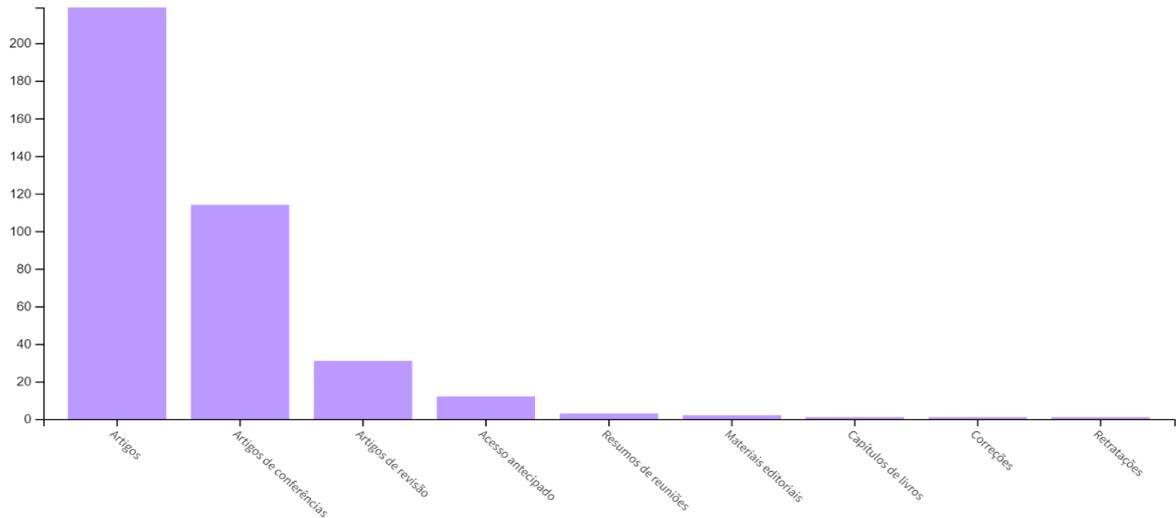
Aos alunos trabalharam temas relacionados à conceitos como: funções orgânicas, tabela periódica, modelos atômicos, tipos de ligações químicas, ângulos e níveis de ampliação com a possibilidade de interação com o ambiente físico.

5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO

Foi a primeira etapa da pesquisa, o levantamento bibliométrico sobre o tema em questão, sendo consultados as publicações que correspondessem ao assunto. Foi feito um levantamento das publicações até o ano 2022.

Com base no método de pesquisa utilizado, a Figura 15 apresenta a distribuição das publicações sobre RA no ensino de Química publicados de acordo com o seu tipo de documento.

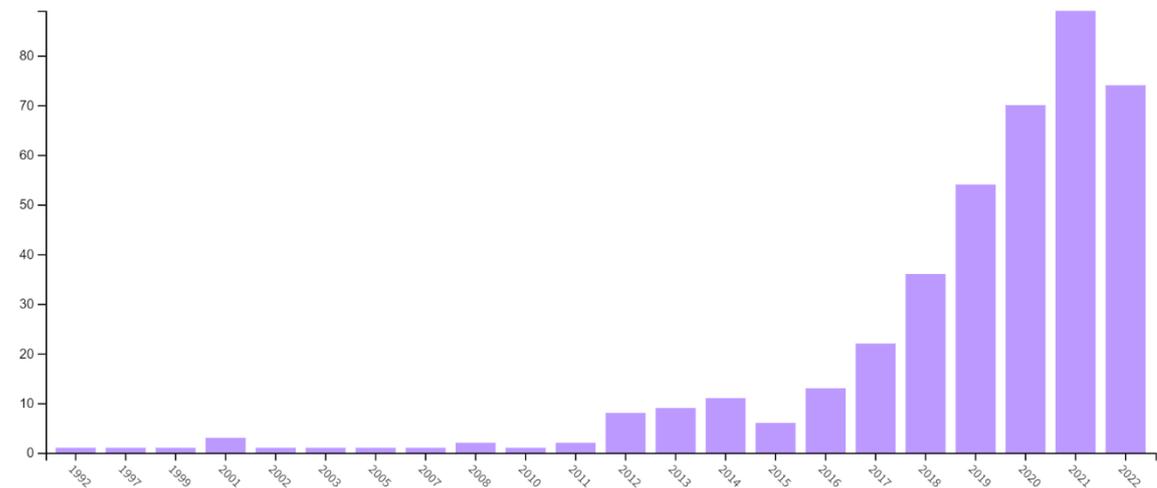
Figura 15 – Tipos de documentos sobre a RA



Fonte: Autoria própria com base na Web of Science, 2022.

Com base na pesquisa realizada, a Figura 16 apresenta a evolução anual das publicações relacionadas à RA, onde foram registradas apenas 25 publicações no gráfico de análise (que pode ser devido às limitações da plataforma).

Figura 16 – Evolução desde a primeira publicação sobre RA

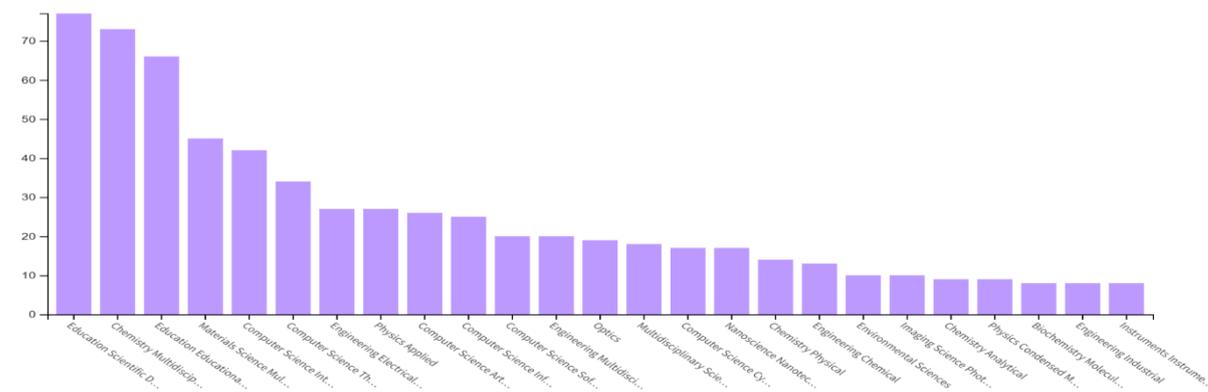


Fonte: Autoria própria com base na Web of Science, 2022.

A evolução das publicações é então apresentada em uma série temporal de 1992 a 2022. Há um crescimento visível nas publicações que se inicia a partir de 2012, mais visível ainda a partir do ano 2016. Percebe-se que no período escolhido para esta pesquisa, de 1900 a 2022, há um crescimento significativo, exponencial, dando a esta área de atuação uma faixa de atenção especial pelos pesquisadores.

A Figura 17 apresenta a distribuição dos artigos sobre RA no ensino de Química publicados de acordo com as suas respectivas subáreas de pesquisa.

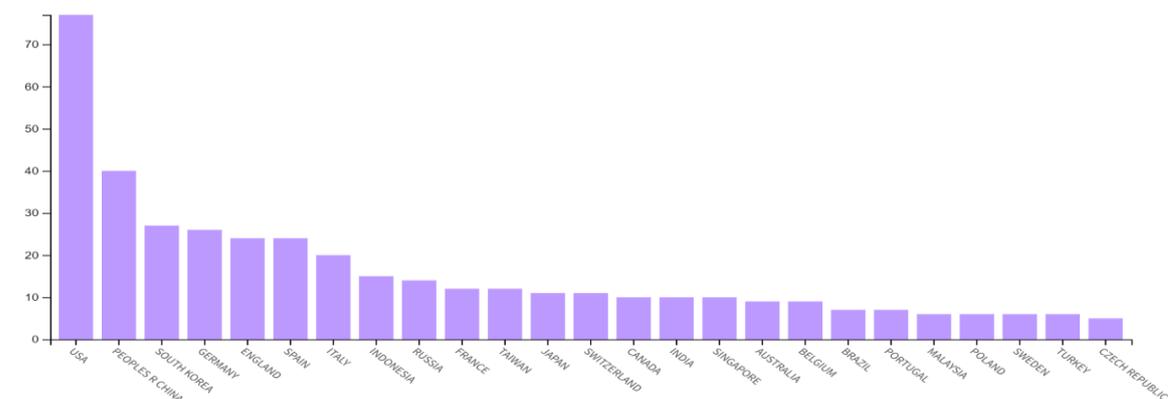
Figura 17 – Principais Subáreas de pesquisa da RA



Fonte: Autoria própria com base na Web of Science, 2022.

Na Figura 18 estão apresentados os países mais relevantes conforme o número de publicações em Realidade Aumentada no ensino de Química. Dentre eles está USA com 77 ocorrências. O Brasil se encontra com 7 ocorrências.

Figura 18 – Países com maior número de documentos e citações



Fonte: Autoria própria com base na Web of Science, 2022.

Após o levantamento bibliométrico, a seleção e a pré-classificação das publicações, foi feita a leitura e a análise de cada arquivo encontrado e classificado em ordem de grau de correlação com o tema proposto no projeto.

5.2 USO DE APLICATIVOS JÁ EXISTENTES

No levantamento inicial percebe-se que são diversos os aplicativos disponíveis na Google Play. Durante a busca o limite para exibição para cada palavra-chave é de 250 aplicativos. Independentemente do tipo de escolha na pesquisa (gratuito, pago, RA, RV) os resultados exibidos são limitados em 250 aplicativos, porém este número não representa o total de aplicativos disponíveis na Google Play, o que nos leva a conjecturar que há um número maior de aplicativos disponíveis nesta plataforma, o que inviabiliza o conhecimento do número total de aplicativos disponíveis (LEITE, 2020).

Neste levantamento foi percebido que existem diversos aplicativos que fazem uso da RA e realidade virtual e de ambas as realidades (RAV). O Quadro 1 apresenta os direcionamentos dos aplicativos disponíveis para Química e o tipo de licença.

Quadro 1 – Aplicativos utilizados no projeto

Aplicativo	Descrição
3D VSEPR	Com esse aplicativo, é possível visualizar as formas dos modelos VSEPR em 3D, para que você possa entender mais e a distribuição dos átomos em uma molécula. Versão Android, gratuito.
AR Atom Visualizer	Aplicativo para visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica. Versão Android, gratuito.
ARMolVis	Com este aplicativo é possível visualizar as moléculas em 3D e identificar o nome, a fórmula da Química e estrutura de vários produtos de uso diário, incluindo alimentos e utensílios. Versão Android e IOS, gratuito.
ArtsExperiments	Esse aplicativo é utilizado para a criação de moléculas a partir do software. Por meio dele, pode-se desenhar uma molécula e visualizar, ao mesmo tempo, sua geometria. É um aplicativo gratuito e disponível para as versões Android e IOS.
Atoms Revealed	Aplicativo utilizado para a criação de moléculas a partir do software, pode-se desenhar uma molécula e visualizar a sua geometria ao mesmo tempo. Versão Android e IOS, gratuito.
Geometria Molecular	Com este aplicativo é possível ensinar geometria molecular e a distribuição dos átomos em uma molécula. Versão Android e Windows, gratuito.
GeoMol	Aplicativo de autoria própria para ensinar geometria molecular e a distribuição dos átomos em uma molécula. Versão Android, gratuito.
ModelAR	Com este aplicativo é possível explorar estruturas químicas criando uma molécula no espaço de trabalho e rapidamente alternar para inserir em AR permitindo interagir com moléculas virtuais no espaço real. Versão Android, gratuito.
Molecular Constructor	Aplicativo utilizado para a criação de moléculas a partir do software, pode-se desenhar uma molécula e visualizar a sua geometria ao mesmo tempo. Versão Android e IOS, gratuito.
QuimicAR	Aplicativo utilizado para visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica. Versão Android, gratuito.
RApp Chemistry	Com este aplicativo é possível visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica. Versão Android, gratuito.

Fonte: Autoria própria.

5.3 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA E CARTILHA

O desenvolvimento do aplicativo de realidade aumentada, GEOMOL, foi realizado 3 etapas, sendo a 1º etapa a exportação do objeto 3D, em seguida, passando para a 2ª etapa de criação e configuração das imagens targets com o Vuforia e a 3ª etapa o desenvolvimento da programação com o framework de desenvolvimento Unity 3D que serão descritos em seguida.

Foi desenvolvida e conjunto uma cartilha que visa auxiliar o processo de utilização dos aplicativos e auxilie tanto os educandos como os professores,

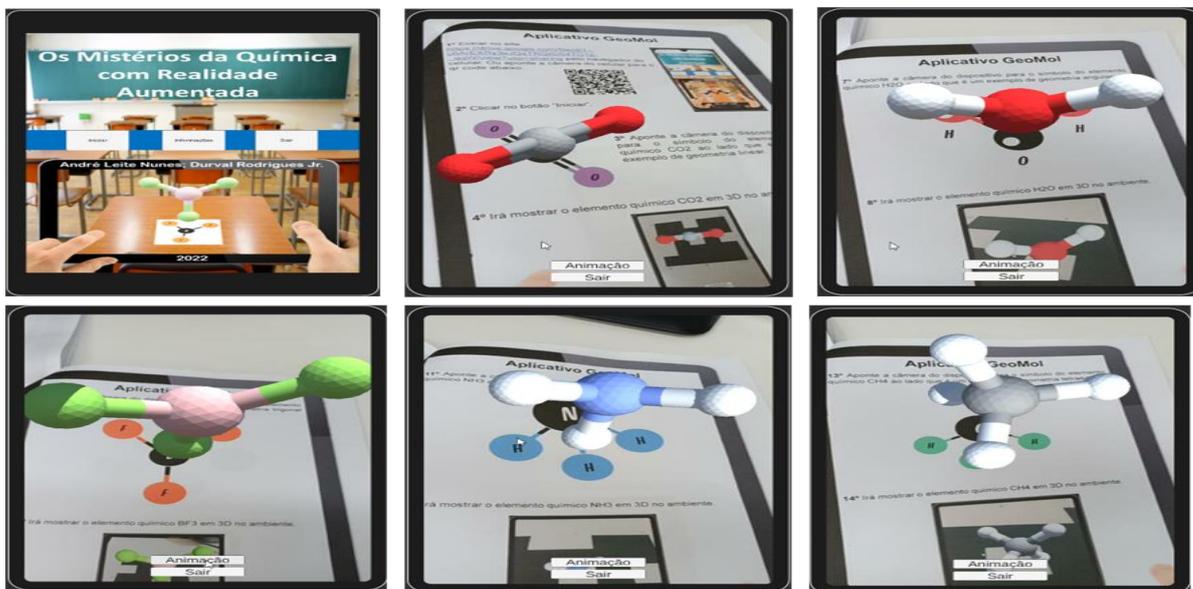
5.3.1 APLICATIVO GEOMOL

O GEOMOL é o modelo de protótipo pensado para apoiar o docente de Química durante o processo de ensino e aprendizagem dos educandos no contexto educativo. Se trata de um aplicativo para trabalhar conceitos de Geometria molecular. Essa disciplina possibilita a distribuição espacial dos átomos dentro de uma molécula e está dividida em cinco casos principais, dependendo da quantidade de átomos e da presença ou não de pares de elétrons livres presentes em cada molécula:

- Geometria linear – moléculas com dois átomos não possuem elemento central e com três átomos possuem elemento central sem o par de elétrons livres, ex: CO₂;
- Geometria angular – moléculas formadas por três átomos onde o elemento central possui o par de elétrons livres. Como exemplo: H₂O;
- Geometria trigonal planar – formada por quatro átomos sem par de elétrons livres no elemento central. Como exemplo: BF₃;
- Geometria piramidal – formada com quatro átomos e com par de elétrons livres no elemento central. Como exemplo: NH₃;
- Geometria tetraédrica – formada por cinco átomos e no elemento central não contém par de elétrons livres. Como exemplo: CH₄.

A Figura 19 apresenta, como exemplo do tema pesquisado, o modelo de protótipo “GEOMOL”, o qual foi pensado para a construção de um aplicativo, como recurso, para trabalhar conceitos de Química na sala de aula. Está baseado no caso da Geometria piramidal, cujas moléculas estão formadas por quatro átomos e o elemento central conta com o par de elétrons livres, tendo como exemplo o NH₃ (amoníaco).

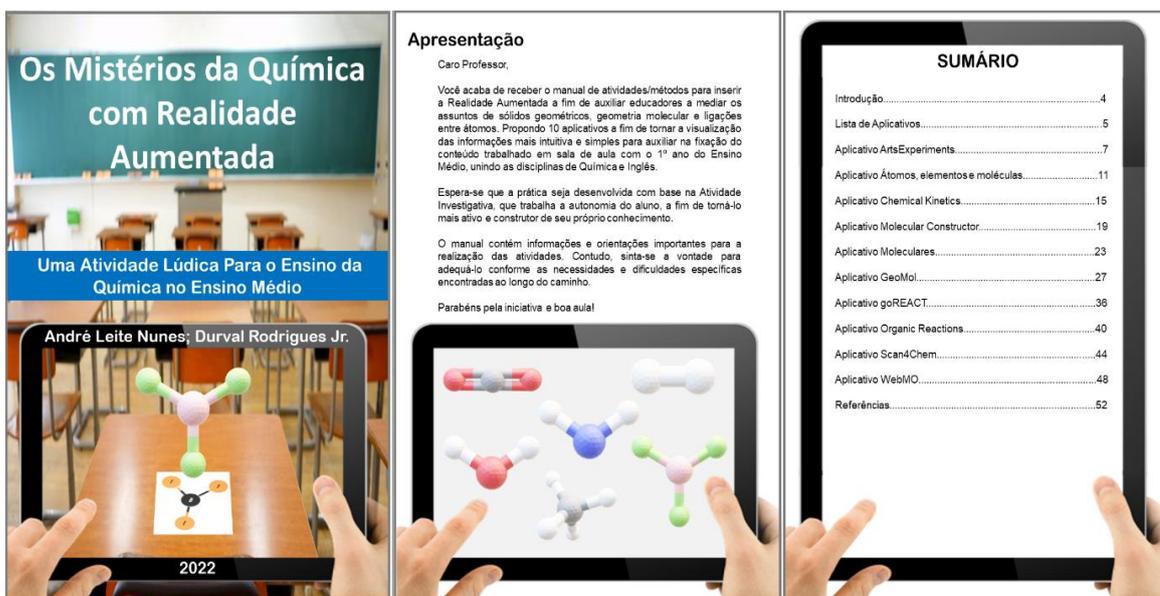
Figura 19 – Exemplo de funcionamento do aplicativo GEOMOL



Fonte: Autoria própria.

Foi elaborada também uma cartilha, Figura 20, para auxiliar a utilização dos aplicativos em sala de aula, esse produto contém instruções para instalação, características e uma breve descrição de como utilizar. A cartilha (ou e-book) pode ser encontrada no Apêndice C.

Figura 20 – Modelo de cartilha ou e-book



Fonte: Autoria própria.

5.4 APLICAÇÃO DO PROJETO NA SALA DE AULA

Essa etapa é a mais importante e fundamental para o projeto, sendo realizada em parceria com o colégio técnico, para a turma de 1º ano do ensino fundamental, foi distribuída em três encontros, no primeiro foi realizado a aplicação de um formulário, que tinha a intenção de verificar o conhecimento e experiência dos alunos com a RA, no mesmo encontro foi explicado como seria a participação no projeto.

No segundo, foi realizado a primeira aplicação, onde os alunos puderam ter o primeiro contato com os aplicativos da RA, nesse contato eles avaliaram 6 aplicativos de forma a trabalhar os átomos.

Já no terceiro, os alunos tiveram contato com mais 5 aplicativos previamente selecionados e o GEOMOL, desenvolvido por esse autor. E foi solicitado que os alunos respondessem ao formulário com o intuito de avaliar a experiência e a avaliação dos alunos sobre a utilização da RA.

5.4.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Práticas investigativas

Sala de aula: Primeiro encontro com os alunos - dia 27 de setembro de 2022, foi solicitado que os 31 alunos presentes inicialmente respondessem ao questionário (<https://forms.gle/B4qyqDLuGFxvNk7n9>), o qual foi respondido de forma online e utilizando o telefone móvel, o professor deu orientações referentes ao significado de cada alternativa apresentada nas respostas. A Figura 21 apresenta o momento em que os alunos utilizam o celular para responder a pesquisa. Após a finalização do questionário se procedeu à explicação do projeto que seria realizado com a turma.

Figura 21 – Primeira aplicação do projeto – questionário



Fonte: Autoria própria.

Resultado do questionário:

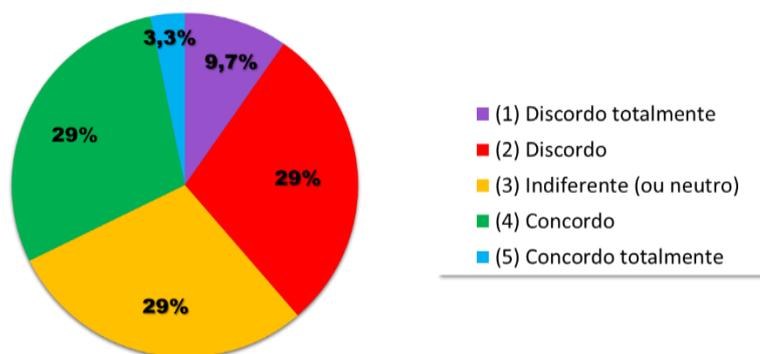
A análise dos resultados obtidos no primeiro questionário aplicado aos alunos do 1º ano do Ensino Médio do COTEL, esta apresentada através de gráficos e interpretada com base nas respostas dos estudantes. As respostas dos alunos, tanto quantitativas como qualitativas, proporcionaram uma ampla compreensão dos resultados apresentados pela pesquisa.

O Gráfico 1 apresenta o resultado sobre as imagens 2D em livros e apostilas, com a intenção de entender se para eles estas imagens causavam dificuldades na compreensão de conceitos de Química, observou-se que a maioria dos alunos (58%) não concordou que elas prejudicam a compreensão de conceitos de Química, sendo que 29% discordaram totalmente e outros 29% se mostraram indiferentes. Porém, outros 32,3% concordaram que essas imagens dificultam a compreensão.

Acredita-se que o alto grau de discordância possa ser o resultado da falta de conhecimento referente à temática abordada (imagens 2D) ou até mesmo alguma interpretação errônea da questão em si, uma vez que este primeiro questionário não ofereceu uma explicação prévia da temática abordada a fim de que as respostas não sofressem influência conceitual. Esses dados que podem ser analisados de forma mais minuciosa em pesquisas futuras.

Gráfico 1 – Pergunta sobre imagens 2D em livros

1. Os livros/apostilas com imagens em 2 dimensões me traz dificuldades para compreender os conceitos de Química.



Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 2 apresenta os resultados, para a questão sobre as imagens 3D, o objetivo era entender se na compreensão deles haveria maior compreensão, no caso da utilização de imagens em 3D para aprendizagem de conceitos de Química, a pesquisa revelou que 80,6% dos alunos apoiam o uso de imagens em 3D para melhor compreender conceitos de Química,

sendo 41,9% concordando e 38,7% concordando totalmente. 19,4% dos alunos mostraram-se indiferentes e não houve discordâncias.

Com isso, pode-se dizer que a maioria dos alunos apoia o uso de imagens em 3D para compreender conceitos de Química, o que sugere que essa abordagem pode ser eficaz na aprendizagem desta matéria.

Gráfico 2 – Pergunta sobre imagens em 3D

2. Utilizar imagens em 3 dimensões, poderá ajudar-me a obter maior compreensão sobre os conceitos de Química.



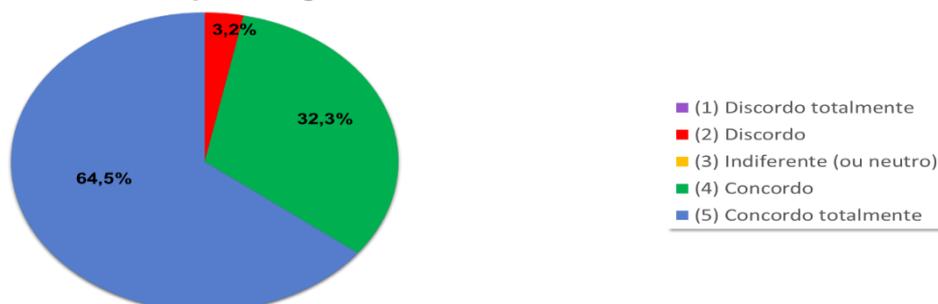
Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 3 apresenta-se o resultado sobre a tecnologia e interação, no que diz respeito à possibilidade da utilização da tecnologia como recurso para aumentar a interação dos alunos na aprendizagem de Química, a pesquisa revelou que 96,8% dos alunos acreditam na possibilidade de usar tecnologia para aumentar a interação na aprendizagem de Química, sendo 64,5% que concordaram totalmente e 32,3% que concordaram parcialmente. Somente 3,2% dos alunos não concordaram.

Desse modo, pode-se dizer que a maioria dos alunos apoia o uso da tecnologia para aumentar a interação na aprendizagem de Química, indicando que a utilização de tecnologia pode melhorar a experiência de aprendizagem dos estudantes na disciplina.

Gráfico 3 – Pergunta sobre tecnologia e interação

3. Utilizar tecnologia(s) no ensino poderá aumentar minha interação na aprendizagem de Química.



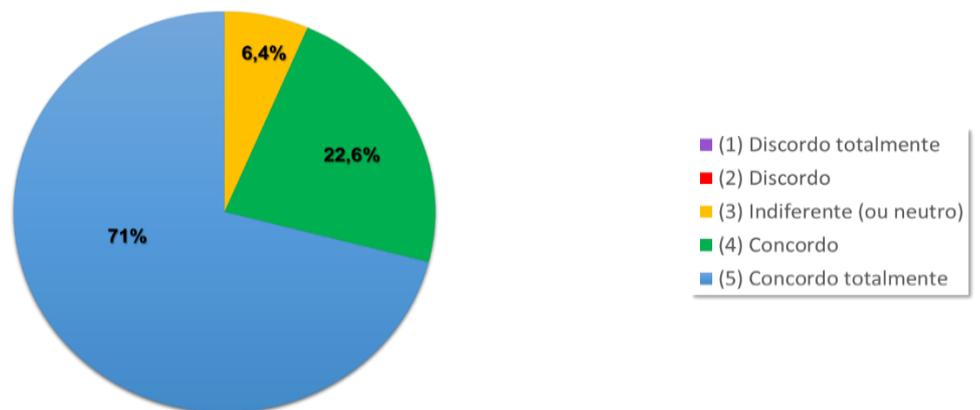
Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 4 apresenta-se os resultados sobre a tecnologia e aprendizagem divertida, em relação a afirmativa de que a utilização da tecnologia na classe faz com que a aprendizagem seja mais divertida, a pesquisa mostrou que 93,6% dos alunos acreditam que a tecnologia torna a aprendizagem mais divertida na sala de aula, sendo 71% que concordaram totalmente e 22,6% que concordaram parcialmente, 6,4% dos alunos mostraram-se indiferentes e não houve discordâncias."

A maioria dos alunos acredita que a tecnologia torna a aprendizagem mais divertida na sala de aula, sugerindo que a incorporação da tecnologia no processo de ensino pode melhorar a experiência de aprendizagem dos estudantes.

Gráfico 4 – Tecnologia e aprendizagem divertida

4. Utilizar tecnologias(as) no ensino torna a aprendizagem mais divertida?



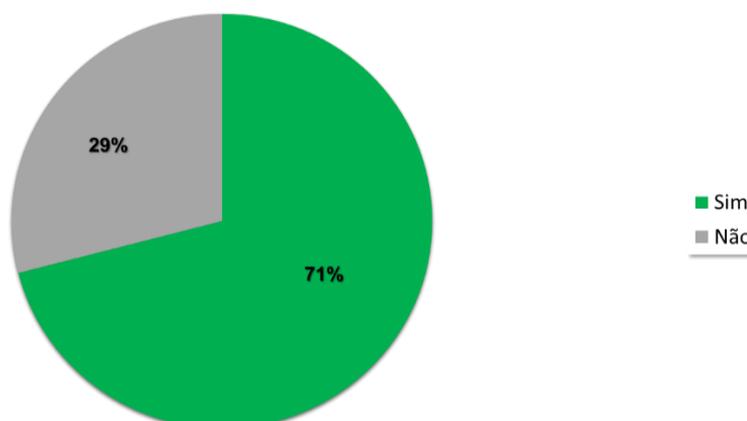
Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 5 apresenta-se o resultado para conhecimento prévio da RA. Quando questionados sobre já conhecerem ou já haverem utilizado a RA, 100% dos alunos que responderam a pesquisa mostrou que 71% dos alunos conhecem ou já usaram a Realidade Aumentada (RA), enquanto 29% responderam que não conhecem ou nunca a usaram.

A maioria dos alunos tem conhecimento ou já experimentou a RA, sugerindo que esta tecnologia tem alcance entre os estudantes. No entanto, ainda existe uma parcela significativa dos alunos que não têm conhecimento ou experiência com a RA.

Gráfico 5 – Pergunta sobre conhecimento da RA

5. Você conhece ou já usou Realidade Aumentada?



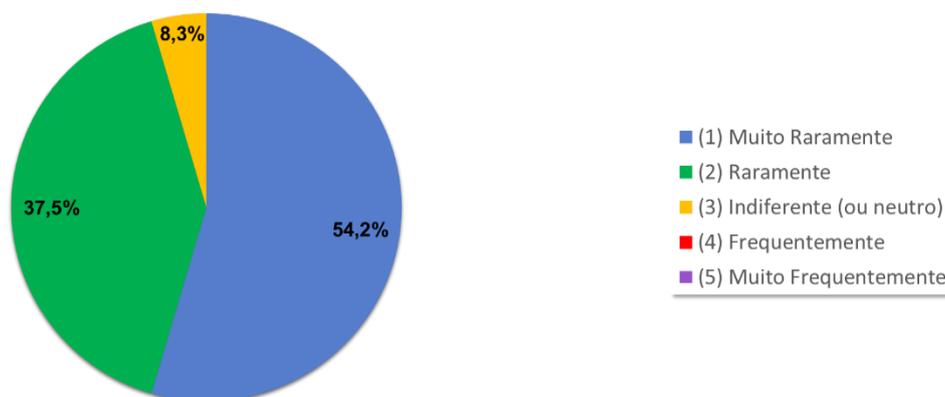
Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 6 apresenta-se o resultado sobre a frequência de uso da RA, caso a conhecessem ou já a houvessem utilizado em algum momento, a pesquisa realizada com 24 alunos mostrou que 54,2% deles raramente utilizam a RA. Outros 37,5% disseram que utilizam a RA raramente, enquanto 8,3% se mostraram indiferentes ou neutros.

A maioria dos alunos não utiliza frequentemente a Realidade Aumentada, mas há uma minoria que a utiliza com certa frequência. Alguns alunos mostraram-se indiferentes ao assunto.

Gráfico 6 – Pergunta sobre frequência de uso da RA

6. Se respondeu “Sim” à questão anterior, indique o quão frequente é a sua utilização de realidade aumentada.



Fonte: Autoria própria.

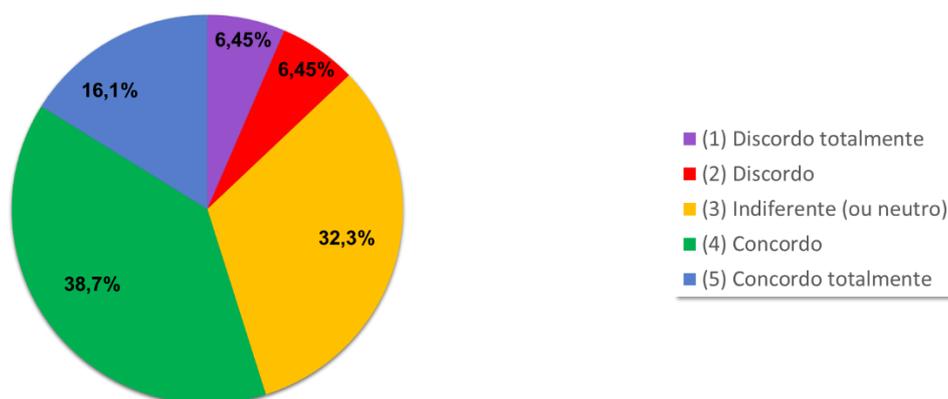
No Gráfico 7 apresenta-se os resultados sobre as dificuldades de visualização de propriedades químicas. Quando apresentada a afirmativa de dificuldades enfrentadas pelos estudantes na visualização de propriedades químicas em disciplinas anteriores, 54,8% dos

alunos responderam que já enfrentaram dificuldades para visualizar propriedades químicas em disciplinas anteriormente, sendo 38,7% que concordaram e 16,1% que concordaram totalmente, 32,3% se mostraram indiferentes ou neutros, enquanto 12,9% responderam que não tiveram problemas na visualização, sendo 6,45% que se mostraram em desacordo total e 6,45% que discordaram parcialmente.

Desse modo, pode-se dizer que a maioria dos alunos enfrentou dificuldades para visualizar propriedades químicas em disciplinas cursadas anteriormente, sugerindo que a visualização de conceitos químicos é um desafio para muitos estudantes. No entanto, há uma parcela significativa (12,9%) que não teve problemas na visualização, indicando que a dificuldade pode variar entre os estudantes.

Gráfico 7 – Pergunta sobre a dificuldades de visualização de propriedade químicas

7. Nas disciplinas que já cursei anteriormente, tive dificuldade para visualizar as propriedades químicas.



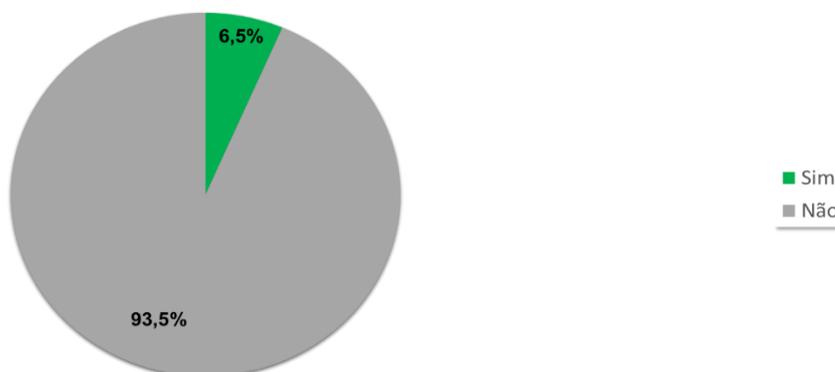
Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 8 apresentam-se os resultados sobre a utilização da RA em disciplinas anteriormente, onde podemos observar que a maioria dos alunos (93,5%) ainda não teve a oportunidade de utilizar a RA em outras disciplinas ou cursos. Somente 6,5% dos alunos responderam positivamente que já usaram a tecnologia em outras áreas de conhecimento. Isso sugere que há uma falta de incorporação da RA como uma ferramenta de aprendizagem em outras disciplinas.

Nesse sentido, seria interessante realizar estudos e pesquisas que envolvam mais a RA no processo de ensino-aprendizagem em diferentes disciplinas.

Gráfico 8 – Pergunta sobre o uso da RA em disciplinas anteriores

8. Você já utilizou Realidade Aumentada para aprender alguma disciplina que já cursou anteriormente?



Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 9 são apresentados os resultados de quais disciplinas cursadas anteriormente onde houve a utilização da RA, as respostas mais frequentes foram Biologia e Robótica. Isso concorda com o resultado apresentado no gráfico número 8, que mostra a porcentagem de alunos que responderam positivamente.

A utilização da RA parece ser comum em disciplinas de Biologia e Robótica, de acordo com as respostas dos alunos que já a usaram em outras áreas.

Gráfico 9 – Pergunta sobre o nome das disciplinas cursadas e com o uso da RA



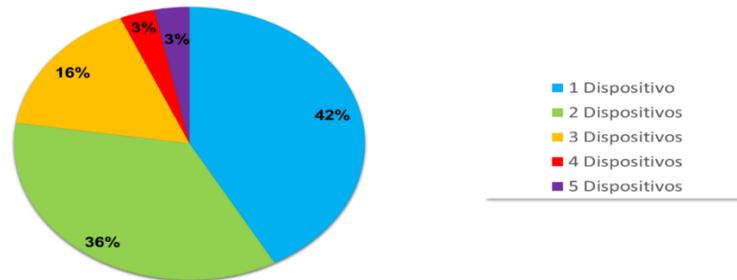
Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 10 apresentam-se as respostas sobre a posse de dispositivos móveis com acesso à internet, como smartphones, tablets e notebooks, todos os alunos responderam positivamente, indicando que possuem pelo menos um aparelho. Alguns alunos possuem até quatro dispositivos, representados por 3% do total, enquanto outros possuem três aparelhos, representados por 16% do total. Ainda há aqueles que possuem até dois dispositivos, representados por 36% dos alunos.

É possível concluir que todos os alunos possuem acesso a pelo menos um dispositivo móvel com acesso à internet, o que indica uma alta disponibilidade de tecnologia entre os alunos e potencializa a utilização de recursos tecnológicos no processo de aprendizagem.

Gráfico 10 – Pergunta sobre Dispositivo móvel com acesso à internet

10. Você possui dispositivo móvel (tablet, smartphone, notebook) com acesso à internet? Se "Sim", quantos?



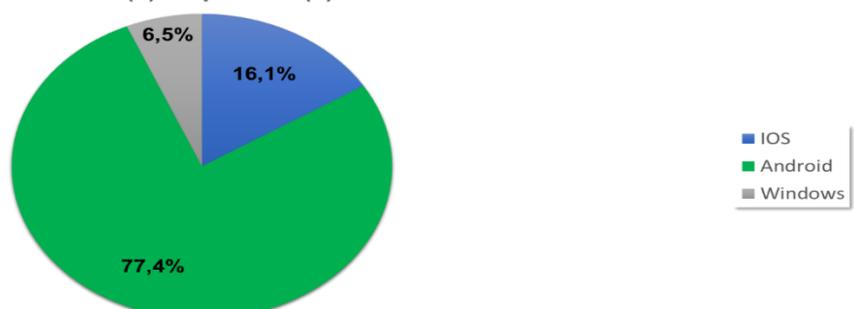
Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 11 apresentam-se os resultados sobre o sistema operacional presente em seus dispositivos móveis, todos os alunos prontamente responderam, revelando que 77,4% utilizam o sistema Android, enquanto 16,1% preferem o IOS. Um pequeno percentual de 6,5% dos alunos admitiu não ter conhecimento sobre o sistema operacional presente em seus dispositivos.

Após a realização de uma pesquisa com os alunos sobre temas relacionados ao uso de tecnologias, como RA, dispositivos móveis e sistemas operacionais, entre outros, foram obtidas várias observações que foram devidamente representadas em gráficos. Em seguida, foi apresentada a motivação por trás dessa pesquisa inicial, explicando o propósito do projeto a ser desenvolvido com a turma do 1º ano do Ensino Médio, juntamente com seus principais objetivos e razões para escolher essa turma em particular.

Gráfico 11 – Pergunta sobre uso de plataforma ou sistema operativo

11. Se respondeu "Sim" à questão anterior, indique qual(ais) plataforma(s) do(s) dispositivo(s) móvel?



Fonte: Autoria própria.

5.4.2 APLICAÇÃO

No dia 04 de outubro de 2022, ocorreu a primeira aplicação de atividade de pesquisa. Os alunos tiveram a oportunidade após a explicação sobre átomos e modelos atômicos visualizar e interagir de maneira virtual, através da RA com átomos, os modelos atômicos e interagir com a tabela periódica, trazendo um momento de satisfação, tanto por ser algo inédito, como por trazer algo tão abstrato para visualização de forma tão simples e fácil, que gerou bastante entusiasmo e agitação em sala de aula. Aguçando a curiosidade e até mesmo a proatividade no sentido de perguntas e buscar mais informações tanto sobre a matéria, quando sobre a própria RA.

Após a aplicação houve uma nova reunião com o professor Pedro, para que pudesse ser discutido tanto o desempenho quando as melhorias que poderiam ser buscadas para a próxima aplicação. Com os apontamentos sobre a dificuldade que havia por parte de alguns alunos sobre a visualização da geometria molecular em 3D e a interação e entusiasmo que foi despertado nessa primeira aplicação, resolvemos que seria melhor fazer algumas alterações em alguns dos aplicativos que haviam sido pré-selecionados e incluir mais aplicativos que fossem pertinentes ao assunto de geometria molecular, distribuição dos átomos em uma molécula e suas estruturas.

Sendo assim nos dias 11 e 18 de outubro de 2022, foram realizadas as devidas adaptações de diversos aplicativos que seriam utilizados como suporte para as temáticas planejadas, conforme solicitado pelo professor de Química da turma do 1º ano do COTEL. Com a alteração de alguns dos aplicativos, foi realizada também alterações na cartilha afim de incluir os novos aplicativos e alterações que facilitassem sua utilização em sala de aula.

Conforme programado para o dia 25 de outubro houve a segunda aplicação do projeto de pesquisa com os alunos do COTEL, o professor Pedro novamente realizou uma apresentação conceitual sobre as temáticas planejadas

Os aplicativos selecionados foram: 3D VSEPR; ARMolVis; GEOMETRIA MOLECULAR; ModelAR; MOLECULAR CONSTRUCTOR e, por fim, o GEOMOL. Este último foi o aplicativo criado pelo próprio pesquisador, a fim de trabalhar com a geometria molecular.

Como era o esperado, houve bastante participação e empolgação por parte dos alunos que demonstraram muito interesse nos aplicativos e na matéria apresentada, alguns chegaram a comentar que a visualização através da RA fez diferença no processo, pois

tinham dificuldade na questão tridimensional. Chegando a questionar se haveria aplicativos sobre outros assuntos, como por exemplo, ligações químicas.

Em conversa com o professor, após as apresentações ele inferiu que a experiência foi boa com um diferencial que realmente trouxe uma nova visão e que a RA é algo que deveria estar mais presente no cotidiano das escolas, pois pode trazer grandes benefícios para todos os envolvidos.

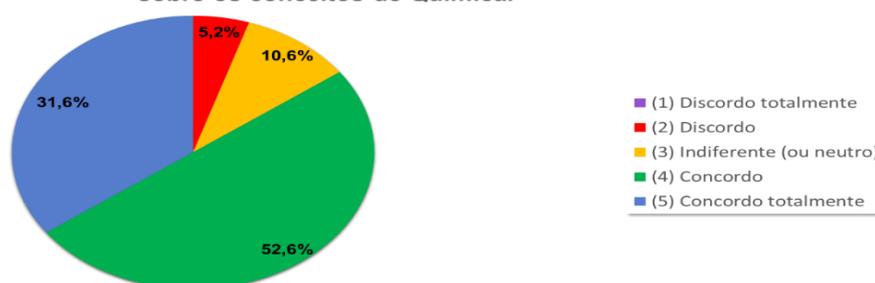
5.4.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL

No dia 25/10/2022, foi aplicado o segundo questionário (<https://forms.gle/Zoz6xXvr4m8Xv5Sj8>) para verificar se a visão dos educandos se mantinha igual ou as experiências com os aplicativos de RA para a aprendizagem de conceitos de Química haviam surtido, de alguma forma, resultados positivos. Cabe destacar que, para essa aula, o número de alunos presentes foi bem menor (um total de 19 alunos) que a quantidade que participou da primeira pesquisa (um total de 31 alunos), havendo uma diferença de quase 39%, e que poderia ser parte de um resultado bem mais significativo. A seguir, o Gráfico 12 apresenta os resultados quando apresentada a afirmativa de que a RA poderia conduzir a uma maior compreensão de conceitos de Química, 84,2% dos alunos responderam de forma positiva, sendo que, respectivamente, 52,6% concordaram e 31,6% concordaram totalmente, havendo um aumento substancial quando comparado com a primeira pesquisa. Por outro lado, aproximadamente 10,6% dos alunos se mostraram indiferentes ou neutros e uns 5,2% não estiveram de acordo.

Com base nesses dados, é possível concluir que a maioria dos alunos acredita que o uso da Realidade Aumentada pode conduzir a uma maior compreensão de conceitos de Química, o que é reforçado pelo fato da maior parte dos alunos terem respondido positivamente à afirmativa.

Gráfico 12 – Pergunta sobre a RA e maior compreensão de conceitos de Química

1. Utilizar realidade aumentada pode ajudar-me a obter maior compreensão sobre os conceitos de Química.



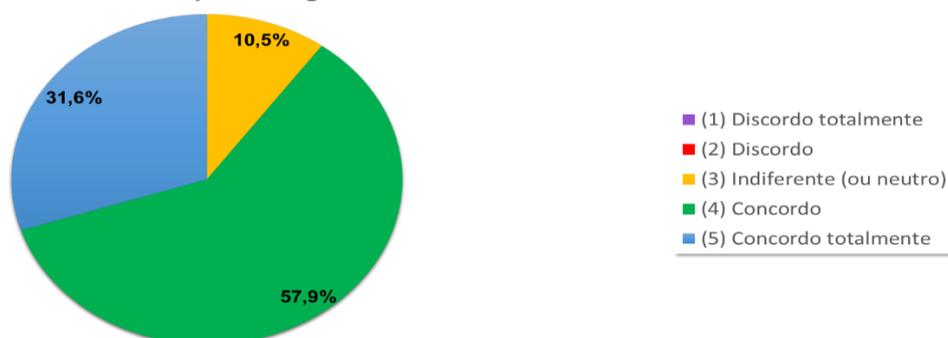
Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 13 são apresentadas as respostas para a pergunta sobre a possibilidade de aumentar o interesse na aprendizagem de Química com o uso da Realidade Aumentada, 89,5% responderam positivamente, com 57,9% concordando e 31,6% concordando totalmente. Já 10,5% dos estudantes se mostraram indiferentes à afirmativa.

A partir desses dados, pode-se interpretar que a maioria dos alunos acredita que o uso da Realidade Aumentada pode aumentar o interesse na aprendizagem de Química.

Gráfico 13 – RA aumenta pode aumentar o interesse na aprendizagem

2. Utilizar realidade aumentada pode aumentar o meu interesse na aprendizagem de Química.

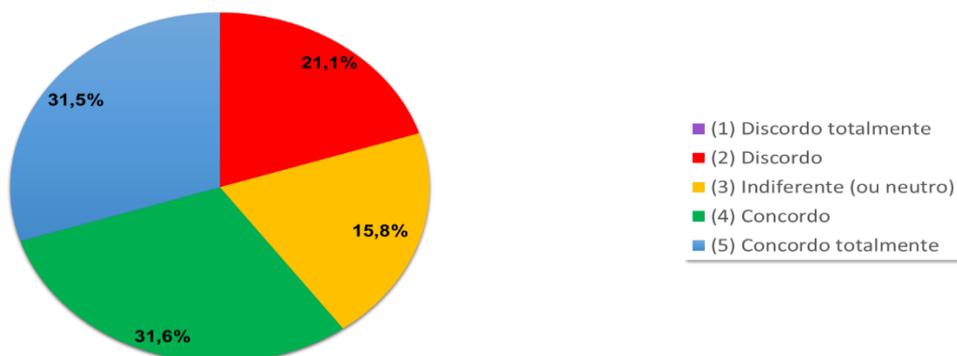


Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 14 apresenta as respostas sobre a facilidade de uso da RA. Dos alunos que responderam ao questionário, 63,2% responderam positivamente, afirmando que achavam o uso da RA fácil, sendo que 31,6% concordaram totalmente e 31,6% concordaram parcialmente. Enquanto isso, 15,8% se mostraram indiferentes ou neutros em relação à afirmativa, e 21,1% discordaram, ou seja, não acharam o uso da RA fácil. Com esses dados, pode-se dizer que a maioria dos alunos acha ou considera que o uso da RA é fácil.

Gráfico 14 – Pergunta sobre a facilidade de uso da RA

3. Considero que a realidade aumentada é fácil de usar.



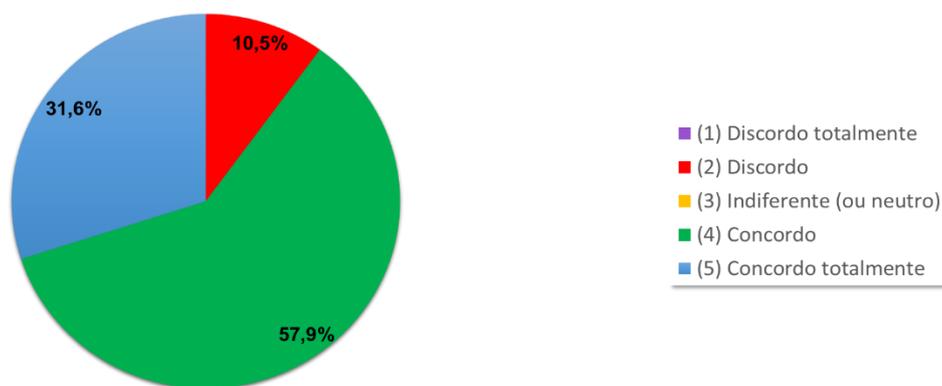
Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 15 apresenta os resultados sobre a interação clara com a RA, a maioria dos alunos, 89,5%, respondeu de forma positiva, sendo que quase 60% estiveram completamente de acordo. Por outro lado, cerca de 10% dos estudantes não concordaram com a afirmativa, indicando que a sua interação com a RA não era clara e compreensível.

De acordo com esses dados, pode-se afirmar que a maioria dos alunos considera que a sua interação com a Realidade Aumentada é clara e compreensível, no entanto, existe ainda uma parcela de alunos que não concordam com essa afirmativa.

Gráfico 15 – Pergunta sobre a interação clara com a RA

4. Acredito que a minha interação com realidade aumentada é clara e compreensível.



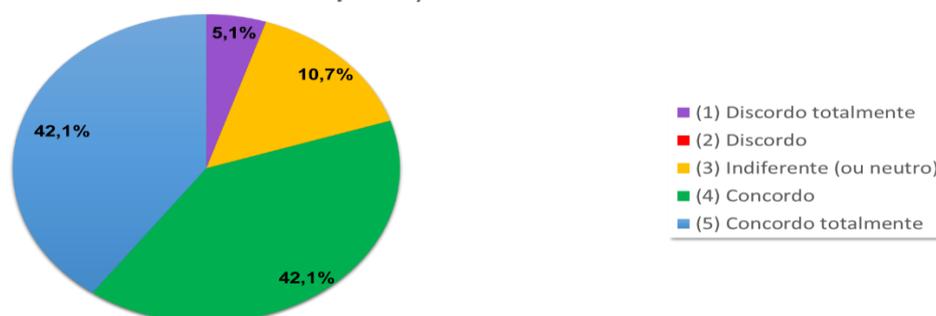
Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 16 apresenta os resultados sobre a posse de recursos para utilizar a RA, a maioria dos alunos, 84,2%, possuem dispositivos eletrônicos adequados para usar a Realidade Aumentada. Desse total, 42,1% concordam totalmente e a mesma porcentagem indicaram que concordam. Embora alguns estudantes enfrentem limitações de acesso, a quantidade de alunos que têm esses recursos é significativa, refletindo a era da tecnologia em que as pessoas estão cada vez mais conectadas e aprendem com ela. Aproximadamente 10,7% mostraram-se indiferentes ou neutros e 5,1% dos alunos consideraram não ter os dispositivos necessários para usar a RA.

Em geral, é possível concluir que a maioria dos alunos está apta a utilizar a Realidade Aumentada para aprender Química.

Gráfico 16 – Pergunta sobre posse de dispositivo necessário para uso da RA

5. Tenho os recursos necessários para usar realidade aumentada (ex.: smartphone).



Fonte: Autoria própria.

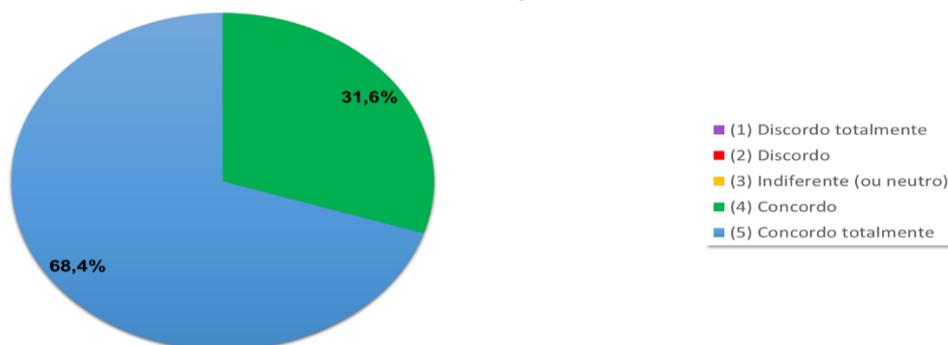
O Gráfico 17 apresenta o resultado sobre se o uso de RA em sala de aula, questionando se houve diversão durante a utilização, para esta questão todos os estudantes responderam de forma positiva. Sendo que, 68,4% concordaram totalmente e 31,6% concordaram parcialmente.

A grande maioria dos alunos acredita que usar RA na sala de aula é divertido e pode ser uma boa ferramenta para aprendizagem.

Os alunos, quando indagados sobre o sentimento e crença de que possuíam o total controle da experiência vivenciada com a utilização da RA durante a atividade e interação na sala de aula, a maioria dos alunos (68,4%) afirmou ter controle sobre a experiência vivenciada com a utilização da Realidade Aumentada (RA) durante a aula, sendo 36,8% em concordância e 31,6% concordando totalmente. No entanto, alguns alunos (21,1%) não concordaram com essa afirmativa. Cerca de 10,5% dos alunos ficaram indiferentes ou neutros a respeito.

Gráfico 17 – Pergunta sobre o uso da RA na sala de aula é divertido

6. Usar realidade aumentada na sala de aula pode ser divertido.

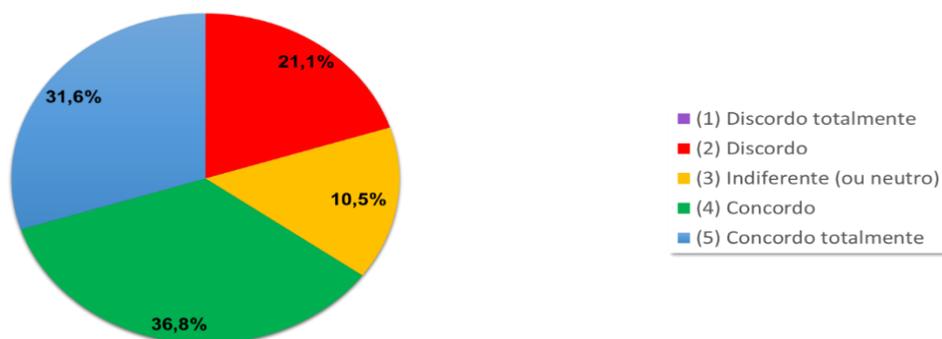


Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 18 apresenta os resultados sobre a sensação de controle da RA, quando em uso, neste caso a maioria dos alunos afirmou ter controle sobre a experiência com a RA na sala de aula, indicando que a utilização da tecnologia pode ser uma ferramenta efetiva para o ensino e aprendizagem. No entanto, ainda há uma pequena porcentagem de alunos que não concordam ou não têm uma opinião formada a respeito.

Gráfico 18 – Acredito que estou controlando a RA quando utilizo.

7. Acredito que sinto que sou eu quem controla a experiência de realidade aumentada.



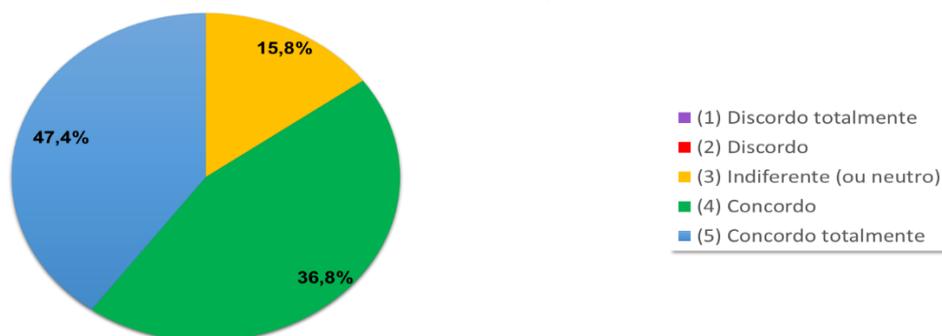
Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 19 apresenta o resultado sobre o potencial da RA para explorar conceitos de Química que seriam mais difíceis de entender de outra forma, a maioria respondeu de maneira positiva, totalizando 84,2% dos alunos. Destes, 47,4% concordaram totalmente e 36,8% estiveram de acordo. Apenas 15,8% dos alunos foram indiferentes ou neutros em relação à questão e não houve discordância.

Com esses resultados, pode-se dizer que a maioria dos alunos acredita que a utilização da RA pode ajudar na compreensão de conceitos de Química de maneira eficiente.

Gráfico 19 – Pergunta sobre o potencial da RA para explorar conceitos difíceis

8. A realidade aumentada poderá permitir-me explorar os conceitos de Química que, de outra forma, não seria possível.



Fonte: Autoria própria.

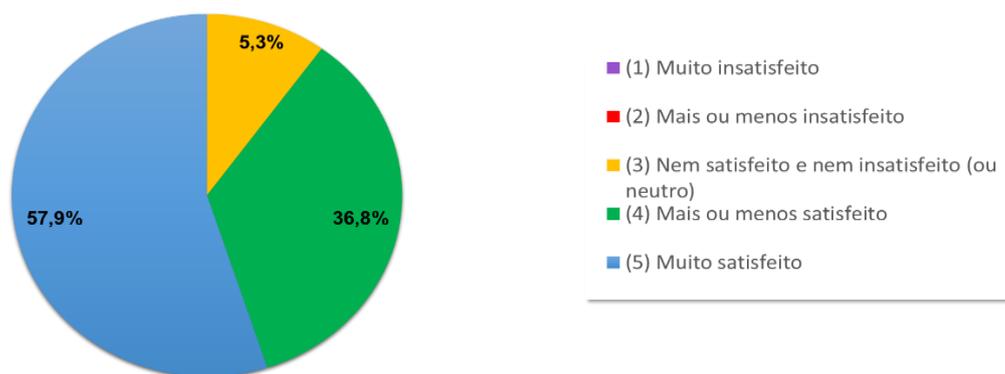
O Gráfico 20 apresenta o resultado sobre o nível de satisfação com a utilização da RA para o ensino e aprendizagem de Química, a maioria dos alunos respondeu de forma positiva, alcançando um total de 57,9% que se sentiram muito satisfeitos. Outros 36,8% se mostraram satisfeitos a algum nível, enquanto apenas 5,3% dos alunos não tiveram uma opinião formada sobre o assunto. É importante destacar que não houve alunos insatisfeitos com a utilização da RA na sala de aula.

A utilização da RA na sala de aula para o ensino e aprendizagem de Química é bem aceita e considerada satisfatória pela maioria dos alunos.

A partir dos resultados do segundo questionário, ficou evidente que os estudantes apresentaram um elevado entusiasmo e interesse pelo uso da RA na sala de aula para aprender conceitos de Química, especificamente, a geometria molecular. A maioria dos estudantes respondeu positivamente às atividades realizadas com a RA, demonstrando que a tecnologia foi eficaz para tornar o aprendizado mais motivador e acessível. Além disso, estudantes que tinham dificuldades com conceitos de Química, especialmente na geometria molecular, se sentiram mais animados com a possibilidade de experimentar esses conceitos através de experiências interativas com a RA.

Gráfico 20 – Nível de satisfação com o uso da RA

9. Qual é seu nível de satisfação ou insatisfação com a utilização da Realidade Aumentada para o ensino de Química?



Fonte: Autoria própria.

Em relação a satisfação com o uso da RA para o ensino de Química, a maioria dos usuários (57,9%) está muito satisfeita com o uso da RA, seguida por uma parcela significativa (36,8%) que respondeu se encontrar mais ou menos satisfeita. Apenas uma pequena minoria (5,3%) está neutra em relação à experiência com a RA. Isso sugere que, em geral, a RA está sendo bem recebida e apreciada pelos usuários no contexto avaliado.

6 CONCLUSÕES

Vimos que, na atualidade, o novo protótipo de Educação exige uma maior análise e reflexão com vista ao uso das TDIC, as quais vêm apresentando grandes avanços e melhorias que fomentam novas pesquisas e novas formas de fazer com que as coisas aconteçam. Apesar de algumas resistências, a tecnologia é uma realidade, e a aprendizagem mediada por ela promete maior autonomia e responsabilidade do educando no processo de ensino-aprendizagem e oferece uma infinidade de ferramentas que favorecem o desenvolvimento de novos conhecimentos em diferentes áreas, destacando-se a Realidade Aumentada (RA) na aprendizagem de conceitos na área de Química, objeto do presente trabalho.

Nesse sentido, esta pesquisa buscou responder: de que maneira a RA facilita a atuação do docente e a compreensão conceitual de Química dos alunos do Ensino Médio? Como o dispositivo móvel pode favorecer o ensino de Química? Qual a importância de cartilhas para a utilização da RA? Que mudanças podem ser observadas nas ações dos docentes de Química após utilizarem a RA para ensinar? Como os alunos compreenderam os conceitos de Química utilizando a RA? E apresentou os objetivos de - criar um aplicativo como protótipo para explorar os conceitos de geometria molecular; promover a inclusão pedagógica no uso da tecnologia, para possibilitar a utilização de RA no contexto educacional aplicada ao ensino de Química para o nível médio e técnico; proporcionar uma maior interação entre professores, alunos e conteúdos didáticos; apresentar os conceitos e ferramentas necessárias para capacitar alunos e professores no uso de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, para adequação dos aplicativos de RA no aprendizado de Química; elaborar uma cartilha para a utilização de aplicativos, de modo a facilitar aos professores e aos alunos o processo de ensino-aprendizagem e fornecer informações sobre recursos disponíveis, suas funções e possíveis aplicações e direcionar os alunos com instruções de utilização dos recursos, como a capacidade de visualização espacial através de animações 3D interativas para diferentes modelos, estruturas e conceitos químicos.

Para isso foram apresentadas algumas hipóteses, às quais foram confirmadas durante a pesquisa. Nesse sentido, concluiu-se que, durante as práticas pedagógicas, a RA facilitou a atuação docente no ensino de conceitos de Química para os alunos do Ensino Médio, gerando maior motivação, interesse nos estudantes, tanto em relação a disciplina quanto sobre a própria RA, outro ponto que recebeu destaque que auxiliou foi o uso de uma linguagem mais contemporânea, própria das novas gerações e vivências dos discentes, com isso foi bem claro que a criação do GEOMOL, aplicativo de RA, utilizado através de um

dispositivo móvel, favoreceu o ensino e a exploração de conceitos de Química e proporcionou maior interação entre o meio digital e os conceitos estudados de Química na sala de aula, além de haver ajudado a fomentar a comunicação, a troca de experiências nas aulas e a maior interação entre educador e educandos.

O estudo apontou, ainda, que a cartilha produzida para auxiliar no conhecimento e uso de aplicativos de RA puderam beneficiar os docentes e discentes no processo de ensino-aprendizagem e trouxeram um maior direcionamento e facilidade do “como fazer”, tendo em vista que a teoria associada à prática é um passo fundamental para a construção de novos saberes e para o desenvolvimento de habilidades e competências, assim como a capacidade de visualização espacial através de animações 3D interativas para diferentes modelos, estruturas e conceitos químicos, como: funções orgânicas, tabela periódica, modelos atômicos, tipos de ligações químicas, ângulos e níveis de ampliação com o contexto a ser estudado.

Portanto, a conclusão é clara de que os alunos demonstraram empolgação com o uso dos aplicativos e aprovaram o método, sendo possível observar momentos de maior reflexão durante as aulas práticas e uma melhora na capacidade de visualização espacial utilizando a RA, uma vez que os alunos se viram imersos com os conteúdos apresentados e estudados na sala de aula, o que trouxe maior visualização e novas formas de explorar as estruturas moleculares. O uso da RA no contexto educacional, trouxe maior motivação, melhorando e promovendo mudanças nas formas de ensinar e aprender.

Espera-se que este trabalho contribua para futuros estudos, despertando o interesse de novos pesquisadores em desenvolver novos aplicativos e métodos de ensino utilizando-se de TCIS para que assim se ampliem as possibilidades de se aprender de um modo mais divertido e efetivo, e que desperte também iniciativas voltadas a uma nova metodologia de ensino que ande de mãos dadas com o desenvolvimento tecnológico e com isso preparando indivíduos mais envolvidos com as inovações tecnológicas.

Recomenda-se que novos estudos envolvam um tempo maior de aplicação das técnicas de observação e incluam formas de avaliações que possam comprovar a aquisição de novos conhecimentos por parte dos alunos, além do compromisso do educador em utilizar as metodologias tecnológicas no processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 14724: **Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos – Apresentação**. [Documento eletrônico]. 2. Ed. Rio de Janeiro, RJ. 2005. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/40070/848544/ABNT+NBR+14724.pdf/d1a5a9ff-d0e7-4bcc-aeb3-8c12ae2260dc>. Acesso em: 31 jul. 2022.
- ALKHATTABI, M. Augmented reality as E-learning tool in primary schools' education: Barriers to teachers' adoption. *Int. J. Emerg. Technol. Learn. (IJET)*, v.12, p. 91–100, 2017.
- ASTUTI, A. P. et al. The use of augmented reality-based learning media to develop the technology literacy of chemistry teachers in the 21st century. In: **RUSSIAN CONFERENCE ON MATHEMATICAL MODELLING IN NATURAL SCIENCES**, 28. Perm, Russia: 2020. Disponível em: <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0000745>. Acesso em: 03 mar. 2021.
- AZUMA, R.; BAILLOT, Y.; Behringer, R.; FEINER, S.; JULIER, S.; MACINTYRE, B. **Recent advances in augmented reality**. *IEEE Comput. Graph. Appl.* 2001, v.21, p. 34–47.
- BARRETO, A.C.; FERREIRA, L.C.; SANTOS, A.L. Realidade aumentada no ensino de química: o uso da tecnologia como metodologia educacional. **Revista Scientia Naturalis**, v. 4, n. 1, p. 174-185, 2022. Disponível em: <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>. Acesso em: 05 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.4.1-13>
- BASKERVILLE, R.; MYERS, M.D. Special Issue on Action Research in IS: Making IS Research Relevant to Practice – Foreword. **MIS Quarterly**, v. 28, n.3, p. 329-335, 2004.
- CAI, S. et al. Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning. **British Journal of Educational Technology**, v. 52, n. 1, p. 235–251, 2021.
- CARMIGNIANI, J.; FURHT, B. Augmented reality: An overview. In: FURHT, B., Ed., **Handbook of Augmented Reality**; New York: Springer, 2011. p. 3–46.
- 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.
- EVANGELISTA, A.; ARDITO, L.; BOCCACCIO, A.; FIORENTINO, M.; PETRUZZELLI, A.M.; UVA, A.E. Unveiling the technological trends of augmented reality: A patent analysis. **Computers in Industry**, v. 118, p. 103221, 2020.
- FARIAS FILHO, A. V. **História da Educação**. 1Ed. EGUS. 2014 Disponível em: <https://docplayer.com.br/34946024-Antonio-vitorino-farias-filho-historia-da-educacao.html>. Acesso em: 25 de nov. 2022.

FREIRE, F. K. S.; MORAIS, I. C. **A importância do uso das tecnologias digitais na sala de aula**. 2022. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Macapá. 2022.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6.ed., São Paulo: Atlas, 2017 p. 174. ISBN 9788597012613. JMOL. Disponível em: <http://jmol.sourceforge.net/>. Acesso em: 25 jun. 2023.

KAUFMANN, H.; SCHMALSTIEG, D. **Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality**. *Comput Graph.*, v. 27, p. 339-345, 2003.

KIKUO, A.; HIDEAKI, K.; TOMOTSUGU, K. Augmented instructions—A fusion of augmented reality and printed learning materials. In: **IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES**, Kaohsiung, Taiwan, 5–8 July 2005. Proceedings.

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. e097220, 2020.

LÉVY, Piérre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, J. C. Concepciones y prácticas de organización y gestión de la escuela: consideraciones introductorias para un examen crítico de la discusión actual en Brasil. In: **Revista Española de Educación Comparada**, Madrid, España, n. 13, p. 155-191, 2007.

LIMA, M. F. de; ARAÚJO, J. F. S de. A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 23, 22 jun. 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/23/a-utilizacao-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-como-recurso-didatico-pedagogico-no-processo-de-ensino-aprendizagem>. Acesso em: 20 de nov. 2022.

LINDGREN, R.; HENFRIDSSON, O.; SCHULTZE, U. Design Principles for Competence Management Systems: a Synthesis of an Action Research Study. **MIS Quarterly**, v.28, n.3, 2004.

MACEDO, A. et al. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. **Revista RENOTE**, v. 14, n. 2, 2016.

MORAN, J.M.; MASETTO, M.T.; BEHRENS, M.A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas, SP: Papirus, 2013.

NICHELE, A. G.; DO CANTO, L. Z.; DA SILVA F. N. Augmented Reality: Apps for Teaching and Learning Chemistry. In: **INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE**, 14., 2020, p. 7650-7655. Disponível em: <https://library.iated.org/view/GRUNEWALDNICHELE2020AUG>. Acesso em: 05 nov. 2022.

OLIVEIRA, M. Gamificação: o uso do QR code e celular numa proposta com professores. **Revista CBTEcLE**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 161–175, 2021. Disponível em:

<https://revista.cbtecle.com.br/index.php/CBTecLE/article/view/206>. Acesso em: 27 abr. 2023.

ORDONHES, R.; SANTOS, P. L. V. A. da C. Marshall McLuhan e o ciberespaço: o ambiente como questão informacional. **REBECIN**, São Paulo, v. 8, edição especial, p. 01-11, 2021. DOI: 10.24208/rebecin.v8i.270. Disponível em: <https://portal.abecin.org.br/rebecin/article/view/270>. Acesso em: 05 set. 2022.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUINTERO, E.; SALINAS, P.; GONZÁLEZ-MENDÍVIL, E.; RAMÍREZ, H. **Augmented reality app for calculus: A proposal for the development of spatial visualization**. *Procedia Comput. Sci.*, v.75, p. 301–305, 2015.

RAUPP, D.T.; DEL PINO, J.C.O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. 29 set. 2013. São Paulo: ABRAPEC, 2013.

SHELTON, B.E.; HEDLEY, N.R. Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. In: **IEEE INTERNATIONAL AUGMENTED REALITY TOOLKIT WORKSHOP**, 1., Darmstadt, Germany, 29 September 2002. Proceedings.

SILVA, A.A.F.; OLIVEIRA, G.S.; ATAÍDES, F.B. Pesquisa-ação: princípios e fundamentos. **Revista PRISMA**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 2-15, 2021. Disponível em: <https://revistaprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/view/39/30>. Acesso em: 25 jun. 2022.

SILVA, R.; OLIVEIRA, J.C.; GIRALDI, G.A. Introduction to augmented reality. **Natl. Lab. Sci. Comput.**, v.11, p. 1–11, 2003.

SCMALSTIEG, D.; REITMAYER, G. The World as a User Interface: Augmented Reality for Ubiquitous Computing. In: Gartner, G., Cartwright, W., Peterson, M.P. (eds) **Location Based Services and TeleCartography**. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. https://doi.org/10.1007/978-3-540-36728-4_28.

SQUIRES, D.R. Immersive learning experiences: Technology enhanced instruction, adaptive learning, augmented reality, and m-learning in informal learning environments. **J. Educ. Technol.**, v. 15, p. 15–21, 2019.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2009. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/ceo/id_cpmenu/770/UDESC_25_09_2020_Thiollent_16015753248368_770.pdf. Acesso em: 25 jun. 2022.

TOGORES, Clara Andrade. **O ensino de química pelo viés da BNCC | E-docente**. 2021. Disponível em: <https://www.edocente.com.br/blog/bncc/o-ensino-de-quimica-pelo-vies-da-bncc/>. Acesso em: 25 set. 2022.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

UNITY. Site oficial. Disponível em: <https://unity.com/pt>. Acesso em: 10 jan. 2023.

VIEIRA, M. M. **A Revolução Tecnológica**: mudanças no mercado de trabalho educacional do nível superior no Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Fernando Pessoa, UCP. Porto, 2020. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/9566/1/DM_37783.pdf. Acesso em: 27 nov. 2022.

WASH. **Site oficial**. Disponível em: <https://wash.net.br/o-que-e-o-wash/>. Acesso em: 03 ago. 2022.

WEB OF SCIENCE. **Site oficial**. Disponível em: <http://webofscience.com>. Acesso em 17 jan. 2023.

WOODS, E.; BILLINGHURST, M.; LOOSER, J.; ALDRIDGE, G.; BROWN, D.; GARRIE, B.; NELLES, C. **Augmenting the Science Centre and Museum Singapore**: Experience. Singapore: Graphite, 2004.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeLZ34xA2dRObbm6yzyI9XPAFYIdLvcdExqL0hKCf3MJjiKtg/viewform>

Questionário de coleta de dados inicial

Este questionário faz parte de uma técnica de coleta de dados para uma Dissertação do programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências da EEL USP. Desde já agradecemos pela oportunidade de contribuir para este projeto!

*Obrigatório

Nome:

*

1. Os livros/apostilas com imagens em 2 dimensões me traz dificuldades para compreender os conceitos de Química. (Aqui poderíamos explorar os assuntos abordados com o professor do COTEL)

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

2. Utilizar imagens em 3 dimensões, poderá ajudar-me a obter maior compreensão sobre os conceitos de Química.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

3. Utilizar tecnologia(s) no ensino, poderá aumentar minha interação na aprendizagem de Química.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

4. Utilizar tecnologia(s) no ensino, torna-se mais divertido a aprendizagem na sala de aula.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

5. Você conhece ou já usou Realidade Aumentada?

*

Sim

Não

6. Se respondeu “Sim” à questão anterior, indique o quão frequente é a sua utilização de realidade aumentada.

- (1) Muito Raramente
- (2) Raramente
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Frequentemente
- (5) Muito Frequentemente

7. Nas disciplinas que já cursei anteriormente, tive dificuldade para visualizar as propriedades químicas.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

8. Você já utilizou Realidade Aumentada para aprender alguma disciplina que já cursou anteriormente?

*

Sim

Não

9. Se respondeu “Sim” à questão anterior, indique qual(ais)?

10. Você possui dispositivo móvel (tablet, smartphone, notebook) com acesso à internet? Se “Sim”, quantos?

*

11. Se respondeu “Sim” à questão anterior, indique qual(ais) plataforma(s) do(s) dispositivo(s) móvel?

- () IOS
- () Android
- () Windows
- () Não sei

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO FINAL

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfb7dj8CUEdztignVU5VTmHjuBW_tP7Bzut09EOvKIvIzTbrA/viewform

Questionário de coleta de dados final

Este questionário faz parte de uma técnica de coleta de dados para uma Dissertação do programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências da EEL USP. Desde já agradecemos pela oportunidade de contribuir para este projeto!

*Obrigatório

Nome:

*

1. Utilizar realidade aumentada pode ajudar-me a obter maior compreensão sobre os conceitos de Química.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

2. Utilizar realidade aumentada pode aumentar o meu interesse na aprendizagem de Química.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

3. Considero que a realidade aumentada é fácil de usar.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

4. Acredito que a minha interação com realidade aumentada é clara e compreensível.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

5. Tenho os recursos necessários para usar realidade aumentada (ex.: smartphone).

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

6. Usar realidade aumentada na sala de aula pode ser divertido.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

7. Acredito que sinto que sou eu quem controla a experiência de realidade aumentada.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

8. A realidade aumentada poderá permitir-me explorar os conceitos de Química que, de outra forma, não seria possível.

*

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Indiferente (ou neutro)
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

9. Qual é seu nível de satisfação ou insatisfação com a utilização da Realidade Aumentada para o ensino de Química?

*

- (1) Muito insatisfeito
- (2) Mais ou menos insatisfeito
- (3) Nem satisfeito e nem insatisfeito (ou neutro)
- (4) Mais ou menos satisfeito
- (5) Muito satisfeito

APÊNDICE C - MODELO DA CARTILHA



Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Nunes, Andre Leite
Os Mistérios da Química com Realidade Aumentada /
Andre Leite Nunes; orientador Durval Rodrigues
Junior - Versão Original. - Lorena, 2023.
49 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de
Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de
Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da
Universidade de São Paulo. 2023

1. Realidade aumentada. 2. Formação docente. 3.
Ensino de química. 4. Aprendizagem. 5. Criação de
aplicativo. I. Título. II. Rodrigues Junior, Durval,
orient.

ISBN: 978-65-00-78110-6

CD



9 786500 781106

André Leite Nunes
Durval Rodrigues Junior

Os mistérios da química com realidade aumentada.
Uma atividade lúdica para o ensino da química no ensino médio.

1º Edição

Lorena
EEL/USP
2023

SINOPSE

Os Mistérios da Química com Realidade Aumentada: Uma Atividade Lúdica para o Ensino da Química no Ensino Médio

Seja bem-vindo(a) à incrível jornada de descobertas científicas com a cartilha "Os Mistérios da Química com Realidade Aumentada". Com o objetivo de auxiliar educadores na mediação de assuntos complexos como sólidos geométricos, geometria molecular e ligações entre átomos, esta cartilha traz 12 aplicativos inovadores que vão transformar o modo como você aprende!

Imagine visualizar as formas dos modelos VSEPR em 3D, compreendendo a distribuição dos átomos em uma molécula como nunca antes. Com o aplicativo "3D VSEPR", essa experiência se torna realidade, e o melhor: é gratuito para Android!

Explore os segredos da tabela periódica com o "AR Atom Visualizer", onde orbitais e moléculas ganham vida em 3D, enquanto você calcula propriedades dos elementos. Disponível para Android, a ciência está ao seu alcance.

E que tal conhecer a estrutura de produtos do dia a dia de forma interativa? O "ARMolVis" é seu guia para visualizar moléculas de alimentos e utensílios em 3D, sem sair do celular. Aproveite, ele está disponível para Android e IOS!

No "ArtsExperiments", um aplicativo versão web, você também poderá visualizar os orbitais e as moléculas em 3D, além de calcular propriedades dos elementos da tabela periódica diretamente do seu navegador.

Com os aplicativos "Atoms Revealed" e "Molecular Constructor", você será um verdadeiro criador de moléculas. Desenhe, visualize geometrias e surpreenda-se com suas criações em 3D. Ambos são gratuitos para Android e IOS.

SINOPSE

Aprender geometria molecular nunca foi tão fascinante! "Geometria Molecular" e "GeoMol" são ferramentas essenciais para compreender a distribuição dos átomos nas moléculas, disponíveis para Android e Windows.

Agora, adentre o universo da Realidade Aumentada com o "ModelAR". Explore estruturas químicas e interaja com moléculas virtuais no mundo real. É diversão e conhecimento em um único aplicativo, gratuito para Android.

E ainda tem mais! Com o "Periodic Table 3D", "QuimicAR" e "RApp Chemistry", você terá uma visão sem precedentes dos orbitais e moléculas em 3D, permitindo calcular propriedades dos elementos da tabela periódica. Todos gratuitos e disponíveis para Android.

Preparamos essa cartilha com carinho, visando tornar o aprendizado da Química e Inglês no 1º ano do Ensino Médio uma experiência intuitiva, envolvente e totalmente inovadora. Desvende os segredos do mundo molecular com a "Desvende a Química em 3D"!

Então, não perca tempo! Viva a emoção do conhecimento em 3D com a Realidade Aumentada. Baixe agora mesmo os aplicativos e mergulhe nessa jornada científica única!

Descubra, aprenda e divirta-se! A ciência nunca foi tão empolgante!

Palavras-chave: Química em 3D. Geometria molecular. Sólidos geométricos. Realidade aumentada. Ensino médio. Ligações entre Átomos. Aplicativos Inovadores. Visualização em 3D. Modelos Vsepr. AR atom visualizer. Armolvis. Atoms revealed. Molecular constructor. Geomol, Modeiar. Periodic table 3D. Quimicar. RApp chemistry, Artsexperiments. Versão web.

Área do conhecimento: Química

Apresentação

Prezado(a) educador(a),

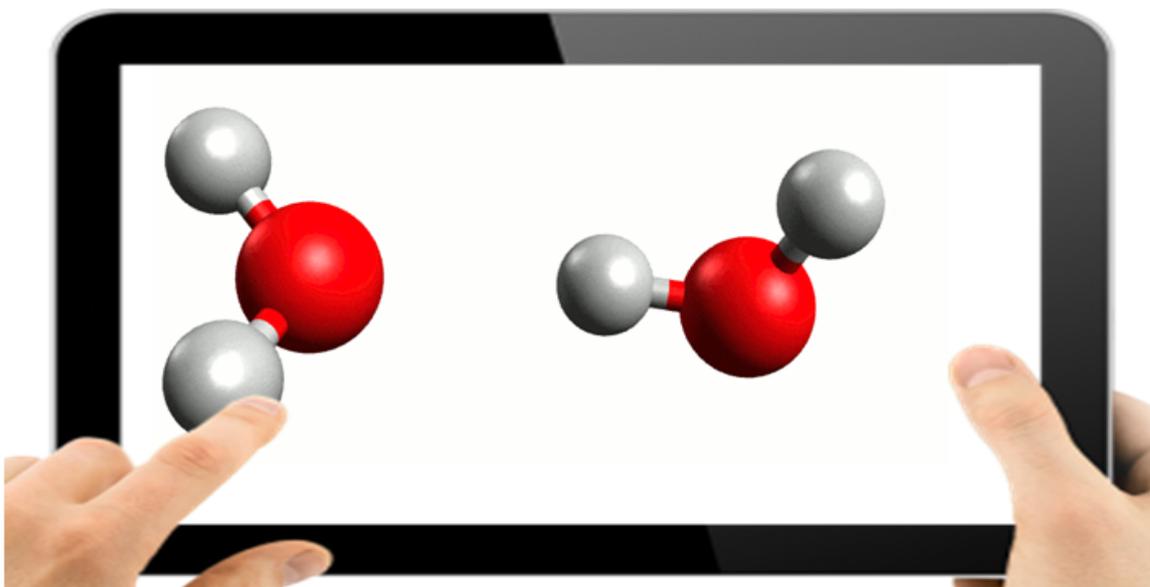
É com satisfação que apresentamos a você a cartilha de atividades/métodos para a utilização da Realidade Aumentada, com o objetivo de auxiliar na mediação dos assuntos relacionados a sólidos geométricos, geometria molecular e ligações entre átomos. Nossa proposta inclui a apresentação de 12 aplicativos que visam tornar a visualização das informações mais intuitiva e simples, facilitando assim a fixação dos conteúdos trabalhados em sala de aula com os alunos do 1º ano do Ensino Médio nas disciplinas de Química e Inglês.

Acreditamos que a prática dessa abordagem deva ser baseada na Atividade Investigativa, que estimula a autonomia do aluno, tornando-o um participante ativo e construtor do próprio conhecimento.

Para tornar a experiência ainda mais enriquecedora, o manual contém informações e orientações importantes para a realização das atividades. Contudo, encorajamos que você se sinta à vontade para adaptá-lo conforme as necessidades e dificuldades específicas que possam surgir ao longo do caminho.

Estamos entusiasmados com essa iniciativa e esperamos que essa ferramenta seja uma valiosa aliada em sua prática educacional.

Parabéns pela iniciativa e boa aula!



SUMÁRIO

Introdução.....	8
Lista de Aplicativos.....	9
Aplicativo 3D VSEPR.....	11
Aplicativo AR Atom Visualizer.....	13
Aplicativo ARMoIVis.....	15
Aplicativo ArtsExperiments.....	21
Aplicativo Atoms Revealed.....	24
Aplicativo Geometria Molecular.....	26
Aplicativo GeoMol.....	28
Aplicativo ModelAR Organic Chemistry.....	36
Aplicativo Molecular Constructor.....	38
Aplicativo Periodic Table 3D.....	40
Aplicativo QuimicAR.....	42
Aplicativo RApp Chemistry.....	45
Referências.....	47

Introdução

Segundo Braga (2001), a realidade virtual deve ser reconhecida como um instrumento grandioso no auxílio à aprendizagem dos alunos, devido às falhas existentes nos métodos tradicionais, pois é um sistema fechado pois não incentiva a descobrir de forma explorativa como construir o saber de maneira duradoura, garantindo uma análise mais próxima do que ocorre, desenvolvendo o trabalho de acordo com a aptidão própria do indivíduo e, portanto, gerando maior motivação aos discentes.

Contudo, já é possível observar que a aprendizagem intermediada pela tecnologia possibilita um maior comprometimento, responsabilidade e autonomia do educando sobre a sua aprendizagem. Ambientes de experimento virtual, tais como a Realidade Aumentada (R.A), podem ajudar os docentes e estudantes na melhoria do processo de ensino e aprendizagem, fomentando à pesquisa por meio da interação com a multimídia, aumentando a motivação, a eficácia educacional e o desempenho dos discentes.

O ensino de conceitos abstratos da Química, por exemplo, é um desafio pela dificuldade que apresenta, e nesse sentido, a realidade aumentada (R.A) oferece maior motivação ao apresentar imagens animadas em 2D e 3D e prometendo grandes resultados, principalmente, por ser uma tecnologia inovadora atrelada à realidade virtual (VR), a qual consiste na imposição de objetos digitais ao mundo real, fazendo uso de softwares e dispositivos móveis que conseguem ler e exteriorizar figuras ou imagens no ambiente real.

Apesar de incorporar a maioria das práticas editoriais no contexto brasileiro, esta cartilha não necessariamente adere às normas das instituições reguladoras, pois encara a edição como um ato criativo que deve dialogar com a diversidade de linguagens e as particularidades de cada obra publicada (HARDT; NEGRI, 2014).

Lista de Aplicativos

3D VSEPR	Com esse aplicativo, é possível visualizar as formas dos modelos VSEPR em 3D, para que você possa entender mais e a distribuição dos átomos em uma molécula. Versão Android, gratuito.
AR Atom Visualizer	Aplicativo para visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica. Versão Android, gratuito.
ARMoIVis	Com este aplicativo é possível visualizar as moléculas em 3D e identificar o nome, a fórmula da química e estrutura de vários produtos de uso diário, incluindo alimentos e utensílios. Versão Android e IOS, gratuito.
ArtsExperiments	Com esse aplicativo, é possível visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica. Versão Web, gratuito.
Atoms Revealed	Aplicativo utilizado para a criação de moléculas a partir do software, pode-se desenhar uma molécula e visualizar sua geometria ao mesmo tempo. Versão Android e IOS, gratuito.
Geometria Molecular	Com este aplicativo é possível ensinar geometria molecular e a distribuição dos átomos em uma molécula. Versão Android e Windows, gratuito.

Lista de Aplicativos

GeoMol	Aplicativo para ensinar geometria molecular e a distribuição dos átomos em uma molécula. Versão Android, gratuito.
ModelAR	Com este aplicativo é possível explorar estruturas químicas criando uma molécula no espaço de trabalho e rapidamente alternar para inserir em AR permitindo interagir com moléculas virtuais no espaço real. Versão Android, gratuito.
Molecular Constructor	Aplicativo utilizado para a criação de moléculas a partir do software, pode-se desenhar uma molécula e visualizar sua geometria ao mesmo tempo. Versão Android e IOS, gratuito.
Periodic Table 3D	Com este aplicativo é possível visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica. Versão Android, gratuito.
QuimicAR	Aplicativo utilizado para visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica. Versão Android, gratuito.
RApp Chemistry	Com este aplicativo é possível visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica. Versão Android, gratuito.

Aplicativo 3D VSEPR

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Visualizar as formas dos modelos VSEPR em 3D, para que você possa entender mais e resolver suas confusões.
Idioma	Português.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android.
Necessita de acesso a internet	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



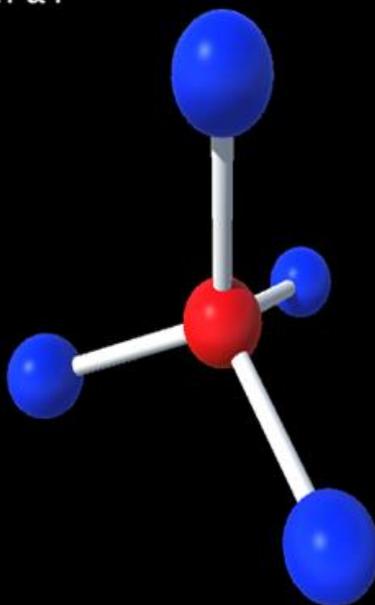
Aplicativo 3D VSEPR

1º Passo: Entrar no https://play.google.com/store/apps/details?id=com.enteriosoft.vsepr&hl=pt_BR&gl=US utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:



2º CLICAR nas setas laterais para fazer a demonstração em 3D.

Tetrahedral
AB₄



Aplicativo AR Atom Visualizer

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica.
Idioma	Inglês.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android.
Necessita de acesso a internet	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



Aplicativo AR Atom Visualizer

1º Passo: Entrar no site

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.signalgarden.atomvisualizer&hl=PT&gl=BR> utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:



2º CLICAR em qualquer elemento da tabela periódica que queira fazer a demonstração em 3D e arrastar para o ambiente.



3º Nesse momento, o elemento químico selecionado APARECERÁ NO ESPAÇO ou ambiente selecionado pelo aluno na sala de aula.



Aplicativo ARMoIVis

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Visualizar as moléculas em 3D e identificar o nome, a fórmula da química e estrutura de vários produtos de uso diário, incluindo alimentos e utensílios.
Idioma	Inglês.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android e IOS.
Necessita de acesso a internet	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



Aplicativo ARMoIVis

1º Passo: Entrar no site

https://play.google.com/store/apps/details?id=nus.cc.mobile.armoIvis&hl=pt_BR&gl=US utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:

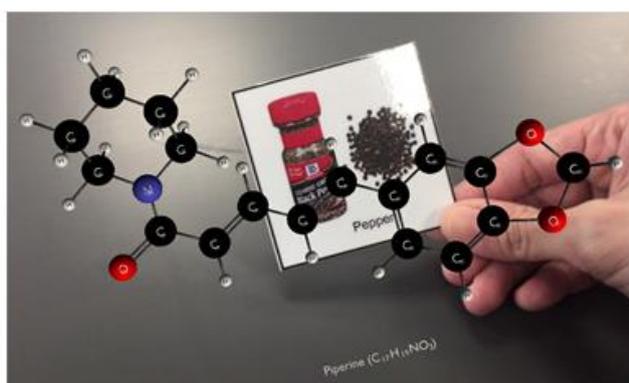


2º APONTAR a câmera do celular para a figura marcador.



Pepper

3º Nesse momento, o elemento químico selecionado APARECERÁ NO ESPAÇO ou ambiente selecionado pelo aluno na sala de aula.



Aplicativo ARMoIVis



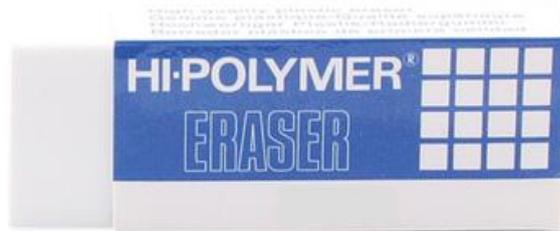
Detergent



Coffee Bean



Baking Soda



Eraser



Chilli Peppers

Aplicativo ARMoIVis



Lemon



Liquid Petroleum Gas (LPG)



Monosodium Glutamate (MSG)



Glass



Magnet

Aplicativo ARMoIVis



Nail



Nail Polish Remover



Pen Ink



Plastic



Painkiller

Aplicativo ARMolVis



Soap



Vinegar



Salt



Vitamin C Tablet

Aplicativo ArtsExperiments

Este aplicativo do Google é uma tabela periódica de elementos, o qual faz a representação dos elementos químicos e permite selecionar todos os grupos (metalóides, gases nobres etc.) clicando em qualquer elemento químico da tabela, ademais de mostrar todos os detalhes do elemento, tais como: massa atômica, densidade, ano de descoberta, explicação, etc.

O aplicativo é divertido para usar, uma vez que a estrutura atômica aparece em movimento e em 3D; você consegue arrastar e mover com o mouse para observar os elétrons em suas órbitas, bem como os prótons e nêutrons no núcleo. Embora se saiba que essa representação no estilo “mini Sistema Solar” não é uma das melhores para entender como os átomos e sua estrutura subatômica realmente se parecem, também é a mais fácil de visualizar e alguns de seus aspectos são tão práticos quanto clássicos.

Traz a possibilidade de brincar com as estruturas em 3D e de conceber vídeos de RA para uma aplicação didática.

1 H Hydrogen																	2 He Helium																												
3 Li Lithium	4 Be Berilium											5 B Boro	6 C Carbono	7 N Nitrogeno	8 O Oxigeno	9 F Fluoreto	10 Ne Neon																												
11 Na Sódio	12 Mg Magnésio											13 Al Alumínio	14 Si Silício	15 P Fosfóforo	16 S Enxofre	17 Cl Cloro	18 Ar Argônio																												
19 K Potássio	20 Ca Cálcio	21 Sc Escândio	22 Ti Titânio	23 V Vanádio	24 Cr Crom	25 Mn Manganês	26 Fe Ferro	27 Co Cobalto	28 Ni Níquel	29 Cu Cobre	30 Zn Zinco	31 Ga Gálio	32 Ge Germânio	33 As Arsênio	34 Se Selênio	35 Br Bromo	36 Kr Criptônio																												
37 Rb Rubídio	38 Sr Strôncio	39 Y Ítrio	40 Zr Zircônio	41 Nb Níbio	42 Mo Molibdênio	43 Tc Técnetio	44 Ru Ródio	45 Rh Ródio	46 Pd Paládio	47 Ag Prata	48 Cd Cádmio	49 In Índio	50 Sn Estanho	51 Sb Antimônio	52 Te Telúrio	53 I Iodo	54 Xe Xenônio																												
55 Cs Césio	56 Ba Bário	57 La Lantânio	72 Hf Háfnio	73 Ta Tântalo	74 W Wolfrâmio	75 Re Rênio	76 Os Osmio	77 Ir Írídio	78 Pt Platina	79 Au Ouro	80 Hg Mercúrio	81 Tl Tlúmio	82 Pb Chumbo	83 Bi Bismuto	84 Po Polônio	85 At Astato	86 Rn Radônio																												
87 Fr Francio	88 Ra Rádium	89 Ac Actínio	104 Rf Rifório	105 Db Dubnio	106 Sg Seaborgio	107 Bh Bório	108 Hs Háscio	109 Mt Moscóvio	110 Ds Darmstádio	111 Rg Roentgênio	112 Cn Copernício	113 Nh Nihônio	114 Fl Fleróvio	115 Mc Moscóvio	116 Lv Livermório	117 Ts Tenessio	118 Og Oganessio																												
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>58 Ce Célio</td> <td>59 Pr Praseodímio</td> <td>60 Nd Néodímio</td> <td>61 Pm Promécio</td> <td>62 Sm Samarco</td> <td>63 Eu Europio</td> <td>64 Gd Gadolínio</td> <td>65 Tb Terbólio</td> <td>66 Dy Dípsrio</td> <td>67 Ho Hólio</td> <td>68 Er Érbio</td> <td>69 Tm Tulio</td> <td>70 Yb Ítrio</td> <td>71 Lu Lutécio</td> </tr> <tr> <td>90 Th Tório</td> <td>91 Pa Protactínio</td> <td>92 U Urânio</td> <td>93 Np Neptúlio</td> <td>94 Pu Plutônio</td> <td>95 Am Americônio</td> <td>96 Cm Cúrio</td> <td>97 Bk Berquélio</td> <td>98 Cf Califórnia</td> <td>99 Es Einsteinio</td> <td>100 Fm Fermio</td> <td>101 Md Mendelevio</td> <td>102 No Nobelio</td> <td>103 Lr Lawrencio</td> </tr> </tbody> </table>																		58 Ce Célio	59 Pr Praseodímio	60 Nd Néodímio	61 Pm Promécio	62 Sm Samarco	63 Eu Europio	64 Gd Gadolínio	65 Tb Terbólio	66 Dy Dípsrio	67 Ho Hólio	68 Er Érbio	69 Tm Tulio	70 Yb Ítrio	71 Lu Lutécio	90 Th Tório	91 Pa Protactínio	92 U Urânio	93 Np Neptúlio	94 Pu Plutônio	95 Am Americônio	96 Cm Cúrio	97 Bk Berquélio	98 Cf Califórnia	99 Es Einsteinio	100 Fm Fermio	101 Md Mendelevio	102 No Nobelio	103 Lr Lawrencio
58 Ce Célio	59 Pr Praseodímio	60 Nd Néodímio	61 Pm Promécio	62 Sm Samarco	63 Eu Europio	64 Gd Gadolínio	65 Tb Terbólio	66 Dy Dípsrio	67 Ho Hólio	68 Er Érbio	69 Tm Tulio	70 Yb Ítrio	71 Lu Lutécio																																
90 Th Tório	91 Pa Protactínio	92 U Urânio	93 Np Neptúlio	94 Pu Plutônio	95 Am Americônio	96 Cm Cúrio	97 Bk Berquélio	98 Cf Califórnia	99 Es Einsteinio	100 Fm Fermio	101 Md Mendelevio	102 No Nobelio	103 Lr Lawrencio																																

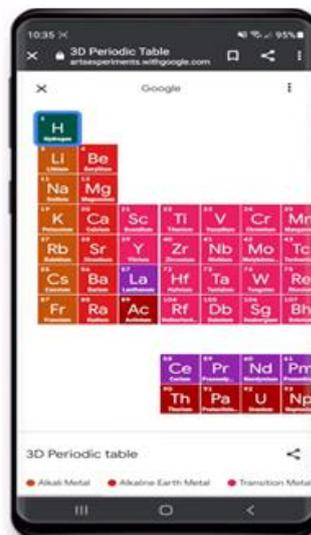
Aplicativo ArtsExperiments

Características Gerais	
Ícone	Plataforma Web.
Objetivo	Visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica.
Idioma	Português.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android, IOS e PC.
Necessita de acesso a internet	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



Aplicativo ArtsExperiments

1º **Passo:** Entrar no site <https://artsexperiments.withgoogle.com/periodic-table/> utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:

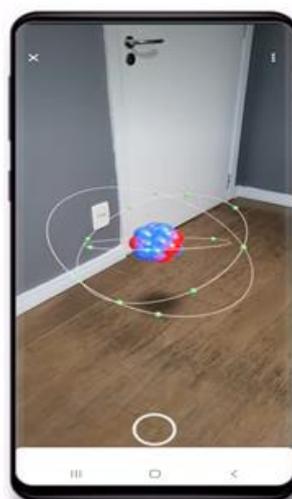


2º **CLICAR** em qualquer elemento da tabela periódica que queira fazer a demonstração em 3D.



3º Ao **CLICAR** no elemento químico que deseja aplicar a realidade aumentada, **CLICAR** no botão “**VIEW IN YOUR SPACE**”

4º Nesse momento, o elemento químico selecionado **APARECERÁ NO ESPAÇO** ou ambiente selecionado pelo aluno na sala de aula.



Aplicativo Atoms Revealed

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica.
Idioma	Inglês.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android.
Necessita de acesso a internet	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



Aplicativo Atoms Revealed

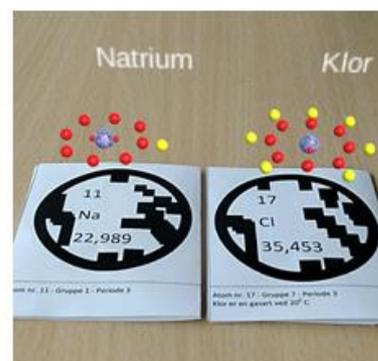
1º Passo: Entrar no site <https://apkpure.com/atoms-revealed/com.Tradium.AtomsRevealed/download> utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:



2º APONTAR a câmera do celular para a figura marcador.



3º Nesse momento, o elemento químico selecionado APARECERÁ NO ESPAÇO ou ambiente selecionado pelo aluno na sala de aula.



Aplicativo Geometria Molecular

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Ensinar geometria molecular e a distribuição dos átomos em uma molécula.
Idioma	Português.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android e Windows.
Necessita de acesso a internet	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



Aplicativo Geometria Molecular

1º Passo: Entrar no

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ElissonMichael.LigacoesCovalentes&hl=pt_BR&gl=US

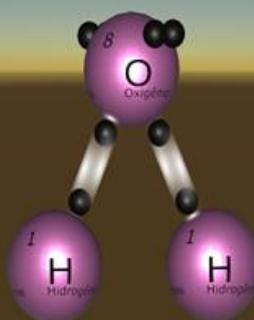
utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:



2º CLICAR em ADICIONAR para inserir o elemento químico que queira fazer a demonstração da molécula e visualização em 3D.

Número de Elétons
Não Compartilhados | Valência
O: 4 | 8 (ESTÁVEL)
H: 0 | 2 (ESTÁVEL)
H: 0 | 2 (ESTÁVEL)

Geometria:
Angular (Hibridização sp^3) 2
Pares de Elétons



AJUD

ORBITAL

REINICIAR

ADICIONAR

REMO

Aplicativo GeoMol

O GEMOL é o modelo de protótipo pensado para apoiar o docente de Química durante o processo de ensino e aprendizagem dos educandos no contexto educativo. Se trata de um aplicativo para trabalhar conceitos de Geometria molecular.

Essa disciplina possibilita a distribuição espacial dos átomos dentro de uma molécula e está dividida em cinco casos principais, dependendo da quantidade de átomos e da presença ou não de pares de elétrons livres presentes em cada molécula:

- ✓ **Geometria linear** - moléculas com dois átomos não possuem elemento central. Com três átomos possuem elemento central sem o par de elétrons livres. **Ex.:** CO₂;
- ✓ **Geometria angular** – moléculas formadas com três átomos e o elemento central possui o par de elétrons livres. **Ex.:** H₂O;
- ✓ **Geometria trigonal planar** – moléculas formadas com quatro átomos sem par de elétrons livres no elemento central. **Ex.:** BF₃;
- ✓ **Geometria piramidal** – moléculas formadas com quatro átomos e com par de elétrons livres no elemento central. **Ex.:** NH₃;
- ✓ **Geometria tetraédrica** – moléculas formadas com cinco átomos e o elemento central não contém par de elétrons livres. **Ex.:** CH₄



Aplicativo GeoMol

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Ensinar geometria molecular e a distribuição dos átomos em uma molécula.
Idioma	Português.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android.
Necessita de acesso a internet	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente

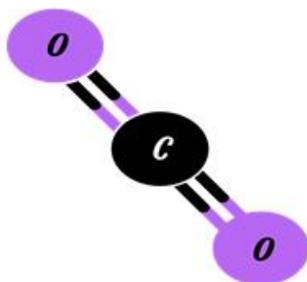


Aplicativo GeoMol

1º Entrar no site https://docs.google.com/uc?export=download&id=1-sdUwy16_bDZnL2xwsoTOyQtHSuQTTle, pelo navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o CÓDIGO QR, abaixo:



2º CLICAR no botão "INICIAR".



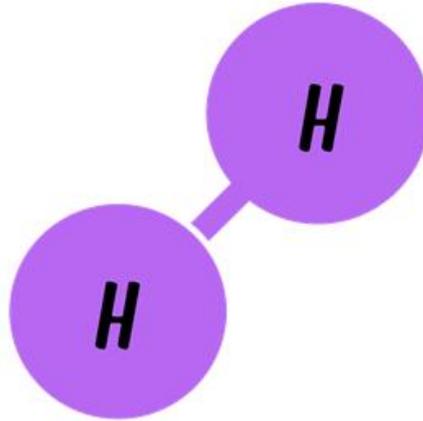
3º APONTAR a câmera do dispositivo para o símbolo do elemento químico CO₂, ao lado, o qual é um exemplo de geometria linear.

4º O elemento químico CO₂ em 3D APARECERÁ no ambiente.

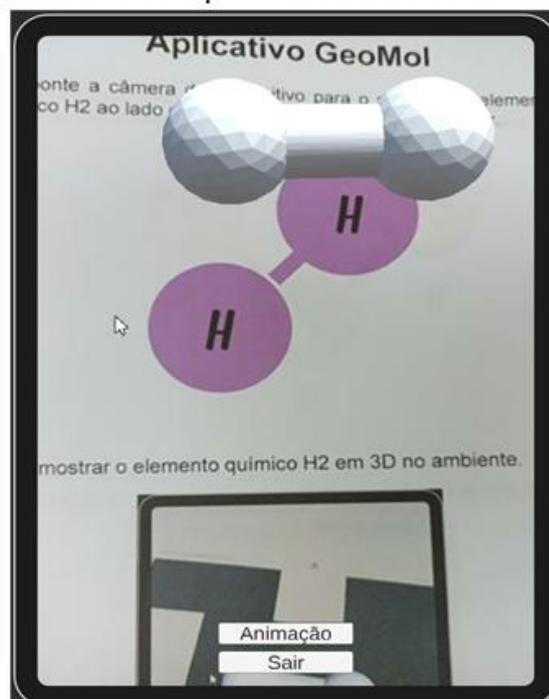


Aplicativo GeoMol

5º APONTAR a câmera do dispositivo para o símbolo do elemento químico H₂, ao lado, o qual é um exemplo de geometria linear.

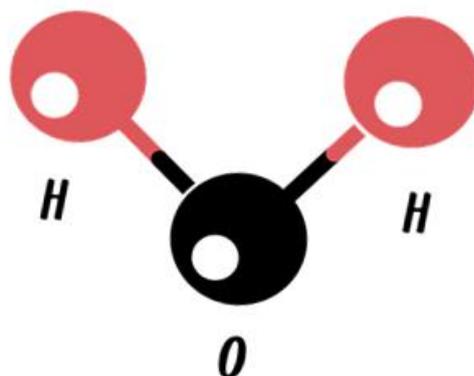


6º Irá mostrar o elemento químico H₂ em 3D no ambiente.

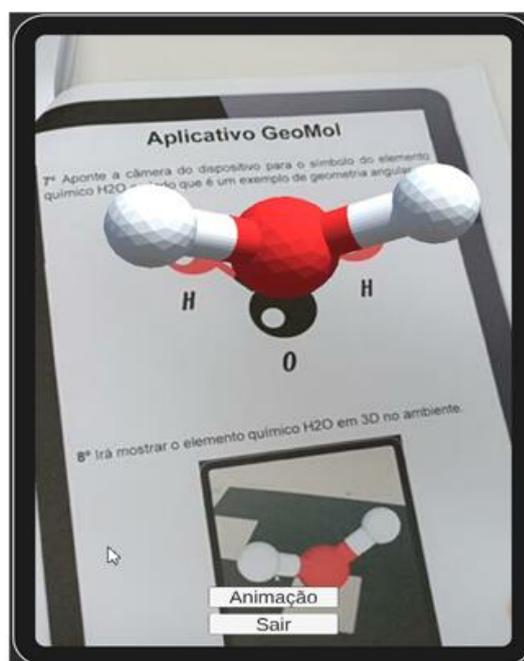


Aplicativo GeoMol

7º APONTAR a câmera do dispositivo para o símbolo do elemento químico H₂O ao lado, o qual é um exemplo de geometria angular.

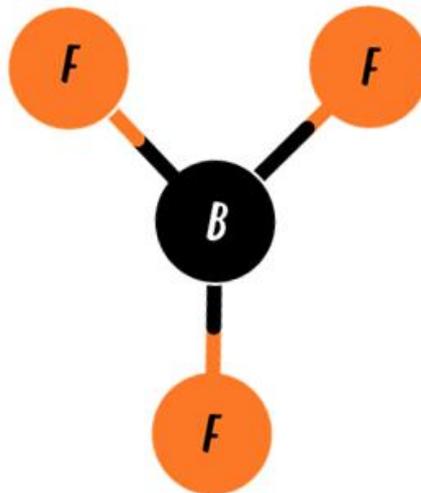


8º O elemento químico H₂O em 3D APARECERÁ no ambiente.

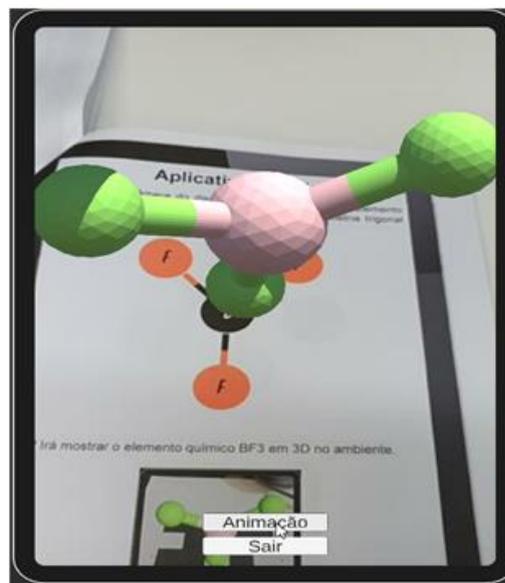


Aplicativo GeoMol

9º Aponte a câmera do dispositivo para o símbolo do elemento químico BF₃ ao lado que é um exemplo de geometria trigonal plana.

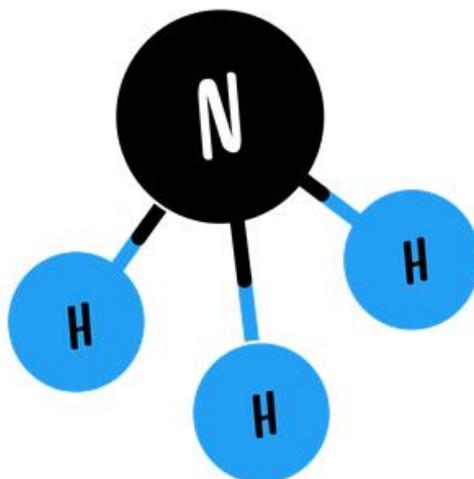


10º Irá mostrar o elemento químico BF₃ em 3D no ambiente.

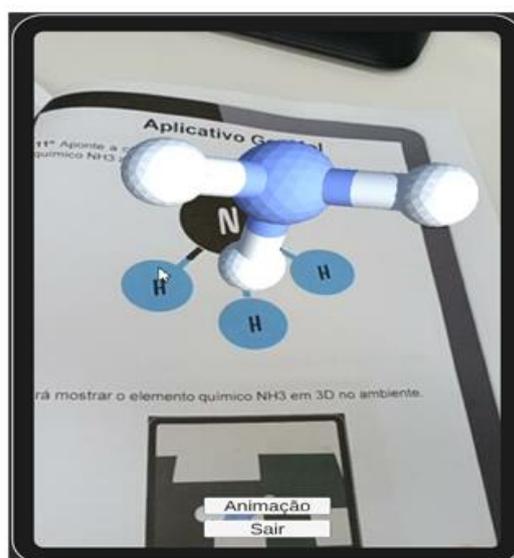


Aplicativo GeoMol

11º APONTAR a câmera do dispositivo para o símbolo do elemento químico NH₃ ao lado, o qual é um exemplo de geometria piramidal.

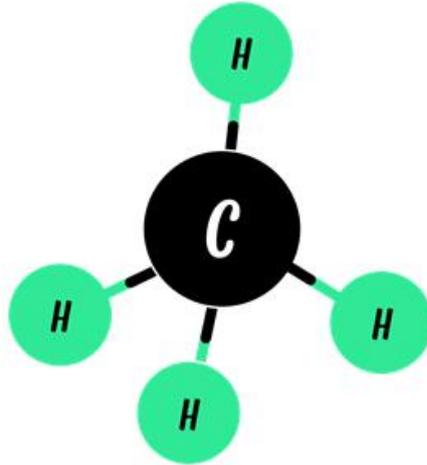


12º O elemento químico NH₃ em 3D APARECERÁ no ambiente.

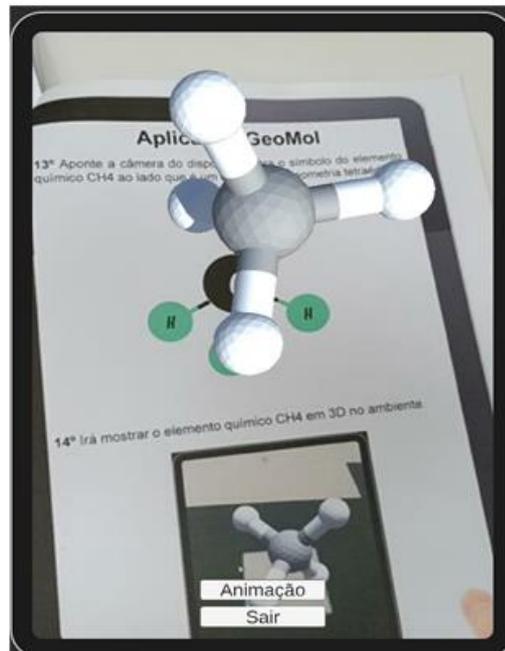


Aplicativo GeoMol

13º APONTAR a câmera do dispositivo para o símbolo do elemento químico CH₄ ao lado, o qual é um exemplo de geometria tetraédrica.



14º O elemento químico CH₄ em 3D APARECERÁ no ambiente.



Aplicativo ModelAR

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Explorar estruturas químicas criando uma molécula no espaço de trabalho e rapidamente alternar para inserir em AR permitindo interagir com moléculas virtuais no espaço real.
Idioma	Português.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android.
Necessita de acesso a internet	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



Aplicativo ModelAR

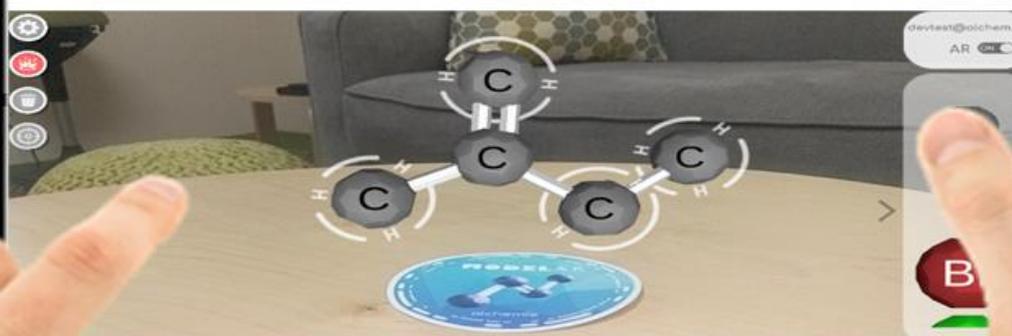
1º Passo: Entrar no https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alchemie.modelset&hl=pt_BR&gl=US utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:



2º APONTAR a câmera do celular para a figura marcador.



3º Nesse momento, o elemento químico selecionado APARECERÁ NO ESPAÇO ou ambiente selecionado pelo aluno na sala de aula.



Aplicativo Molecular Constructor

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Construir e manipular modelos de moléculas em 3D.
Idioma	Inglês.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android, IOS e PC.
Necessita de acesso a internet	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



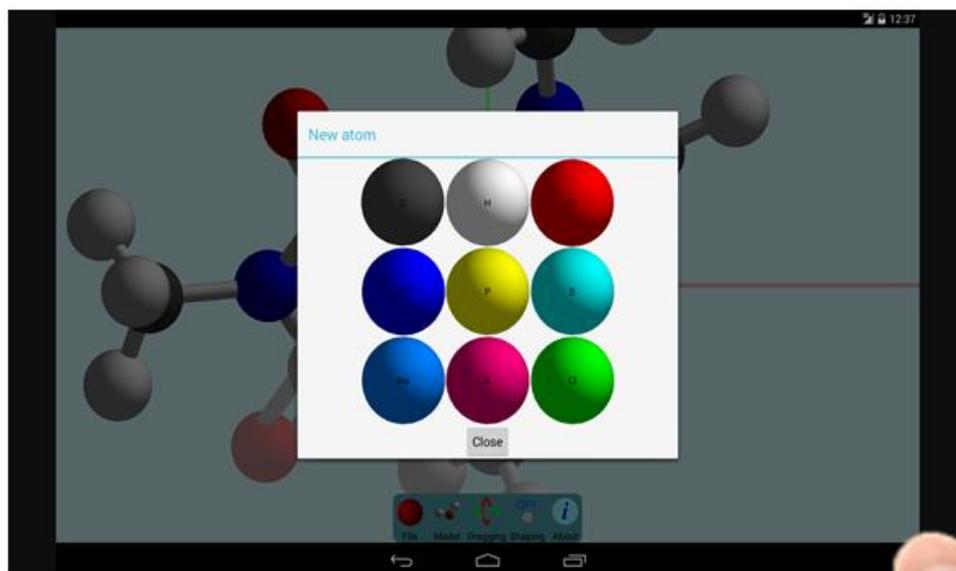
Aplicativo Molecular Constructor

1º Passo: Entrar no

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alextepl.molconstr&hl=pt_BR&gl=US utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:



2º CLICAR em qualquer elemento da tabela periódica que queira fazer a demonstração em 3D.



Aplicativo Periodic Table 3D

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica.
Idioma	Inglês.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android.
Necessita de acesso a internet	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente

DISPONÍVEL NO
 Google Play



Aplicativo QuimicAR

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica.
Idioma	Português.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android.
Necessita de acesso a internet	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



Aplicativo QuimicAR

1º Passo: Entrar no <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.CreativiTIC.AugmentedClass> utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:



2º APONTAR a câmera do celular para a figura marcador.



3º Nesse momento, o elemento químico selecionado APARECERÁ NO ESPAÇO ou ambiente selecionado pelo aluno na sala de aula.



Aplicativo QuimicAR

1º Passo: Entrar no

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MohamedMasoud.Atom> utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:



2º CLICAR em qualquer elemento da tabela periódica que queira fazer a demonstração em 3D.

The screenshot displays the QuimicAR app interface. On the left, a 3D atomic model shows a central nucleus with red and white spheres, surrounded by four blue electrons on two concentric green orbits. The text 'NET CHARGE: 0' and 'MASS NUMBER: 4' is visible. On the right, a periodic table is shown with various elements color-coded by groups. Below the table, there are three 3D molecular models in blue boxes, each with a plus sign above it. The first model shows two blue spheres, the second shows two red spheres, and the third shows two grey spheres. At the bottom center, the element Helium (He) is highlighted with its symbol, name 'HELIUM', and the word 'STABLE' below it. To the right of the Helium box, the text reads: 'HELIUM IS AN INERT GAS AND THE SECOND-LIGHTEST ELEMENT.' There are also control buttons for zooming (1X, 2X) and a refresh icon.

Aplicativo RApp Chemistry

Características Gerais	
Ícone	
Objetivo	Visualizar os orbitais e as moléculas em 3D e calcular propriedades dos elementos da tabela periódica.
Idioma	Espanhol.
Custo	Gratuito.
Características Técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	Android.
Necessita de acesso a internet	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente



Aplicativo RApp Chemistry

1º Passo: Entrar no

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.RApp.Chemistry&hl=pt_BR&gl=US utilizando o navegador do celular. Ou APONTAR a câmera do celular para o código QR, a seguir:



2º APONTAR a câmera do celular para a figura marcador.



3º Nesse momento, o elemento químico selecionado APARECERÁ NO ESPAÇO ou ambiente selecionado pelo aluno na sala de aula.



REFERÊNCIAS

ABNER, A.L. **Dicas de aplicativos**. [201-]. Disponível em: <https://andreluiseabner.wordpress.com/dicas-de-aplicativos/>. Acesso em: 04 ago. 2022.

ALCHEMIE SOLUTIONS, INC. **Aplicativo ModelAR Organic Chemistry**. 2020. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alchemie.modelset>. Acesso em: 04 ago. 2022.

ARTS EXPERIMENTS. **3D Periodic Table. Arts & culture experiments** - Google. 2016. Disponível em: <https://artsexperiments.withgoogle.com/periodic-table/>. Acesso em: 04 ago. 2022.

BARNDT, J. et al. AR Atom Visualizer for ARcore. **Signal garden research**. 2017. Disponível em: <https://play.google.com/store/search?q=AR%20atom%20visualizer&c=apps>. Acesso em: 04 ago. 2022.

BRAGA, M. Realidade virtual e educação. **Revista de Biologia e ciências da terra**, v.1, n. 1, 2001, p. 01-09. ISSN 1519-5228. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50010104.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BRASIL. **App Store.png**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/imagens-de-servicos/apple.png/view>. Acesso em: 04 ago. 2022.

CHICAGO, Museum of Science and Industry. **goREACT**. Google play. 2017. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.goReact&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 4 ago. 2022.

CREATIVITIC. **QuimicAR**. 2014. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.CreativiTIC.AugmentedClass>. Acesso em: 04 ago. 2022.

REFERÊNCIAS

DESCOMPLICA. **Quer quer Desenhe?** Geometria Molecular. 2016. Disponível em: https://no.descomplica.com.br/geometria-molecular/vestibulares?utm_source=social_youtube&utm_medium=descricao&utm_campaign=vest-qqd-alwayson-retafinal&utm_content=vest-null-null-ebook-lead-chamada-null-null-qqdgeometriamolecular-28092019_1200. Acesso em: 04 ago. 2022.

ENTERIOSOFT. **3D Vsepr**. 2017. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.enteriosoft.vsepr>. Acesso em: 04 set. 2022.

EVOBOOKS. **Átomos, elementos e moléculas**. EvoBooks editora digital S.A. 2021. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evobooks.ModelosAtomicosDemo&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 04 ago. 2022.

FIRMINO, E. da S. et al. Aplicativos móveis para uso no Ensino de Químico: uma breve análise. **Research, Society and Development (Redalyc)**, Itajubá, vol. 8, n. 7, p. 1-14, 2019. ISSN: 2525-3409 / 2525-3409. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662198023/html/>. Acesso em: 04 ago. 2022.

GOOGLE PLAY. **Bem-vindo à página de selos do Google**. [s.d]. Disponível em: <https://play.google.com/intl/pt-BR/badges/>. Acesso em: 04 ago. 2022.

GOOGLE PLAY. **ARMmolVis**. National Univesity os Singapore. 2016. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=nus.cc.mobile.armmolvis>. Acesso em: 04 ago. 2022.

HARDT, M.; NEGRI, A. **Declaração: Isto não é um manifesto**, n-1 edições, São Paulo: Helsinki, 2014. ISBN 978-85-66943-09-2. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1847042/mod_resource/content/1/Hardt%20e%20Negri.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

HOEG, M. R. **Atoms Revealed**. APKpure. 2019. Disponível em: <https://apkpure.com/atoms-revealed/com.Tradium.AtomsRevealed>. Acesso em: 04 ago. 2022.

REFERÊNCIAS

PINHEIRO, C. **Scan4Chem**. Apps para Educação, Rede de Bibliotecas Escolares | Aplicações para Dispositivos Móveis, 08 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://appseducacao.rbe.mec.pt/2021/02/08/scan4chem/>. Acesso em: 04 ago. 2022.

PNGWING. **Tábua, tablet, preto, exibir clipart de tablet png**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.pngwing.com/pt/free-png-dkkbp>. Acesso em: 04 ago. 2022.

RAPPCHEMISTRY. **RAppChemistry**: AR. 2020. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.RApp.Chemistry>. Acesso em: 04 ago. 2022.

SPECIAL MEDIA TECH. **Chemistry** - Chemical Kinetics. Google play. 18 set. 2020. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.androVR.chemicalkinetics&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 04 ago. 2022.

TEPLUKHIN, Alexander. **Molecular Constructor**. Google play. 2019. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alextepl.molconstr&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 04 ago. 2022.

TURVY. Organic **Reactions**. 2018. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.turvy.organicreaction>. Acesso em: 4 ago. 2022.

UMWELTBUNDESAMT. **Scan4Chem**. 2023. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=de.uba.scan4chem&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em 04 ago. 2022.

WEBMO, LLC. **WebMO**. 2021. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=net.webmo.android.moledit&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 04 ago. 2022.