

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

SERGIO HENRIQUE DE ALMEIDA

**ESTUDO DA CONTRIBUIÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO
DE QUÍMICA NOS CURSOS TÉCNICOS INTEGRADOS AO ENSINO MÉDIO NO
IFG CÂMPUS JATAÍ**

JATAÍ

2017

SERGIO HENRIQUE DE ALMEIDA

**ESTUDO DA CONTRIBUIÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO
DE QUÍMICA NOS CURSOS TÉCNICOS INTEGRADOS AO ENSINO MÉDIO NO
IFG CÂMPUS JATAÍ**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de pesquisa: Fundamentos, metodologias e recursos para a Educação para Ciências e Matemática.

Sublinha de pesquisa: Ensino de Química.

Orientador: Prof. Dr. Carlos César da Silva

JATAÍ

2017

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

ALM/est	Almeida, Sergio Henrique de. Estudo da contribuição da realidade aumentada para o ensino de química nos cursos técnicos integrados ao ensino médio no IFG Câmpus Jataí [manuscrito] / Sergio Henrique de Almeida. -- 2017. 83 f.; il. Orientador: Prof. Dr. Carlos Cézar da Silva. Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós - Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2017. Bibliografias. Apêndices. 1. Tecnologia. 2. Realidade aumentada. 3. Ensino de Química. 4. Isomeria. I. Silva, Carlos Cézar da. II. IFG, Campus Jataí. III. Título. CDD 507.8
---------	---

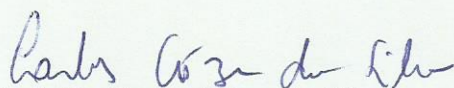
SERGIO HENRIQUE DE ALMEIDA

**ESTUDO DA CONTRIBUIÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NOS CURSOS TÉCNICOS INTEGRADOS AO ENSINO
MÉDIO NO IFG CÂMPUS JATAÍ**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática.

Esta dissertação foi defendida e aprovada, em 16 de novembro de 2017, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA:



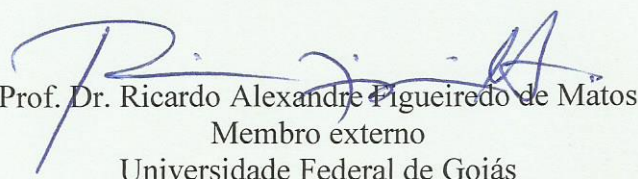
Prof. Dr. Carlos César da Silva
Presidente da banca / Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás



Prof. Dr. Aladir Ferreira da Silva Júnior
Membro interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás



Prof. Dr. Ricardo Alexandre Pigueiredo de Matos
Membro externo
Universidade Federal de Goiás

Dedico este trabalho à memória de meu pai, que durante toda a jornada que cumpriu em sua vida, sempre me incentivou a prosseguir com meus estudos, dando o exemplo de honestidade, educação e de luta por nossos objetivos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a capacidade, paciência e sabedoria para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha esposa pela companhia, carinho e paciência.

À minha adorada mãe, por demonstrar com todo amor e carinho a preocupação que sente em relação a minha vida e escolhas, por me aconselhar nas horas de dificuldades e incentivar a conclusão desta importante etapa.

Aos meus irmãos, por acreditarem em meu potencial, e por sempre demonstrarem interesse e apoio em momentos difíceis.

À minha família, por toda credibilidade, confiança e compreensão que demonstrou durante todo o tempo em que estive ausente.

Aos colegas, que torceram por minha conquista, que me proporcionaram momentos de distrações em períodos eufóricos e que não desacreditaram em minhas aptidões.

A esta instituição e membros que à compõe, por possibilitarem o acesso a oportunidade de iniciar, desenvolver e concluir este sonho.

A todos os meus professores, que compartilhando suas experiências e sabedorias proporcionaram melhorias significativas em minha pesquisa.

Ao meu professor e orientador Carlos César da Silva, pelo profissionalismo, ressaltando a dedicação e as contribuições para o desenvolvimento deste trabalho, além da confiança, paciência e incentivo dedicados a mim.

Aos alunos participantes da pesquisa, pela disponibilidade e contribuições compartilhadas.

Ao professor Hailton Ferreira Pereira (*in memoriam*) pela importante contribuição no desenvolvimento da pesquisa e em especial ao carinho e a alegria dedicado a todos que o conheciam.

Aos membros da banca de qualificação e de defesa, professor Aladir Ferreira da Silva Júnior e Ricardo Alexandre Figueiredo de Matos, pela apreciação, revisão e avaliação crítica que contribuiu para o aperfeiçoamento da pesquisa.

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a conquista de mais esta etapa.

Educação não transforma o mundo.

Educação muda pessoas.

Pessoas transformam o mundo.

(Paulo Freire)

RESUMO

Este estudo buscou analisar as contribuições da tecnologia da Realidade Aumentada no ensino de Química Orgânica, mais especificamente o tema de Isomeria Constitucional para os alunos do 3º ano dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) Câmpus Jataí. Foi utilizado o aplicativo Avogadro para a modelagem dos objetos tridimensionais (3D) e para o desenvolvimento da aplicação interativa de Realidade Aumentada utilizou-se a ferramenta de autoria FLARAS, um tipo de aplicação que não necessita de conhecimentos prévios de programação, facilitando sua utilização pelos professores de Química. A proposta da pesquisa se baseou na perspectiva de que se o aluno conseguisse êxito na atividade utilizando a tecnologia, isso poderia ser atestado quando o mesmo fosse capaz de expressar de forma escrita, as argumentações de suas respostas no questionário. Sendo assim, para o levantamento de dados e posterior análise de conteúdo foram aplicados questionários durante e após a realização da pesquisa com os participantes. A tecnologia de Realidade Aumentada contribuiu para o ensino de Química, proporcionou uma maior interação entre os envolvidos no processo, possibilitando a visualização das fórmulas estruturais em terceira dimensão (3D) e em tempo real. Ressalta-se que mesmo abordando um tema específico, deve-se levar em consideração a relação com outros conteúdos, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos.

Palavras-chave: Tecnologia. Realidade Aumentada. Ensino de Química. Isomeria.

ABSTRACT

This study sought to analyze the contributions of the Augmented Reality technology in the teaching of Organic Chemistry, specifically the theme of Constitutional Isomeria for the students of the 3rd year of the technical courses integrated to the high school of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Goiás (IFG) Jataí Campus. The Avogadro application was used for the modeling of three-dimensional objects (3D) and for the development of the interactive application of Augmented Reality was used the FLARAS authoring tool, a type of application that does not require previous programming knowledge, facilitating its use by professors of Chemistry. The research proposal was based on the perspective that if the student succeeded in the activity using the technology, this could be attested when he was able to express in writing the arguments of his answers in the questionnaire. Thus, for data collection and subsequent content analysis, questionnaires were applied during and after the research with the participants. The Augmented Reality technology contributed to the teaching of Chemistry, provided a greater interaction among those involved in the process, allowing the visualization of structural formulas in third dimension (3D) and in real time. It should be emphasized that even addressing a specific topic, one must take into account the relation with other contents, valuing the previous knowledge of the students.

Keywords: Technology. Augmented Reality. Chemistry Teaching. Isomerism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aplicações de Realidade Aumentada	20
Figura 2 – Interface gráfica da ferramenta de autoria do FLARAS	26
Figura 3 – Ambiente de visualização da Atividade 1 no FLARAS.....	28
Figura 4 – Imagem 3D do isômero metoxietano	29
Figura 5 – Imagem 3D do isômero propan-1-ol.....	29
Figura 6 – Imagem 3D do isômero propan-2-ol.....	30
Figura 7 – Ambiente de visualização da Atividade 2 no FLARAS.....	31
Figura 8 – Imagem 3D do isômero 2-metilpropan-2-ol.....	32
Figura 9 – Imagem 3D do isômero butan-2-ol	32
Figura 10 – Imagem 3D do isômero butan-1-ol	33
Figura 11 – Imagem 3D do isômero etoxietano	33
Figura 12 – Ambiente de visualização da Atividade 3 no FLARAS.....	34
Figura 13 – Imagem 3D do isômero 2-metilprop-2-en-1-ol.....	35
Figura 14 – Imagem 3D do isômero butan-2-ona.....	35
Figura 15 – Imagem 3D do isômero etoxieteno	36
Figura 16 – Marcador de Referência utilizado na aplicação interativa	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atribuição das respostas da Atividade 1	41
Quadro 2 – Atribuição das respostas da Atividade 2	43
Quadro 3 – Atribuição das respostas da Atividade 3	44

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário Atividade 1	54
APÊNDICE B – Questionário Atividade 2	55
APÊNDICE C – Questionário Atividade 3	56
APÊNDICE D – Apresentação do Produto Educacional	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Três Dimensões (Tridimensional)
CBIE	Congresso Brasileiro de Informática na Educação
CEIE	Comissão Especial de Informática na Educação
FLARAS	<i>Flash Augmented Reality Authoring System</i>
IFG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
INSPIRE	<i>Infrastructure for Spatial Information in Europe</i> (Infra-estrutura para Informação Espacial na Europa)
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i> (Instituto de Tecnologia de Massachusetts)
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
SACRA	Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
STEP	Scheller Teacher Education Program (Programa de Educação Profissional Scheller)
SVR	Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UFG	Universidade Federal de Goiás
WEB	World Wide Web (Rede mundial de computadores)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1 Tecnologias na Educação	16
1.2 Realidade Aumentada	17
<i>1.2.1 Realidade Aumentada na Educação</i>	19
1.3 O ensino de Química	21
1.4 Realidade Aumentada no ensino de Química	22
2 METODOLOGIA	24
2.1 Etapa 1: Desenvolvimento da aplicação interativa	24
<i>2.1.1 Desenvolvimento da Atividade 1</i>	27
<i>2.1.2 Desenvolvimento da Atividade 2</i>	30
<i>2.1.3 Desenvolvimento da Atividade 3</i>	34
2.2 Etapa 2: Atividades com os professores de Química do IFG - Câmpus Jataí	36
2.3 Etapa 3: Utilização da aplicação interativa desenvolvida	36
2.4 Etapa 4: Análise dos resultados	38
2.5 Disponibilização do produto educacional	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1 Análise dos resultados das atividades desenvolvidas com os professores	39
3.2 Análise dos resultados das atividades desenvolvidas com os alunos	39
<i>3.2.1 Análise da Atividade 1</i>	40
<i>3.2.2 Análise da Atividade 2</i>	42
<i>3.2.3 Análise da Atividade 3</i>	44
3.3 Análise do questionário final	45
<i>3.3.1 Pontos positivos</i>	46
<i>3.3.2 Pontos negativos</i>	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICES	53

INTRODUÇÃO

O uso de novas tecnologias como apoio didático no ensino de diversas áreas do conhecimento tem sido muito debatido em virtude da importância do assunto dentro do âmbito educacional. Existem vários eventos que buscam socializar e difundir pesquisas que estudam a integração entre tecnologias e a educação. Dentre estes eventos, podemos citar o Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) que acontece anualmente dentro do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) e é promovido pela Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), no qual se reúnem diversos profissionais, pesquisadores, professores, estudantes e governantes do Brasil e do exterior, que apresentam e discutem temas relacionados aos últimos avanços na área. A cada ano são apresentados diversos artigos relacionados com o tema, sendo que uma das tecnologias que tem se destacado como recurso didático é a Realidade Aumentada (RA).

Com o propósito de destacar a significativa importância na utilização destas tecnologias, a SBC promove o Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada (SVR) onde reúnem-se pesquisadores, profissionais, estudantes de outras áreas acadêmicas, industrial e comercial interessados nos avanços e aplicações destes recursos tecnológicos.

A Realidade Aumentada é uma tecnologia que está em ampla disseminação e sua aplicação, associada à área de Educação, possibilita uma visualização e interação do aluno com o ambiente computacional, de forma natural. Os ambientes virtuais estimulam a criatividade, a pesquisa e a troca de experiências (TAJRA, 2001). Segundo Giordan (2008), a utilização de objetos moleculares tridimensionais como forma de representação do modelo de partículas e das transformações químicas associadas têm indicado bons resultados de aprendizagem e é descrito como um dos mais utilizados, pois simplifica, ilustra e permite a exploração da estrutura molecular e do processo químico associado.

O uso de novas tecnologias, tais como: Multimídia, Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), tem-se destacado como apoio no ensino de vários conteúdos significativos e essenciais. A aplicação da Realidade Aumentada vem, nesse contexto, estimular no aluno a vontade de aprender de um modo mais interativo e em tempo real, propondo um aprendizado mais fácil e agradável de ser assimilado (NOGUEIRA, 2010).

Justificativa

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa surgiu quando, em conversas informais com professores de Química, estes relataram a dificuldade que os estudantes têm em assimilar alguns conceitos abstratos de Química. Levando em consideração os conhecimentos de informática do pesquisador, mas especificamente em relação à tecnologia de Realidade Aumentada, vislumbrou-se a utilização desta tecnologia mediante a abordagem do uso de uma ferramenta de autoria, que dispensa conhecimentos de programação para fazer uso da mesma. Sendo assim, desenvolveu-se uma aplicação interativa de Realidade Aumentada como apoio didático no ensino de Química Orgânica, para os alunos do 3º ano dos cursos técnicos em Edificações e Eletrotécnica integrados ao Ensino Médio em tempo integral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) Câmpus Jataí.

Objetivos

Os objetivos da pesquisa são divididos em objetivo geral e objetivos específicos, conforme apresentados abaixo.

Objetivo Geral

Verificar as contribuições da tecnologia de Realidade Aumentada, como apoio didático ao processo de ensino-aprendizagem de Química Orgânica.

Objetivos Específicos

Os objetivos específicos da pesquisa estão listados abaixo:

- Construir a fundamentação teórica sobre a tecnologia de Realidade Aumentada e seu uso na educação;
- Efetuar a modelagem dos objetos virtuais, utilizando técnicas de modelagem tridimensional, preservando as principais características dos mesmos;
- Elaborar e desenvolver uma aplicação interativa, com o auxílio de uma ferramenta de autoria que utilize a tecnologia de Realidade Aumentada, para o ensino de Isomeria em Química Orgânica;

- Elaborar e aplicar um curso para capacitação dos professores de Química da instituição onde a pesquisa foi realizada, abordando a tecnologia de Realidade Aumentada, bem como a ferramenta de autoria utilizada na pesquisa;
- Avaliar, juntamente com os professores da disciplina de Química, a aplicação desenvolvida como apoio para aprimorar os conhecimentos das turmas previamente selecionadas;
- Elaborar e aplicar questionários de avaliação para análise das possíveis contribuições;
- Disponibilizar a aplicação interativa desenvolvida para os professores da área de Química.

Organização da dissertação

Este trabalho está dividido em três capítulos. No primeiro capítulo é apresentado a fundamentação teórica da utilização da informática na educação; da tecnologia de Realidade Aumentada e sua aplicação no âmbito educacional; do ensino de Química e por último o levantamento de trabalhos relacionados ao uso desta tecnologia nesta área da educação. No segundo capítulo é abordado a metodologia utilizada na aplicação da pesquisa desenvolvida, sendo apresentadas as ferramentas para o desenvolvimento da aplicação interativa. No terceiro capítulo são apresentados os resultados e discussões da pesquisa.

Após a conclusão dos capítulos citados são feitas as considerações finais e apresentadas as referências utilizadas no trabalho.

O produto educacional desenvolvido após a realização da pesquisa é apresentado nos apêndices.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados os referenciais teóricos sobre o uso de tecnologias na educação, a tecnologia de Realidade Aumentada, bem como seu uso voltado para o âmbito educacional, o ensino de Química e por último trabalhos que abordam a temática do uso desta tecnologia no ensino de Química.

1.1 Tecnologias na Educação

Com o acesso às tecnologias, a educação está sofrendo uma transformação, auxiliando o professor na missão de ensinar. Com o avanço tecnológico, a maioria das pessoas que tem acesso à equipamentos e tecnologias conseguem a informação, mas isto não significa que disponham de habilidades e do saber necessários para convertê-la em conhecimento, ficando para a escola esse papel (SANTOS; ANDRADE, 2009).

[...] percebe-se que as tecnologias educacionais, facilitam o ensino-aprendizagem do aluno, fazendo com que ele se motive mais facilmente a aprender, pois o aluno já está inserido em um mundo tecnológico, fazendo com que uma aula com uma metodologia educacional tecnológica seja um diferencial para a compreensão de certos conteúdos por esse público jovem conectado. (JARDIM; CECÍLIO, 2013, p. 5147).

Segundo Barbosa (2003), um dos desafios para o uso intensivo da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) na educação está diretamente relacionado com a implantação de uma infraestrutura adequada nas instituições de ensino, bem como a capacitação dos profissionais da educação para utilizá-la.

[...] vale ressaltar que o professor deve estar capacitado para utilizar essas metodologias em suas aulas, para que tenha o resultado esperado e que esse docente esteja preparado para mudar suas práticas pedagógicas, pois ele deve seguir a geração que entra hoje em sala de aula, que é uma geração conectada com o mundo. (JARDIM; CECÍLIO, 2013, p. 5150).

Segundo Nogueira (2010), as tecnologias computacionais aplicáveis à educação são normalmente enquadradas em cinco categorias:

- Tutorial: ensinam por meio de demonstrações e simulações em sequências predefinidas pelo sistema como, por exemplo, sistemas multimídia em CD/DVD-ROM;

- Exploratório: facilitam a aprendizagem ao fornecerem informações, demonstrações ou simulações quando requeridas pelo estudante. Exemplos: a Web e enciclopédias multimídias em CD/DVD-ROM;
- Aplicativo: usadas para edição de texto e figuras e análise de dados. Exemplos: processadores de texto, planilhas eletrônicas, gerenciadores de bancos de dados e sistemas de gravação/edição de vídeos;
- Comunicação: conjuntos de *software* e *hardware* usados para intercomunicação em redes locais, acesso à Internet e seus serviços. Exemplos: correio eletrônico, bate-papo *online* (*chats*), entre outros;
- Ambientes Virtuais: ambientes desenvolvidos mediante o uso das técnicas de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, que possibilitam ensinar assuntos nos quais a forma tradicional pode ser prejudicial ao meio ambiente, perigosa ou cara como por exemplo simular um desastre químico em um rio, estudar a estrutura de uma tempestade, ou um mergulho subaquático. Outra possibilidade está relacionada a ambientes que não podem ser experimentados, como nos casos de viajar dentro do corpo humano ou mover-se entre moléculas de um composto químico.

Ainda segundo Nogueira (2010), utilizar simultaneamente as técnicas de Realidade Virtual e Realidade Aumentada tem como vantagem gerar o melhor aproveitamento ou entendimento de um modelo virtual. A interatividade efetiva entre essas duas técnicas, facilita a compreensão em nível teórico, ou seja, um sistema de Realidade Virtual e Realidade Aumentada permite uma melhor representação (visualização) dos conceitos científicos (teorias, modelos atômicos) e, dessa forma, propicia aos alunos melhores condições de aprendizagem.

Sendo assim, essas técnicas viabilizam o desenvolvimento de uma ferramenta de trabalho aos profissionais da educação e o acesso dos alunos às novas fontes de pesquisas e conhecimentos, ampliando desta forma as possibilidades de aprendizagem tanto na utilização de recursos tecnológicos quanto na disciplina que será trabalhada tendo o apoio dos mesmos.

1.2 Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada pode potencialmente ser aplicada a todos os sentidos humanos (AZUMA et al., 2001) e proporciona ao usuário uma interação segura, uma vez que ele pode trazer para o seu ambiente real objetos virtuais, incrementando e aumentando a visão que ele tem do mundo real (KIRNER; ZORZAL, 2005). Isso é obtido por meio de técnicas de

Visão Computacional; de Computação Gráfica e Realidade Virtual, o que resulta na sobreposição de objetos virtuais com o ambiente real (BILLINGHURST; KATO; POUPYREV, 2001). Considerando o sentido da visão, além de permitir que objetos virtuais possam ser introduzidos em ambientes reais, a Realidade Aumentada também proporciona ao usuário o manuseio desses objetos com as próprias mãos, possibilitando uma interação natural e atrativa com o ambiente (ZHOU et al., 2004; BILLINGHURST; KATO; POUPYREV, 2001).

Segundo Kirner e Siscoutto (2007, p. 7), “a Realidade Virtual é uma ‘interface avançada do usuário’ para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador”. Em contrapartida, a Realidade Aumentada pode ser definida como a inserção de objetos virtuais no ambiente real, adaptado para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais. Enquanto que na Realidade Virtual precisa-se de um mecanismo para integrar o usuário ao mundo virtual, na Realidade Aumentada faz-se necessário um mecanismo para combinar o real e o virtual.

Kirner e Zorzal (2005), definem que:

A realidade aumentada é uma particularização de um conceito mais geral, denominado Realidade Misturada, que consiste na sobreposição de ambientes reais e virtuais, em tempo real, através de um dispositivo tecnológico. Uma das maneiras mais simples de se conseguir isto baseia-se no uso de um microcomputador com uma webcam, executando um software que, através de técnicas de visão computacional e processamento de imagens, mistura a cena do ambiente real, capturada pela webcam, com objetos virtuais gerados por computador. O software também cuida do posicionamento, oclusão e interação dos objetos virtuais, dando a impressão ao usuário de que o cenário é único. (KIRNER; ZORZAL, 2005, p. 116).

Os sistemas de Realidade Aumentada podem ser classificados de acordo com o tipo de *display*, ou seja, monitor ou tela de vídeo utilizado (AZUMA et al., 2001), envolvendo visão ótica ou visão por vídeo, dando origem a quatro tipos de sistemas (KIRNER; ZORZAL, 2005):

- **Sistema de ótica direta:** utiliza óculos ou capacetes com lentes que permitem o recebimento direto da imagem real, ao mesmo tempo em que possibilitam a projeção de imagens virtuais devidamente ajustadas com a cena do mundo real;
- **Sistema de visão ótica, por projeção:** utiliza superfícies do ambiente real, onde são projetadas imagens dos objetos virtuais, cujo conjunto é apresentado ao usuário que o visualiza sem a necessidade de nenhum equipamento auxiliar. Embora seja interessante, esse sistema é muito restrito às condições do espaço real, em função da necessidade de superfície de projeção;

- **Sistema de visão direta por vídeo:** utiliza capacetes com micro câmeras de vídeo acopladas. A cena real, capturada pela micro câmera, é misturada com os elementos virtuais gerados por computador e apresentadas diretamente nos olhos do usuário, por meio de pequenos monitores montados no capacete;
- **Sistema de visão direta por vídeo, baseado em monitor:** utiliza uma *webcam* para capturar a cena real. Depois de capturada, a cena real é misturada com os objetos virtuais gerados por computador e apresentada no monitor. O ponto de vista do usuário normalmente é fixo e depende do posicionamento da *webcam*.

Ainda segundo Kirner e Zorzal (2005), o uso de sistemas de visão direta por vídeo é adequado em locais fechados, nos quais o usuário tem controle da situação, e não oferece perigo, pois em caso de perda da imagem pode-se retirar o capacete com segurança, se for o caso. Já os sistemas de visão ótica direta são apropriados para situações, nas quais a perda da imagem pode ser perigosa, como é o caso de uma pessoa andando pela rua, dirigindo um carro ou pilotando um avião. O sistema de visão por vídeo baseado em monitor possui menor custo e é mais fácil de ser ajustado pelo fato de não necessitar de equipamentos mais sofisticados, pois utiliza-se de um computador com uma câmera integrada ao mesmo.

O desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada pode ser feito basicamente por meio de duas abordagens possíveis, sendo a primeira realizada com o uso de programação diretamente e a segunda, mediante a utilização de uma ferramenta de autoria de RA.

Segundo Souza, Moreira e Kirner (2012), o desenvolvimento de aplicações por meio do uso de uma ferramenta de autoria, por dispensar a necessidade de se ter conhecimentos de programação, é a mais acessível para a maioria das pessoas. Ou seja, o desenvolvedor usa uma ferramenta e monta a estrutura (*template*) de sua aplicação de acordo com os recursos oferecidos e agrega o conteúdo (animações, objetos virtuais, texturas, áudios, vídeos, entre outros). O desenvolvimento tende a ser mais ágil e fácil do que no caso de usar programação, entretanto, há a contrapartida de se ficar limitado pelos recursos da ferramenta: a flexibilidade é menor.

1.2.1 Realidade Aumentada na Educação

Segundo Roberto (2012), a tecnologia de Realidade Aumentada possui duas características que são grandes atrativos para que esta possa ser usada nas salas de aula: primeiro que o uso de Realidade Aumentada proporciona uma melhor visualização dos conteúdos e segundo porque ela fomenta a interatividade entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

O uso da Realidade Aumentada para o apoio do ensino possibilita ao aluno uma interação em tempo real, conforme mostrado na Figura 1, supondo uma certa facilidade no aprendizado (NOGUEIRA, 2010).

Figura 1 - Aplicações de Realidade Aumentada



Fonte: (KIRNER; ZORZAL, 2005)

Segundo Cardoso et al. (2014, p. 331) “acredita-se que a RA possa bem contribuir no processo de ensino aprendizagem por oferecer uma nova forma de representação de conteúdo”, pois:

[...] esta tecnologia permite a partir da projeção de objetos ou de fenômenos inexistentes, uma maior interação entre o discente e o conteúdo exposto possibilitando um melhor entendimento do que antes ficava apenas na imaginação, sem, contudo necessitar de um amplo conhecimento da tecnologia, por parte do discente (ARAÚJO, 2009 apud CARDOSO et al., 2014, p. 331).

Roberto (2012) destaca que de fato, o potencial para uso de Realidade Aumentada aplicada a educação é tanto que algumas das principais universidades do mundo estão conduzindo pesquisas sobre o tema. É o caso de duas universidades da Austrália (Camberra e Macquarie), que montaram em conjunto o *Infrastructure for Spatial Information in Europe* (INSPIRE), um laboratório de pesquisa voltado para desenvolver aplicações de Realidade Aumentada aplicadas à educação. Outra importante instituição que está conduzindo pesquisas com Realidade Aumentada é o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Por meio do Programa de Educação Profissional Scheller (STEP), que tem o objetivo de formar professores para ministrar aulas de Matemática e Ciências a alunos do ensino fundamental, o MIT vem desenvolvendo pesquisas com o intuito de criar tecnologias capazes de ensinar de forma divertida.

1.3 O ensino de Química

O Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG), define Química como sendo uma área da ciência natural que trata principalmente das propriedades das substâncias, as mudanças que elas sofrem, e as leis naturais que descrevem estas mudanças, sendo assim, a Química é uma ciência que estuda a matéria, suas transformações e as energias envolvidas nesses processos (UFG, 2017).

Segundo Kotz (2009), uma propriedade facilmente observada da matéria é seu estado, isto é, se uma substância é um sólido, líquido e gasoso. Quando usamos uma amostra da matéria suficientemente grande para ser vista, medida e manuseada pelos sentidos humanos sem a ajuda de equipamentos, dizemos que as observações e a manipulação ocorrem no mundo macroscópico da Química. Para entrarmos no mundo submicroscópico ou particulado dos átomos e das moléculas, tome uma amostra macroscópica e divida-a até que a quantidade dessa amostra não possa mais ser vista a olho nu.

O estudo da estrutura da matéria e da teoria molecular, em especial, nos remete a formas de representação sem as quais, a elaboração de conceitos pelos alunos torna-se praticamente inviável (GIORDAN, 2008).

Segundo Reis (2013), nem todo estudante tem a mesma habilidade de percepção espacial para visualizar representações de elementos 3D, alguns não conseguem enxergar nem mesmo as mais simples e essa visualização é muito relevante no ensino de Química para o entendimento de vários conceitos.

Moreno e Heidelmann (2017), afirmam que em diversos momentos do processo de ensino de Química é necessário tornar mais visuais os conceitos, modelos e representações-chave para o desenvolvimento cognitivo dos alunos acerca dessa ciência.

Segundo Silva e Rogado (2008), as ferramentas computacionais podem ser usadas como instrumentos didáticos nos processos de ensino e aprendizagem de Química, para a construção de modelos, visualização e simulação de modelos para explicar as propriedades da matéria, bem como os fenômenos microscópicos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) indicam que a integração do computador no contexto educacional deve ser reconhecida, podendo ser utilizado como ferramenta para novas estratégias de aprendizagem, capaz de contribuir de forma significativa para o processo de construção do conhecimento (BRASIL, 1999).

De acordo com Torres, Kirner e Kirner (2012):

O ensino de ciências carece de recursos tecnológicos interativos que possibilitem aos estudantes presenciarem fenômenos naturais através da visualização de modelos moleculares da estrutura das substâncias. Em sala de aula, quando se desenvolve temas mais abstratos e distantes temporal ou fisicamente do aluno, é necessário que o professor busque recursos mais ricos do que simples explicações, a fim de possibilitar que os alunos se aproximem mais dos acontecimentos reais. [...] Neste contexto de inovações, que oferecem informações mais realistas, a Realidade Aumentada (RA) se apresenta como uma vertente alternativa na representação dos conteúdos exigidos no ensino. (TORRES; KIRNER; KIRNER, 2012, p. 1).

Silva e Rogado (2008), afirmam que com a utilização de aplicativos de Realidade Aumentada pode-se privilegiar a construção do conhecimento utilizando metodologias científicas e, por meio da simulação de modelos atômicos, gerar atividades interativas para a aprendizagem ou a aplicação de conhecimentos da Química.

1.4 Realidade Aumentada no ensino de Química

Dentre os trabalhos relacionados com a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada no ensino de Química, destacam-se alguns:

- Aplicação da Realidade Virtual na Educação Química: o caso do ensino de estrutura atômica - Desenvolvimento de simulações de alguns conceitos de estrutura atômica baseado no ambiente de Realidade Virtual e Realidade Aumentada (SILVA; ROGADO, 2008);
- Uso de Realidade Aumentada como ferramenta complementar ao ensino das principais ligações entre átomos - Desenvolvimento do *AR Chemical Connection*, para visualizar as principais ligações entre átomos, utilizando Realidade Aumentada (ARAÚJO et al., 2009);
- *Augmented Chemistry: Interactive Education System* - Desenvolvimento de um sistema de Realidade Aumentada que visa aumentar o entendimento da química, demonstrando como é a estrutura 3D de moléculas no espaço e a organização dos seus respectivos átomos (SINGHAL et al., 2012);
- Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino de Simetria Molecular - Desenvolvimento de um ambiente em Realidade Aumentada para exibição de estruturas moleculares tridimensionais e suas simetrias (REIS, 2013);
- Laboratórios Mistos para Ensino de Química - Desenvolvimento de uma aplicação de Realidade Aumentada com marcadores por meio de dispositivos móveis (celulares e *tablets*) para auxílio a experimentos químicos em laboratórios virtuais (SCOTTA et al., 2014);

- Realidade Aumentada no Ensino da Química: Elaboração e Avaliação de um Novo Recurso Didático - Desenvolvimento de uma aplicação de Realidade Aumentada que transforma conceitos abstratos apresentados em livros didáticos por meio de imagens planas em imagens 3D (QUEIROZ; OLIVEIRA; REZENDE, 2015).

Apesar dos trabalhos citados acima abordarem o uso da tecnologia de Realidade Aumentada para o ensino de Química, nenhum deles se refere ao uso dessa técnica para o ensino de Isomeria.

2 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida é do tipo qualitativa, com vistas a elaborar uma análise detalhada da situação investigada.

Segundo Triviños (2009), são características de uma pesquisa qualitativa a utilização do ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave, a descrição, a preocupação com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto, a indução como forma de investigação e a preocupação com o significado. “Na pesquisa qualitativa, de forma muito geral, segue-se a mesma rota ao realizar uma investigação. Isto é, existe uma escolha de um assunto ou problema, uma coleta e análise das informações.” (TRIVIÑOS, 2009, p. 131).

“As pesquisas de boa qualidade têm em comum a abordagem dos problemas prementes da realidade, a clareza na formulação das perguntas e o rigor na construção das respostas que permitem a elaboração de um diagnóstico exaustivo sobre essa realidade.” (GAMBOA, 2003, p. 404).

Para alcançar o objetivo da pesquisa foram realizadas quatro etapas:

- Etapa 1 - Desenvolvimento da aplicação interativa em Realidade Aumentada contendo três atividades abordando o conteúdo de Isomeria Constitucional;
- Etapa 2 - Capacitação dos professores de Química;
- Etapa 3 - Utilização da aplicação interativa com os alunos;
- Etapa 4 - Análise dos resultados por meio das respostas de questões sobre o conteúdo trabalhado, incluindo o preenchimento de um formulário final abordando a aplicação da técnica utilizada, bem como as gravações realizadas em vídeo.

Nas subseções 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 são detalhadas as etapas 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

2.1 Etapa 1: Desenvolvimento da aplicação interativa

Inicialmente foi aplicado um questionário para os professores da disciplina de Química que lecionam ou já lecionaram no IFG Câmpus Jataí, instituição onde a pesquisa foi realizada, com o intuito de fazer o levantamento de quais conteúdos da disciplina de Química poderia haver uma maior dificuldade na aprendizagem e pudessem ser abordados com o uso da tecnologia de Realidade Aumentada. Dos quatro professores pesquisados, três responderam ao questionário e após a análise das respostas foi selecionado o conteúdo de Isomeria Constitucional para ser abordado na pesquisa. Isomeria é um fenômeno no qual dois ou mais

compostos diferentes apresentam a mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais (FONSECA, 2014).

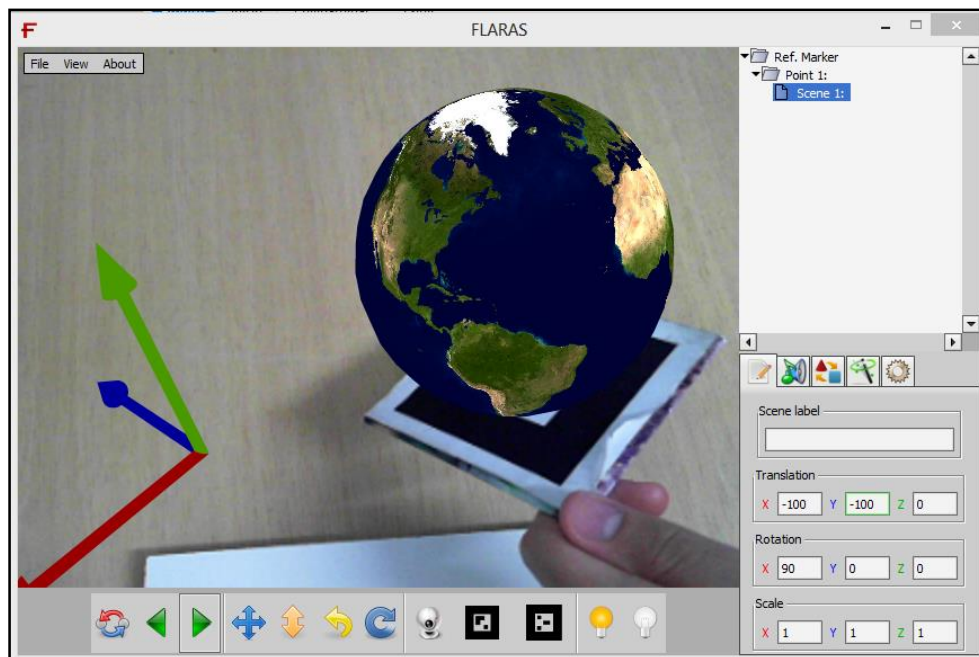
A aplicação interativa desenvolvida em Realidade Aumentada foi composta de três atividades abordando os isômeros das fórmulas moleculares C_3H_8O , $C_4H_{10}O$ e C_4H_8O respectivamente. Os isômeros apresentados na aplicação foram configurados para serem rotacionados, possibilitando ao aluno visualizar as estruturas de todos os ângulos antes de manipular as mesmas no ambiente de RA. As atividades desenvolvidas abordaram diversos conteúdos necessários para que os alunos respondessem os questionários, dentre eles, grupos funcionais; nomenclatura; propriedades físicas; reações orgânicas; classificação de carbono e de cadeias; hibridação de carbonos e interações intermoleculares. Estes conteúdos fazem parte das ementas de disciplinas de Química ministradas em etapas anteriores à realização da pesquisa.

Levando em consideração que os alunos deveriam interagir de uma forma lúdica, a aplicação interativa utilizou o computador e foram aplicadas questões dissertativas, que sendo respondidas ao final das atividades, exigiam que os alunos justificassem suas respostas, com o intuito de avaliar os conhecimentos dos mesmos em relação aos conceitos trabalhados.

O desenvolvimento da aplicação interativa de Realidade Aumentada foi realizado com o *Flash Augmented Reality Authoring System* (FLARAS) que é uma ferramenta de autoria visual para criação de aplicações interativas de Realidade Aumentada que são executadas diretamente do navegador de internet (*browser*) mediante o uso do *plugin* Adobe Flash Player, de forma tanto *online* (remoto) como *off-line* (local), ou seja, conectado à Internet ou não.

O FLARAS possui a versão do desenvolvedor (FLARAS *Developer*) onde estão disponíveis todas as ferramentas para editar ou criar uma nova aplicação de realidade aumentada; e a versão de visualização (FLARAS *Viewer*) onde não é possível editar nenhum parâmetro da aplicação desenvolvida ou seja, ele serve apenas como um interpretador da aplicação desenvolvida. Na Figura 2 é apresentada a interface gráfica da ferramenta de desenvolvimento.

Figura 2 – Interface gráfica da ferramenta de autoria do FLARAS



Fonte: (SOUZA; MOREIRA; KIRNER, 2012)

Os formatos de arquivos reconhecidos pela ferramenta de desenvolvimento FLARAS são:

- Objetos virtuais - a aplicação suporta objetos virtuais nos formatos DAE ou 3DS compactados e também arquivos no formato KMZ;
- Vídeos - Os tipos de arquivos de vídeos suportados são MP4 (apenas codec H.264) ou FLV;
- Texturas - Os tipos de texturas suportados são JPG, PNG ou GIF.

O FLARAS tem como principal característica, permitir que pessoas com menor uso da área de computação possam desenvolver aplicações de Realidade Aumentada, sem a necessidade de qualquer conhecimento de programação de computadores (SOUZA; MOREIRA; KIRNER, 2012).

O desenvolvimento através de ferramentas de autoria, como o FLARAS, dispensa a necessidade de se ter conhecimento de programação, essa abordagem é a mais acessível para a maioria das pessoas principalmente para a maioria dos professores que precisam de uma ferramenta que os auxilie no reforço de suas disciplinas sem terem que se preocupar em programar sistemas para tal. (BRANCO, 2013, p. 26).

Todo o desenvolvimento é feito por meio de uma interface gráfica simples, o desenvolvimento é mais ágil (menos passível de erros) e acessível quando comparado com o

desenvolvimento no seu predecessor, a ferramenta SACRA (Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada), no qual não há interface gráfica e desenvolve-se por meio da edição manual de arquivos de texto simples. (SOUZA; MOREIRA; KIRNER, 2012).

Para a modelagem dos objetos virtuais em 3D referentes às fórmulas moleculares abordadas, foi utilizado o aplicativo Avogadro que é um editor e visualizador de moléculas para uso em química computacional, modelagem molecular, bioinformática, ciência de materiais e áreas relacionadas.

O aplicativo Avogadro se destaca pela grande variedade de representações estruturais, bem como pelas funcionalidades que podem ser adicionadas, como geometria molecular, cálculo de energia e massa molecular, hibridações, ângulos de ligação, forças de Van Der Waals, ligações de hidrogênio e arranjos cristalinos em aglomerados moleculares. (MORENO; HEIDELMANN, 2017, p. 12).

O Avogadro é distribuído gratuitamente, além de ser multiplataforma, ou seja, pode ser utilizado em mais de um sistema operacional como por exemplo Windows, Linux e Mac. O mesmo permite editar moléculas em 3D e montar suas ligações químicas. Os usos típicos incluem construção de estruturas moleculares, formatação de arquivos de entrada e análise de saída de uma ampla variedade de pacotes de química computacional.

De maneira intuitiva, esse recurso permite criar moléculas utilizando o mouse. É só clicar em alguma posição da tela e arrastar para uma segunda posição que se obtêm uma ligação entre dois átomos, formando assim a molécula desejada. O usuário pode escolher o átomo a ser utilizado e o tipo de ligação química entre eles. (MEDEIROS et al., 2016, p. 6).

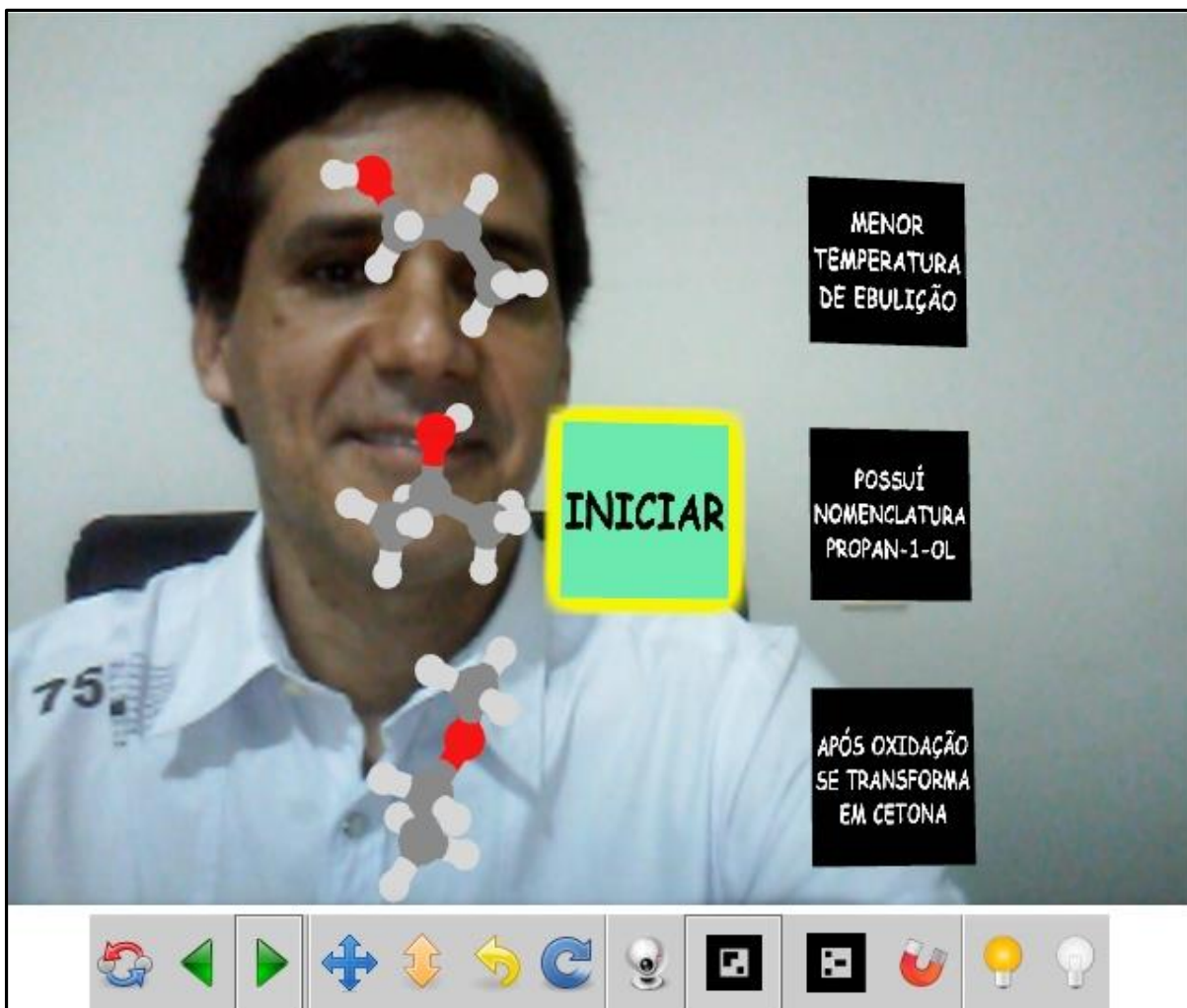
Devido ao fato de o aplicativo Avogadro não disponibilizar os objetos virtuais nos formatos de arquivos específicos reconhecido pelo FLARAS, foi necessária a utilização do aplicativo Blender para a devida conversão desses objetos.

2.1.1 Desenvolvimento da Atividade 1

Na Atividade 1 foi abordada a fórmula molecular C_3H_8O em que é possível a criação de três isômeros diferentes, sendo apresentada uma atividade com dois desafios em que buscou-se abordar com os alunos conhecimentos já adquiridos. No primeiro desafio da atividade, foi solicitado aos mesmos que localizassem entre diversos isômeros quais representavam

corretamente a fórmula citada. Já no segundo desafio deveriam fazer o relacionamento dos três isômeros específicos com algumas características individuais, conforme mostrado na Figura 3.

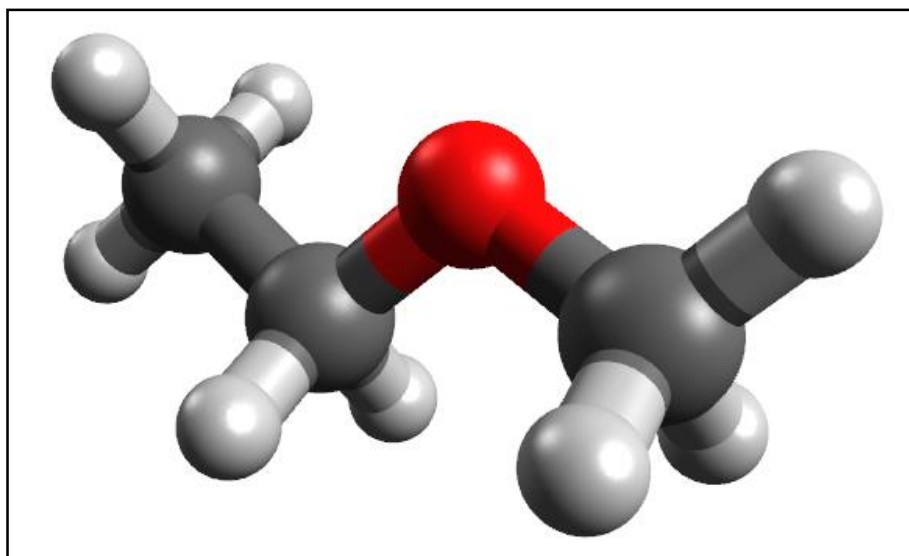
Figura 3 – Ambiente de visualização da Atividade 1 no FLARAS



Fonte: elaborado pelo autor

A primeira característica solicitada na aplicação se refere ao isômero que possui a menor temperatura de ebulição, que nesse caso é o metoxietano representado na Figura 4.

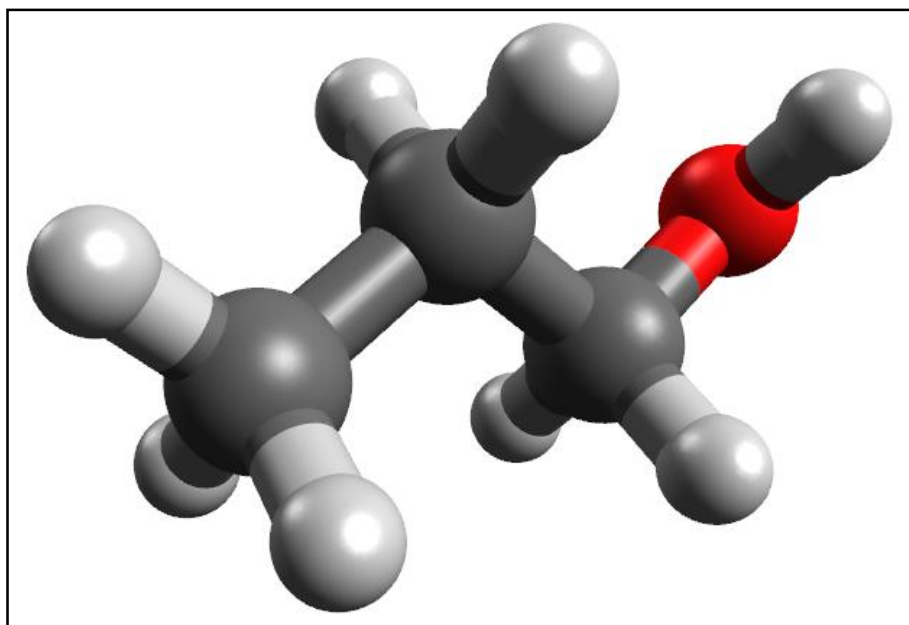
Figura 4 – Imagem 3D do isômero metoxietano



Fonte: elaborado pelo autor

A segunda característica solicitada na aplicação se refere ao isômero que possui a nomenclatura propan-1-ol, representado na Figura 5.

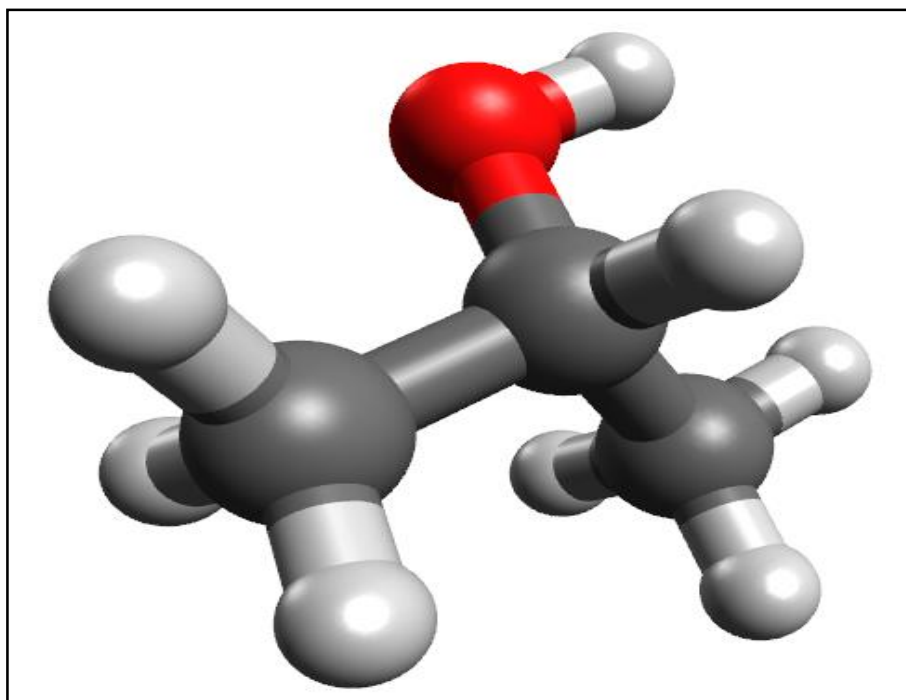
Figura 5 – Imagem 3D do isômero propan-1-ol



Fonte: elaborado pelo autor

A terceira característica solicitada se refere ao isômero propan-2-ol que se transforma em cetona após sofrer oxidação, representado na Figura 6.

Figura 6 – Imagem 3D do isômero propan-2-ol



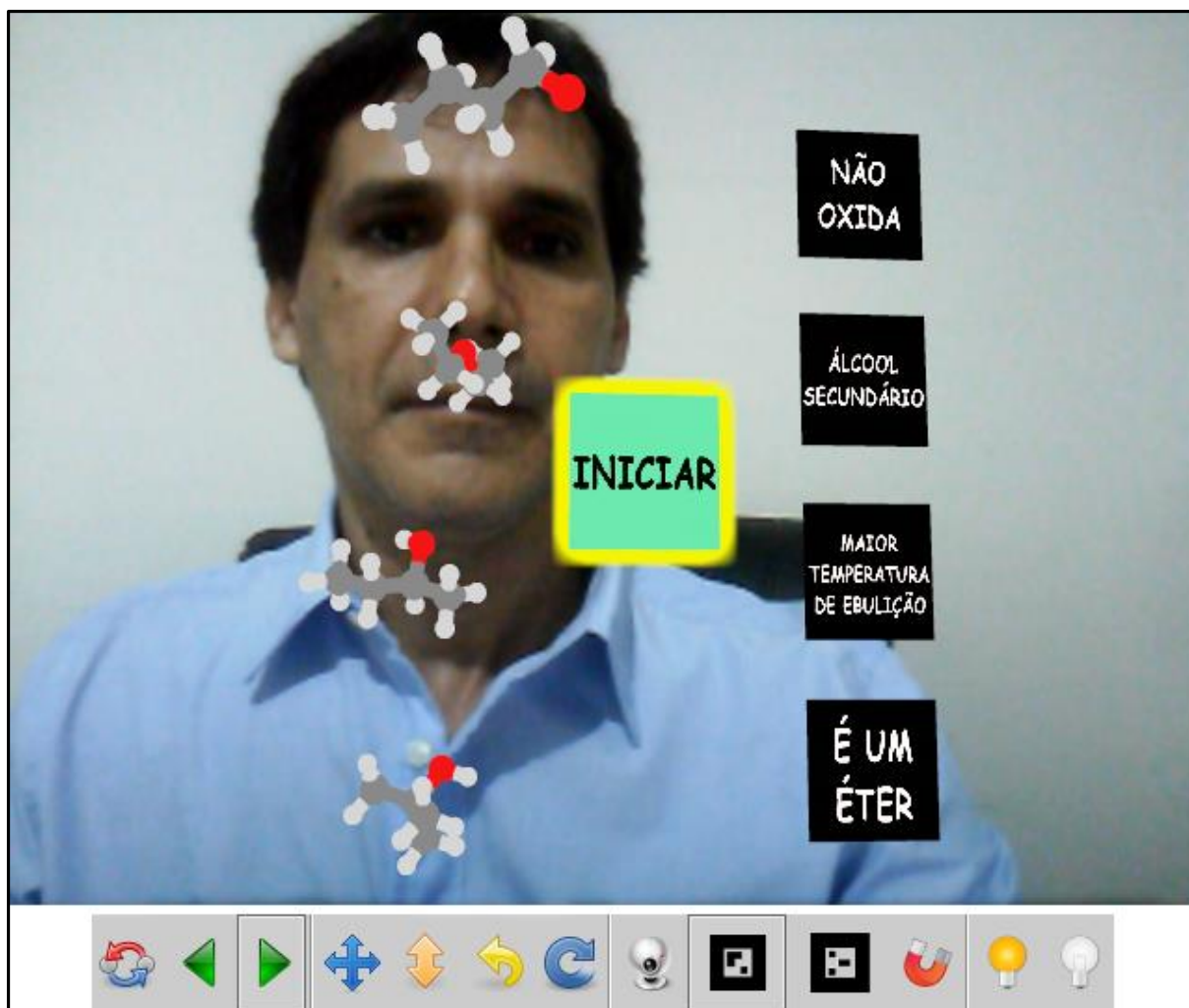
Fonte: elaborado pelo autor

Após finalizar os desafios da atividade os alunos foram orientados a responder o questionário apresentado no Apêndice A, justificando cada resposta.

2.1.2 Desenvolvimento da Atividade 2

Na Atividade 2 foi abordada a fórmula molecular $C_4H_{10}O$, contando apenas com um desafio em que os alunos deveriam fazer o relacionamento de quatro isômeros possíveis para a fórmula molecular com algumas características dos mesmos. Na Figura 7 é apresentada a interface inicial desta atividade.

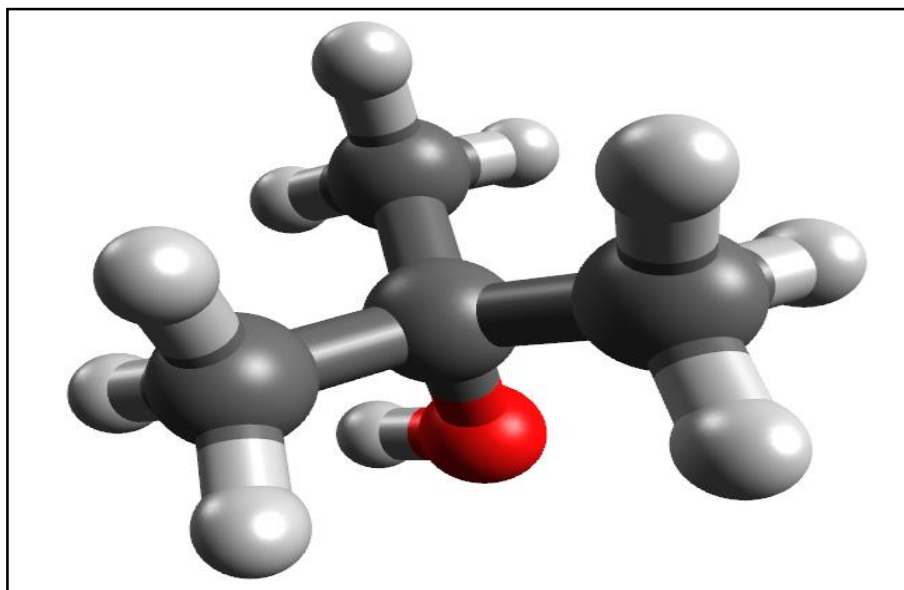
Figura 7 – Ambiente de visualização da Atividade 2 no FLARAS



Fonte: elaborado pelo autor

Nesta atividade foram destacadas quatro características em forma de perguntas, sendo que a primeira se refere a qual isômero não se oxida. Na Figura 8 é apresentado o isômero 2-metilpropan-2-ol que não sofre oxidação.

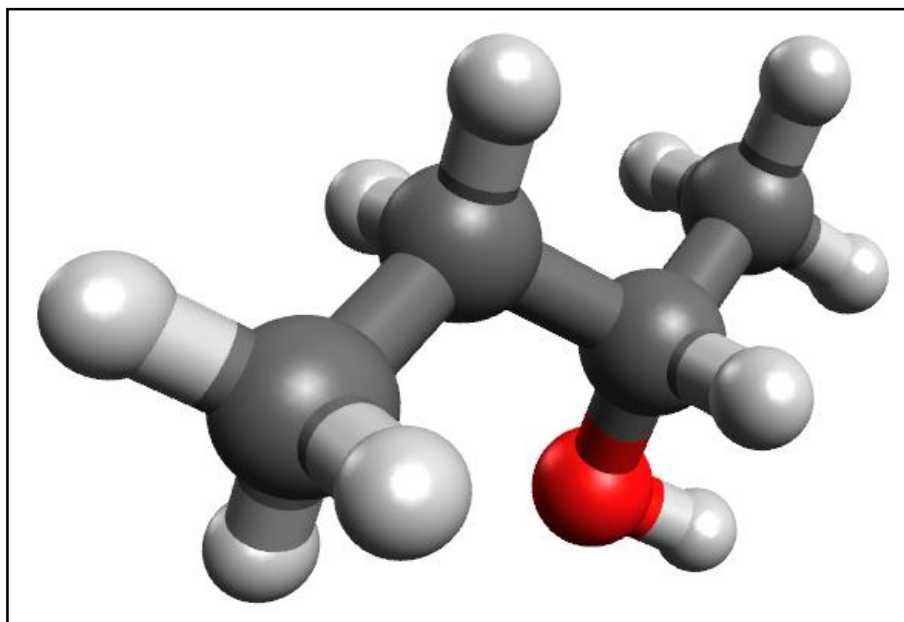
Figura 8 – Imagem 3D do isômero 2-metilpropan-2-ol



Fonte: elaborado pelo autor

A segunda característica se refere a qual dos isômeros apresentados é um álcool secundário. Na Figura 9 é apresentado o isômero butan-2-ol como a resposta correta.

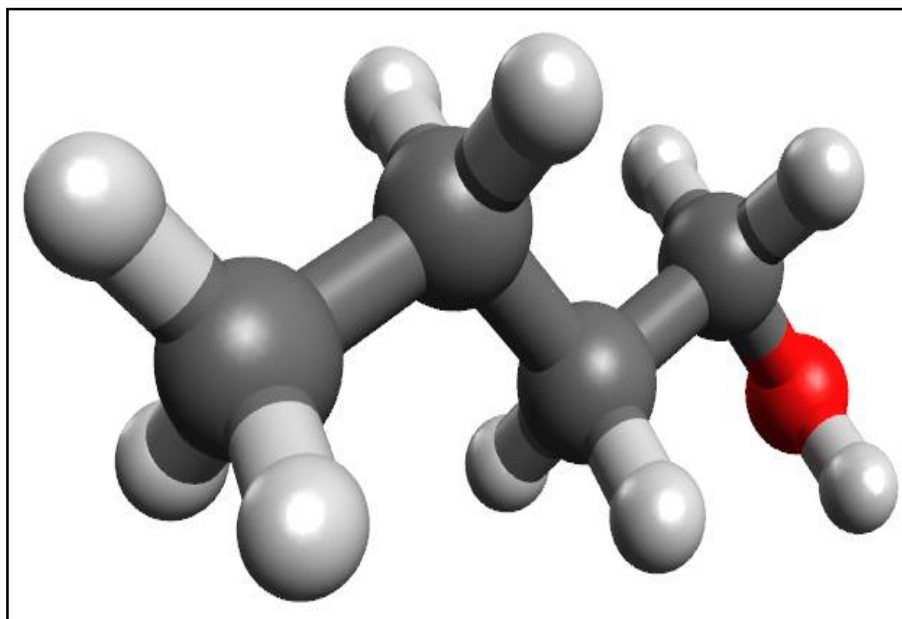
Figura 9 – Imagem 3D do isômero butan-2-ol



Fonte: elaborado pelo autor

Já a terceira característica destacada se refere a qual dos isômeros apresentados possui maior temperatura de ebulição. Na Figura 10 é mostrado o isômero butan-1-ol que possui maior temperatura de ebulição.

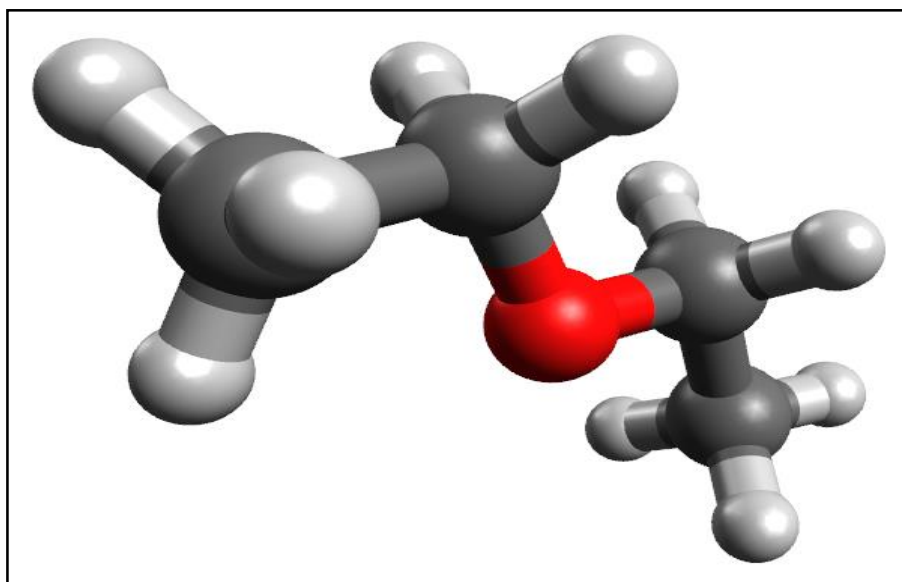
Figura 10 – Imagem 3D do isômero butan-1-ol



Fonte: elaborado pelo autor

A quarta e última característica solicitada se refere a qual isômero é um éter. Na Figura 11 é apresentado o isômero etoxietano que é a opção correta por ser um éter.

Figura 11 – Imagem 3D do isômero etoxietano



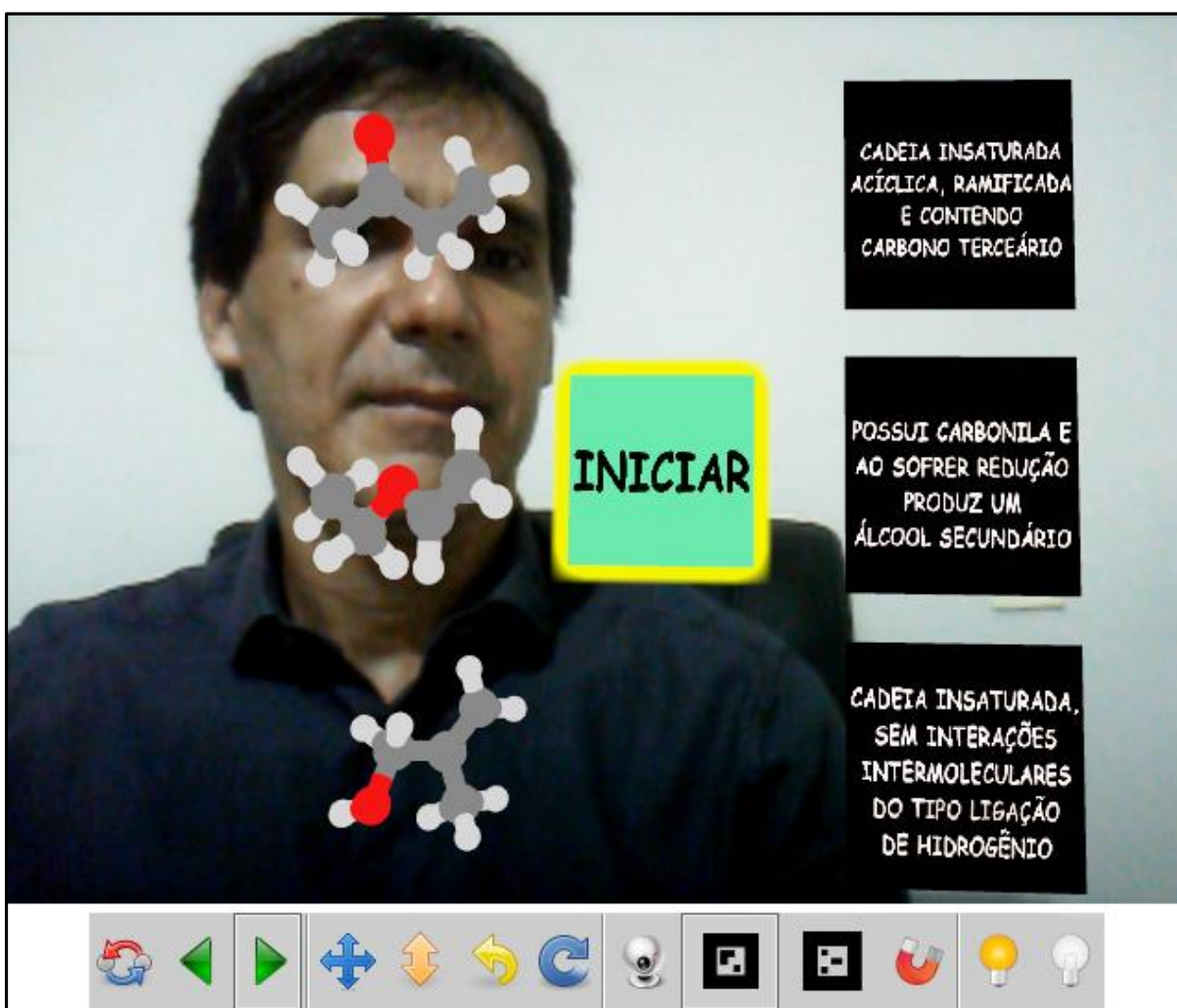
Fonte: elaborado pelo autor

Após finalizar o desafio da atividade na aplicação os alunos são orientados a responder o questionário apresentado no Apêndice B, justificando cada resposta.

2.1.3 Desenvolvimento da Atividade 3

Na Atividade 3 foi abordada a fórmula molecular C_4H_8O , contando apenas com um desafio em que os alunos deveriam também fazer o relacionamento dos isômeros apresentados com algumas características dos mesmos. Na Figura 12 é apresentada a interface inicial desta atividade.

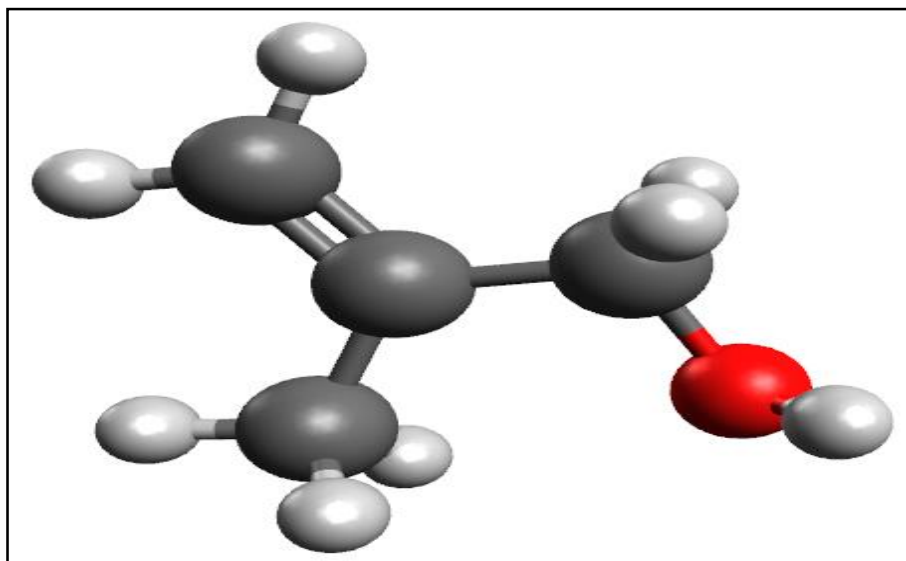
Figura 12 – Ambiente de visualização da Atividade 3 no FLARAS



Fonte: elaborado pelo autor

Na primeira opção foram destacadas algumas características de um determinado isômero na forma de uma pergunta: “Qual isômero possui estrutura de cadeia insaturada, acíclica, ramificada e contendo carbono terciário?”. Na Figura 13 é apresentado o isômero 2-metilprop-2-en-1-ol como o correspondente a esta pergunta.

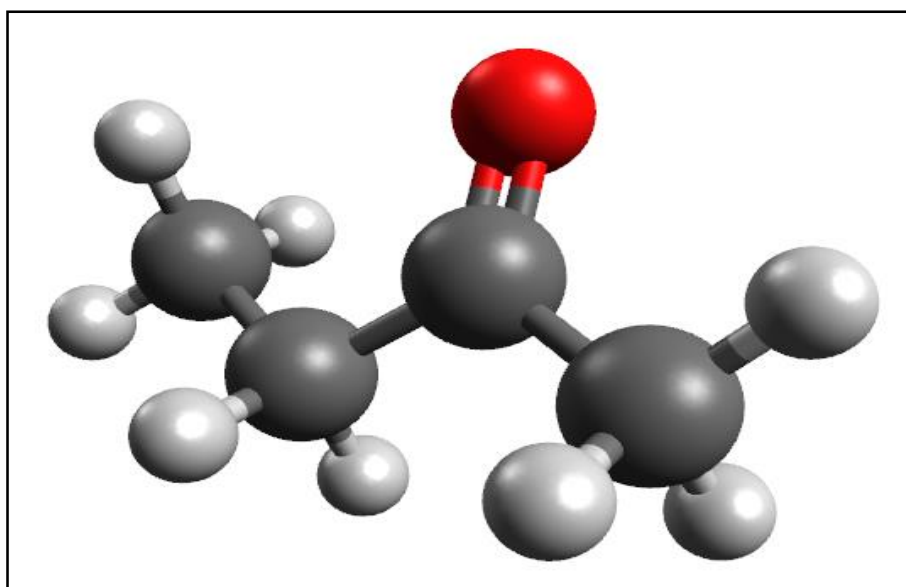
Figura 13 – Imagem 3D do isômero 2-metilprop-2-en-1-ol



Fonte: elaborado pelo autor

Na segunda opção para fazer o relacionamento foi elaborada a seguinte pergunta: “Qual isômero possui carbonila na estrutura e que ao sofrer redução produz um álcool secundário?”. Na Figura 14 é apresentado o isômero butan-2-ona que corresponde as características presentes na pergunta.

Figura 14 – Imagem 3D do isômero butan-2-ona

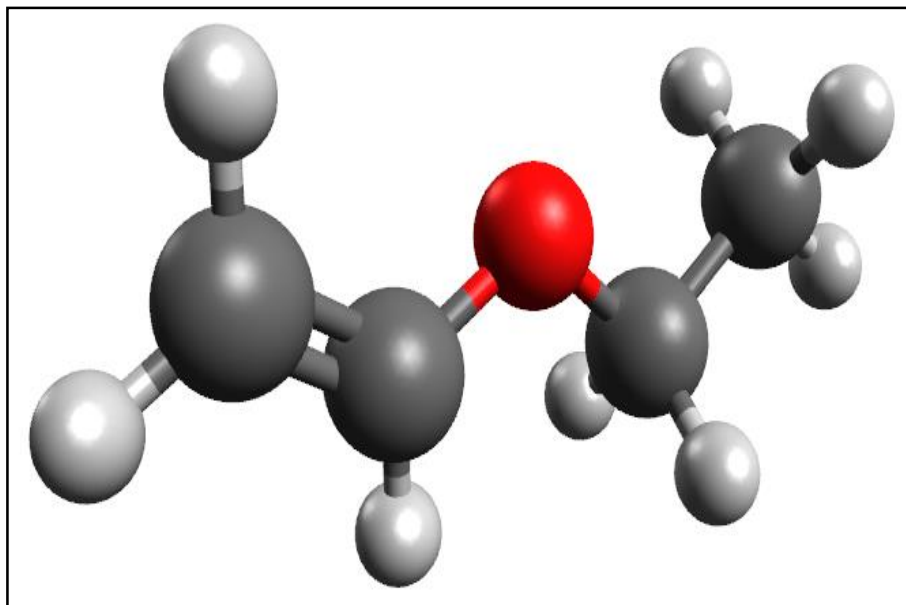


Fonte: elaborado pelo autor

Na terceira e última opção foi apresentada a seguinte pergunta: “Qual isômero possui estrutura com cadeia insaturada, sem interações intermoleculares do tipo ligação de

hidrogênio?”. O isômero etoxieteno, que corresponde a tais características, é apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Imagem 3D do isômero etoxieteno



Fonte: elaborado pelo autor

Após finalizar o desafio da atividade na aplicação via computador, os alunos foram orientados a responder o questionário apresentado no Apêndice C, justificando cada resposta.

2.2 Etapa 2: Atividades com os professores de Química do IFG - Câmpus Jataí

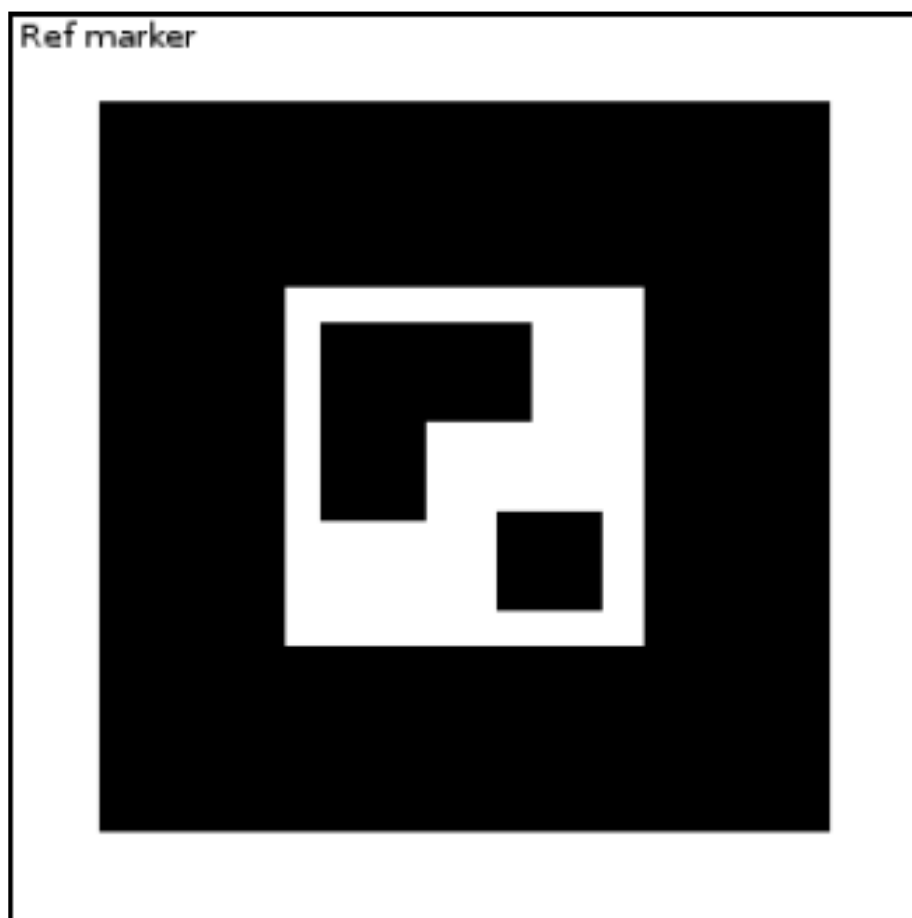
Foi elaborado um curso de capacitação sobre o uso da ferramenta de autoria FLARAS para os professores da disciplina de Química da instituição onde ocorreu a aplicação da pesquisa, com três horas de duração. Inicialmente foi abordado a introdução da tecnologia de Realidade Aumentada, sendo em seguida apresentadas as duas versões da ferramenta de autoria FLARAS, uma para o desenvolvimento de aplicações (*FLARAS Developer*) e a outra para a visualização e utilização das mesmas (*FLARAS Viewer*).

2.3 Etapa 3: Utilização da aplicação interativa desenvolvida

A utilização da aplicação interativa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) Câmpus Jataí, mais especificamente no laboratório de

informática “TADS 2”, mediante o uso do sistema de visão por vídeo, baseado em monitor, utilizando-se de computadores equipados com câmeras e fones de ouvidos instalados, configurados previamente, bem como os navegadores de internet para rodar corretamente a aplicação interativa. Participaram da pesquisa vinte e quatro (24) alunos dos 3º anos dos cursos técnicos em Edificações e Eletrotécnica integrados ao Ensino Médio em tempo integral. Também foi realizada a impressão do Marcador de Referência, conforme modelo apresentado na Figura 16, para que cada aluno pudesse interagir com a aplicação interativa.

Figura 16 – Marcador de Referência utilizado na aplicação interativa



Fonte: (SOUZA; MOREIRA; KIRNER, 2012)

O tempo total utilizado foi de três (3) horas, sendo dividido sequencialmente da seguinte forma:

- Vinte e cinco (25) minutos - Introdução do conteúdo de isomeria pelo professor de Química;
- Vinte (20) minutos - Apresentação do pesquisador esclarecendo os objetivos da pesquisa, e a introdução da tecnologia de Realidade Aumentada;

- Quarenta e cinco (45) minutos - Capacitação dos alunos para o manuseio (visualização e utilização) da aplicação interativa (FLARAS Viewer), utilizando material impresso (manual de utilização do FLARAS) e uma apresentação visual (slides) com o uso de um Datashow;

- Noventa (90) minutos - Utilização da aplicação interativa para a realização das Atividades 1, 2 e 3 no computador; bem como o preenchimento dos questionários impressos com a justificativa por escrito das respostas referentes às três atividades.

Após o fim das atividades, os questionários impressos respondidos foram recolhidos. Em seguida solicitou-se aos alunos que respondessem o formulário *online* enviado aos mesmos em seus respectivos e-mails.

Todo o processo de utilização da aplicação interativa, foi registrado por meio de gravação em vídeo.

2.4 Etapa 4: Análise dos resultados

Na etapa 4, realizou-se a análise das respostas dos professores que participaram do curso de capacitação, bem como dos alunos nos questionários impressos, além do questionário final respondido por meio de um formulário *online*. Também foi possível analisar as gravações feitas em vídeo durante a realização da pesquisa com os alunos, a fim de se obter informações sobre a percepção dos mesmos a respeito da utilização da tecnologia de Realidade Aumentada.

2.5 Disponibilização do produto educacional

O produto educacional, apresentado no Apêndice D, está disponível no *site* www.ranoensino.com.br e foi estruturado de forma que os interessados possam conhecer e utilizar a tecnologia de Realidade Aumentada por meio da aplicação interativa desenvolvida com a ferramenta de autoria FLARAS, bem como reproduzir todas as atividades realizadas na pesquisa, podendo baixar as mesmas e os arquivos com as instruções de uso.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Bardin (2011) é necessário que os resultados brutos sejam tratados de maneira a serem significativos, ou seja, que os dados falem por si só e que sejam válidos. O pesquisador tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos.

3.1 Análise dos resultados das atividades desenvolvidas com os professores

Durante o curso de capacitação dos docentes, os mesmos foram questionados a respeito do uso da tecnologia de Realidade Aumentada e todos afirmaram que tinham conhecimento da mesma, porém nunca a tinham utilizado.

Ao final do curso, os participantes responderam a um questionário com perguntas a respeito da tecnologia abordada no curso. Questionados sobre a percepção que tinham em relação a utilização da Realidade Aumentada, eles a consideraram uma tecnologia importante, principalmente quando aplicada no ensino. Sobre a utilização da Realidade Aumentada no ensino de Química destacaram como pontos positivos a visualização dos objetos virtuais mais próxima da realidade e que permite aos alunos interagirem com o mundo digital. Como ponto negativo citaram a demora no tempo de preparação de materiais pedagógicos com a utilização desta tecnologia. Por fim, sobre a ferramenta de autoria FLARAS destacaram a facilidade na sua utilização, a acessibilidade e a possibilidade de desenvolver uma variedade de aplicações.

3.2 Análise dos resultados das atividades desenvolvidas com os alunos

Após a utilização da aplicação interativa com Realidade Aumentada, ou seja, a realização das atividades desenvolvidas com a técnica de RA, teve início a etapa planejada para que os alunos participantes da pesquisa pudessem demonstrar via questionário e de forma escrita, o conhecimento dos conteúdos de química orgânica explorados no momento do uso desta tecnologia.

As perguntas escritas contidas nos questionários foram baseadas nas características solicitadas e seguiram a mesma sequência das atividades realizadas na aplicação interativa. A proposta da pesquisa se baseou na perspectiva de que se o aluno conseguisse êxito na atividade utilizando a tecnologia, isso poderia ser atestado quando o mesmo fosse capaz de expressar de forma escrita, as argumentações de suas respostas no questionário. Fazendo assim, a atividade

não ficou só com enfoque lúdico, tirando o aspecto somente de diversão para os envolvidos na pesquisa.

Para a correção das respostas referentes às atividades desenvolvidas, as mesmas foram classificadas em “correta”, “parcialmente correta” e “incorreta” de acordo com as respostas esperadas, já pré-estabelecidas pelos professores de Química envolvidos no processo. Foram consideradas como parcialmente corretas as respostas em que os alunos apresentaram a fórmula estrutural correta do isômero correspondente à característica solicitada, ou descreveram parte da resposta esperada.

Em relação aos dados obtidos, observou-se que dos 19 alunos que responderam aos questionários, nenhum conseguiu expressar corretamente todas as 10 questões referentes às atividades 1, 2 e 3 em relação as respostas esperadas. No total das 190 questões analisadas, cinquenta e nove por cento (59%) foram consideradas parcialmente corretas, nove por cento (9%) corretas, trinta e dois por cento (32%) incorretas.

A seguir são apresentados os resultados das três atividades realizadas, contendo as perguntas e as respostas esperadas, bem como as quantidades de respostas separadas de acordo com sua classificação.

3.2.1 Análise da Atividade 1

Na Atividade 1 foi abordada a fórmula molecular C_3H_8O , contando com dois desafios, sendo que no primeiro o aluno deveria localizar os isômeros correspondentes a fórmula molecular especificada e no segundo fazer o relacionamento desses isômeros com algumas características dos mesmos.

As perguntas, respostas esperadas e as respostas dos alunos foram agrupadas de acordo com a classificação das mesmas e são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Atribuição das respostas da Atividade 1

Atividade 1				
Pergunta	Resposta esperada	Corretas	Parcialmente corretas	Incorretas
Qual isômero possui menor ponto de ebulição?	ÉTER: As interações intermoleculares presentes nas moléculas são as do tipo dipolo-dipolo, portanto, mais fracas do que as ligações de hidrogênio presentes nos alcoóis apresentados.	2	13	4
Qual isômero possui a nomenclatura Propan-1-ol?	Álcool primário e de cadeia não ramificada. A numeração da cadeia é iniciada a partir da extremidade mais próxima da hidroxila, que neste caso já está na extremidade.	8	11	0
Qual isômero se transforma em cetona após sofrer oxidação?	Como se trata de um álcool secundário (Propan-2-ol), ao se oxidar origina uma cetona, neste caso a propanona.	4	10	5

Fonte: elaborado pelo autor

A primeira questão que envolvia comparação entre as fórmulas estruturais, bem como os grupos funcionais e suas possíveis influências em propriedades físicas, apresentou um baixo índice de acerto e um alto índice de respostas parciais. Assim, verificou-se um grau de dificuldade na construção das respostas, embora ao analisar as parcialmente corretas, pode-se concluir que muitos alunos citaram respostas que continham parte do esperado para a questão. Nota-se também dificuldade das respostas em associar grupos funcionais e as interações intermoleculares em compostos orgânicos. Uma informação a se levar em conta é que este conteúdo é explorado no 1º ano quando se aborda as ligações químicas, isto de acordo com as informações do Projeto Pedagógico do Curso, fornecido pelas coordenações dos cursos de Edificação e Eletrotécnica. Além disso, não foi atestado se ao longo do 3º ano, ao trabalhar os compostos orgânicos, suas propriedades associadas aos respectivos grupos funcionais, discutiu-se os aspectos mais integrados destes assuntos.

Desta forma, verifica-se que ao desenvolver esta atividade de ensino e de acordo com este recorte, ao abordar o tema isomeria e suas decorrências, seria importante o professor salientar as características e propriedades dos compostos orgânicos de mesma fórmula molecular e suas diferentes propriedades físico-químicas.

A segunda questão apresentou maior índice de acerto do que a primeira, mas ainda assim, um alto índice de respostas parcialmente corretas. Isto demonstra que o tema nomenclatura de compostos orgânicos, que apresenta um menor grau de dificuldade, foi bem assimilado pela maioria dos participantes, inclusive esta questão foi a única da atividade 1 em que não foi verificada nenhuma resposta classificada como incorreta, de acordo com os critérios estabelecidos para análise.

A terceira questão apresentou índices de respostas semelhante à primeira com relação ao quantitativo e padrão de distribuição das mesmas. O conteúdo de reações orgânicas, em especial, oxidação de álcoois, geralmente abordado em aulas teóricas e de forma expositiva, envolve muita abstração, além de exigir conhecimento prévio sobre classificação de carbonos e grupos funcionais. Analisando as respostas escritas, verificou-se que os estudantes classificaram corretamente os carbonos em uma cadeia. Porém, as respostas classificadas como incorretas apontam para a dificuldade que os mesmos apresentaram em associar o tipo de carbono com o grupo funcional, antes e após uma reação de oxidação, em especial de álcoois primários e secundários.

3.2.2 Análise da Atividade 2

Na Atividade 2 foi abordado a fórmula molecular $C_4H_{10}O$, contando apenas com um desafio em que os alunos deveriam fazer o relacionamento dos isômeros com algumas características dos mesmos.

As perguntas, respostas esperadas e as respostas dos alunos foram agrupadas de acordo com a categorização das mesmas e são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Atribuição das respostas da Atividade 2

Atividade 2				
Pergunta	Resposta esperada	Corretas	Parcialmente corretas	Incorretas
Qual isômero não oxida?	Álcool t-butílico. Por ser um álcool terciário, o mesmo não sofre reação de oxidação	0	16	3
Qual isômero é um álcool secundário?	Para ser um álcool secundário, a estrutura deve possuir uma hidroxila ligada a um carbono secundário.	2	17	0
Qual isômero possui maior temperatura de ebulição?	Butan-1-ol. Por ser um álcool primário, o mesmo possui maior temperatura de ebulição do que os outros isômeros álcoois (secundário e terciário).	0	8	11
Qual isômero é um éter?	Para possuir este grupo funcional a estrutura deve apresentar um átomo de oxigênio entre dois átomos de carbono, ou seja um heteroátomo.	2	13	4

Fonte: elaborado pelo autor

Neste desafio, a primeira, a segunda e quarta questão, apresentaram um baixo índice de respostas corretas e a predominância de parcialmente corretas. Por outro lado, a terceira questão que abordou conhecimentos de interações intermoleculares, apresentou alto índice de respostas caracterizadas como incorretas.

A primeira questão abordou o conteúdo de oxidação de álcoois, novamente evidenciou a dificuldade dos estudantes em relação ao este assunto. Embora a grande maioria tenha apresentado a fórmula estrutural correta álcool t-butílico, não foi verificada nenhuma justificativa correta. Na segunda questão foi mantido o padrão de respostas para a primeira, embora tenham aparecido duas respostas corretas e nenhuma incorreta. Na terceira questão, novamente foi verificada a dificuldade por parte dos estudantes em fazer a associação entre a estrutura do composto orgânico e a sua influência nas propriedades físicas do mesmo. A quarta questão que tratava de reconhecimento de grupos funcionais manteve a perspectiva de questões

anteriores, onde se observou as respostas baseadas na representação da estrutura, porém também sem justificativa evidenciando a presença de um oxigênio como heteroátomo.

3.2.3 Análise da Atividade 3

Na Atividade 3 foi abordada fórmula molecular C_4H_8O , contando apenas com um desafio em que os alunos deveriam também fazer o relacionamento dos isômeros com algumas características dos mesmos. O grau de dificuldade desta atividade pode ser considerado mais elevado, pois a fórmula molecular apresentada possibilita isômeros de cadeia insaturada.

As perguntas, respostas esperadas e as respostas dos alunos foram agrupadas de acordo com a categorização das mesmas e são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Atribuição das respostas da Atividade 3

Atividade 3				
Pergunta	Resposta esperada	Corretas	Parcialmente corretas	Incorretas
Qual isômero possui estrutura de cadeia insaturada, acíclica, ramificada e contendo carbono terciário?	Cadeia insaturada: Duplas ou triplas ligações entre dois ou mais carbonos. No caso de duplas a hibridação do carbono é classificada como sp^2 e no caso de tripla como sp . No caso de acíclica significa cadeia aberta e quanto à ramificação, é necessário que a mesma possua em sua estrutura pelo menos um carbono terciário ou quaternário, neste caso um terciário.	0	14	5
Qual isômero possui na estrutura carbonila e que ao sofrer redução produz um álcool secundário?	Neste caso a cadeia deve apresentar o grupo carbonila na extremidade da cadeia, ou seja um aldeído.	0	5	14
Qual isômero possui estrutura com cadeia insaturada, sem interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio?	Cadeia insaturada: Duplas ou triplas ligações entre dois ou mais carbonos. No caso das interações intermoleculares a estrutura escolhida não deveria apresentar nenhuma hidroxila em sua cadeia, o que possibilitaria a formação das interações do tipo ligação de hidrogênio.	0	5	14

Fonte: elaborado pelo autor

Nesta atividade, os conteúdos explorados foram classificação de cadeias carbônicas, grupos funcionais, reações orgânicas e propriedades físicas. A diversidade de assuntos e o grau de associação entre os mesmos, tornou esta etapa a mais exigente para os estudantes. Como não houve nenhuma resposta considerada correta e considerando que na primeira questão que tratava dos aspectos de classificação de cadeias e atribuição aos carbonos, apresentaram-se um maior número de parcialmente corretas, podemos observar semelhança com as atividades anteriores. Embora houvesse a demonstração da fórmula estrutural, aumentou-se o número de respostas erradas.

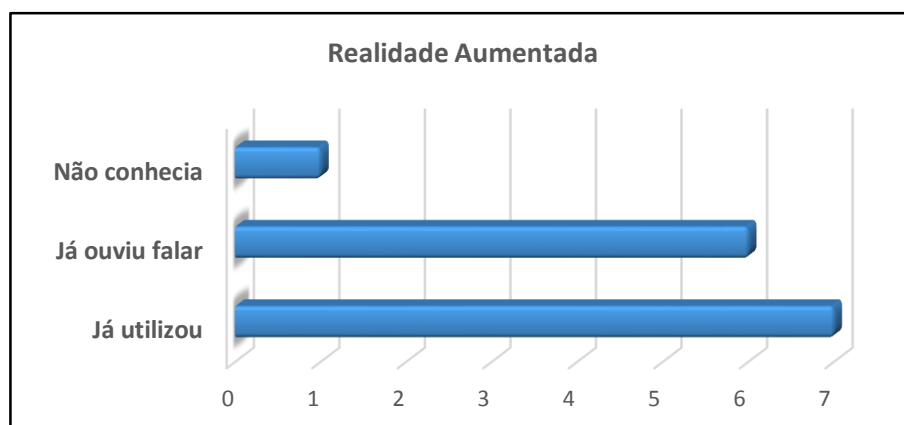
Destaque especial para as respostas da segunda e terceira questões que apresentaram alto índice de alternativas incorretas. Os assuntos abordados de forma mais evidente foram reações de redução de compostos carbonílicos e propriedades físicas. Mais uma vez foi notória a dificuldade por parte dos estudantes em discutir estes aspectos dos conteúdos de forma adequada, considerando as respostas esperadas para as questões apresentadas.

3.3 Análise do questionário final

Foi elaborado um questionário final sendo aplicado por meio de um formulário *online* em que os alunos responderam algumas questões sobre a técnica utilizada, sendo que dos 24 alunos que compareceram, 19 participaram integralmente das atividades presenciais e apenas 14 responderam a este formulário.

Uma das questões abordadas no formulário foi sobre o conhecimento dos alunos sobre a tecnologia de Realidade Aumentada. No Gráfico 1 são apresentados os resultados.

Gráfico 1 – Conhecimento dos alunos sobre a Realidade Aumentada



Fonte: elaborado pelo autor

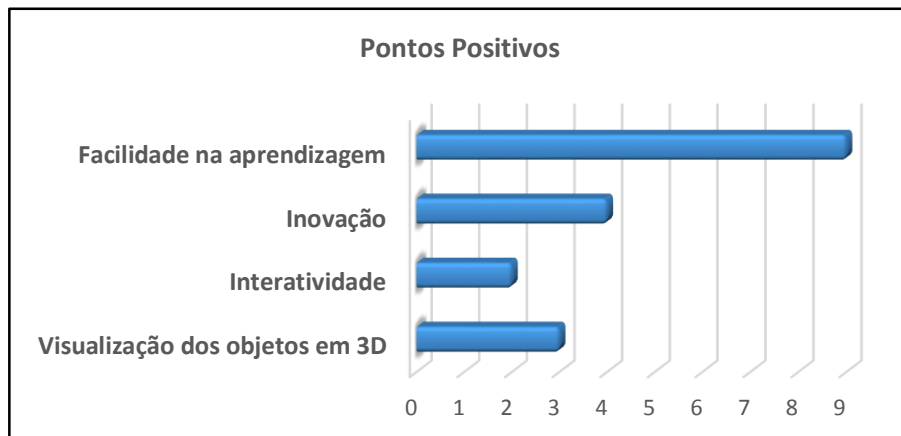
Cinquenta por cento (50%) dos alunos responderam que já haviam utilizado a tecnologia de Realidade Aumentada, porém esse número não corresponde à realidade, pois pode-se observar que durante a aplicação da pesquisa, no momento em que o pesquisador indagou sobre essa questão, apenas um dos participantes, confirmou ter utilizado essa tecnologia. Supostamente esta divergência ocorreu devido à falta de compreensão da pergunta, pois a mesma se referia ao conhecimento desta tecnologia antes da aplicação da pesquisa e o questionário *online* foi respondido após a realização da mesma.

Uma das questões que foram abordadas no questionário era para que o aluno descrevesse os pontos positivos e os pontos negativos em relação ao uso da Realidade Aumentada no ensino do conteúdo abordado. Para a análise desse material foram adotadas técnicas de análise de conteúdo que segundo Bardin (2011) os temas que se repetem com muita frequência são recortados do texto em unidades comparáveis de categorização para análise temática e de modalidades de codificação para o registro dos dados. Sendo assim, as respostas dos alunos tanto em relação aos pontos positivos quanto aos pontos negativos foram categorizadas e são apresentadas nas seções 3.3.1 e 3.3.2 respectivamente.

3.3.1 Pontos positivos

As respostas em relação aos pontos positivos obtidas dos alunos que responderam ao questionário foram categorizadas em “Facilidade na aprendizagem”, “Inovação”, “Interatividade” e “Visualização dos objetos em 3D”. No Gráfico 2 são apresentadas as categorias de respostas em relação aos pontos positivos.

Gráfico 2 – Pontos positivos em relação ao uso de RA no ensino de Química



Fonte: elaborado pelo autor

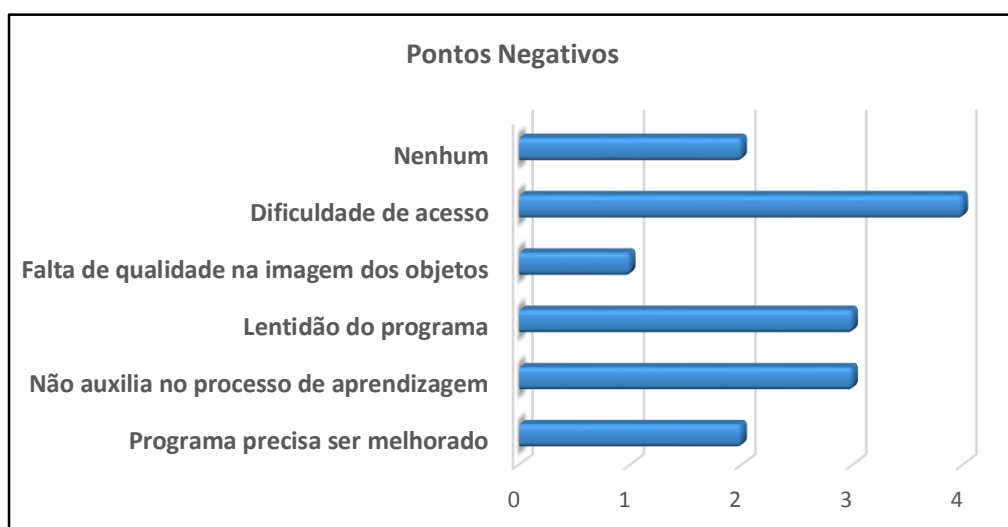
Em relação aos pontos positivos pode-se notar que a maioria dos alunos (9) que responderam ao questionário, considera que o uso da tecnologia de Realidade Aumentada facilita a aprendizagem do conteúdo abordado na pesquisa. Quatro desses alunos destacam o uso da Realidade Aumentada como uma inovação no ensino de Química e três destacaram a visualização dos objetos em 3D, como descreveu o Aluno 6: “Pude observar de forma bastante ilustrativa a estrutura molecular dos compostos, isso facilita a compreensão e deixa o aprendizado mais atrativo”. Dois alunos citaram a interatividade como ponto positivo.

A tecnologia de Realidade Aumentada, no ensino de Química Orgânica, segundo os pontos positivos citados pelos estudantes dos terceiros anos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFG Câmpus Jataí, facilitou o processo de aprendizagem e foi considerada uma inovação. Também proporcionou aos alunos a interatividade com o conteúdo abordado por meio da aplicação utilizada, além de possibilitar a visualização das fórmulas estruturais em terceira dimensão (3D) no ambiente físico em tempo real.

3.3.2 Pontos negativos

Os pontos negativos foram categorizados em “Dificuldade de acesso”, “Falta de qualidade na imagem dos objetos”, “Lentidão do programa”, “Não auxilia no processo de aprendizagem” e “Programa precisa ser melhorado”. No Gráfico 3 são apresentadas as categorias de respostas em relação aos pontos negativos.

Gráfico 3 – Pontos negativos em relação ao uso de RA no ensino de Química



Fonte: elaborado pelo autor

Dentre as categorias dos pontos negativos destaca-se a dificuldade de acesso (4) que pode ser atribuída em virtude do pouco contato que os alunos tiveram com a ferramenta utilizada. Apenas um dos alunos destacou a baixa qualidade nas imagens dos objetos virtuais modelados, sendo que isto ocorreu devido a conversão do arquivo original, produzido no Avogadro, para o formato reconhecido pela ferramenta de autoria FLARAS, por meio do aplicativo Blender. Outra categoria que foi citada é a lentidão do programa (3) que ocorreu em virtude de problemas com a rede interna do laboratório utilizado no dia da realização da pesquisa com os alunos. Três alunos afirmaram que a utilização da Realidade Aumentada não auxilia no processo de aprendizagem e dois que o programa precisa ser melhorado. Também obtivemos duas respostas em que os alunos apontaram não haver nenhum ponto negativo, nos levando a acreditar que os mesmos aprovaram a utilização desta tecnologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da tecnologia de Realidade Aumentada no ensino de Química exige uma infraestrutura mínima na instituição de ensino, bem como a capacitação dos docentes da área para utilizá-la.

A interação pesquisador-participante e as imagens captadas por vídeo, demonstraram o entusiasmo dos docentes, bem como dos alunos na utilização da técnica de Realidade Aumentada.

Os resultados da pesquisa apontaram bom conhecimento dos participantes a respeito da nomenclatura de compostos orgânicos, reconhecimento dos grupos funcionais e classificação de carbonos numa fórmula estrutural.

As fórmulas estruturais das moléculas representantes dos isômeros constitucionais explorados, em especial quando na forma de traços foram construídas apoiando-se nas teorias de ligação química, embora muitos também tenham descrito as mesmas usando as linhas de ligação, demonstrando habilidade na representação dos compostos orgânicos.

O conteúdo de interações intermoleculares e, em especial, as que envolvem diferença de temperatura de ebulição entre os isômeros apresentados para uma determinada fórmula estrutural de compostos orgânicos, evidenciou a necessidade de uma abordagem prévia sobre o tema.

A tecnologia Realidade Aumentada contribui para o ensino-aprendizagem de Isomeria Constitucional, proporciona uma maior interação entre os envolvidos no processo, possibilitando a visualização das fórmulas estruturais em terceira dimensão (3D) e em tempo real. Ressaltando-se que mesmo abordando um tema específico, deve-se levar em consideração a relação com outros conteúdos, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos.

O trabalho também contribui como incentivo à professores dispostos a utilizar tecnologias digitais como apoio didático e pedagógico nos processos educacionais em diversas áreas do conhecimento.

O produto educacional gerado por esta pesquisa e disponibilizado na Internet por meio de um *site*, possibilita o acesso às atividades desenvolvidas com o uso da tecnologia de Realidade Aumentada no ensino de Química Orgânica.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D. M. de et al. Uso de Realidade Aumentada como ferramenta complementar ao ensino das principais ligações entre átomos. In: **VI Workshop de Realidade Virtual e Aumentada**, p. 28-30, 2009.
- AZUMA, Ronald et al. Recent Advances in Augmented Reality. In: **IEEE Computer Graphics and Applications**, p. 34-47, 2001.
- BARBOSA, R. L. L. **Formação de educadores: desafios e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 2013.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BILLINGHURST, M.; KATO, H.; POUPYREV, I. The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. In: **IEEE Computer Graphics and Applications**, p. 6-8, 2001.
- BRANCO, M. M. C. P. C. **Realidade Aumentada como apoio ao ensino: estudo de caso no uso da realidade aumentada pelos professores nas escolas municipais de ensino fundamental de Goiatuba no Estado de Goiás**. Dissertação de Mestrado - Unievangélica de Anápolis/GO, 2013.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares e Nacionais - PCN**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- CARDOSO, R. G. S. et al. Uso da Realidade Aumentada em auxílio à educação. In: **Computer on the Beach**, p. 330-339, 2014.
- FLARAS. **Ferramenta de Autoria de Aplicações de Realidade Aumentada**. Disponível em: <<http://ckirner.com/flaras2/>>. Acesso em 10 set. 2016.
- FONSECA, M. R. M. **Química/Martha Reis Marques da Fonseca**. vol. 3, p. 130-138. São Paulo: Ática, 2014.
- GAMBOA, S. S. **Pesquisa Qualitativa: superando tecnicismos e falsos dualismos. Contrapontos**. Itajaí, vol. 3, nº 3, p. 393-405, 2003.
- GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2008.
- JARDIM, L. A.; CECÍLIO, W. A. G. Tecnologias educacionais: aspectos positivos e negativos em sala de aula. In: **XI Congresso Nacional de Educação. EDUCERE**, p. 5139-5152, 2013.
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. A. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. In: **IX Simpósio de Realidade Virtual**, Petrópolis-RJ, p. 85-766, 2007.

- KIRNER, C.; ZORZAL, E. R. Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE – UFJF**, 2005.
- KOTZ, J. C. et al. **Química Geral e Reações Químicas**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- MEDEIROS, A. C. S. et al. AVOGADRO: Um recurso digital para a aprendizagem de modelos moleculares e ligações químicas. In: **III CONEDU - Congresso Nacional de Educação**. 2016.
- MORENO, E. L.; HEIDELMANN, Stephany P. Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química. In: **Revista Química Nova na Escola**. Vol. 39 nº 01, p. 12-18, 2017.
- NOGUEIRA, K. **Desenvolvimento de uma arquitetura de distribuição de Realidade Virtual e Aumentada aplicada em ambientes educacionais**. Dissertação de Mestrado em Ciências - Universidade Federal de Uberlândia/MG, 2010.
- QUEIROZ, A. S.; OLIVEIRA, C. M.; REZENDE, F. S. Realidade Aumentada no Ensino da Química: Elaboração e Avaliação de um Novo Recurso Didático. **Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, v. 1, n. 2, mar. 2015. Disponível em: <<http://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/article/view/44/22>>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- REIS, M. G. **Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino da Simetria Molecular**. Disponível em: <<http://www.uel.br/cce/dc/wp-content/uploads/TCC-MatheusReis-BCC-UEL-2013.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.
- ROBERTO, R. A. **Desenvolvimento de Sistema de Realidade Aumentada Projetiva com Aplicação em Educação**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação - Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 2012.
- SANTOS, J. A.; ANDRADE, Â. C. S. As tecnologias: Auxílio ao processo de ensino/aprendizagem. **II Seminário educação, comunicação, inclusão e interculturalidade**, 2009.
- SCOTTA, A. et al. Uma aplicação da Realidade Aumentada em Laboratórios Mistos para Ensino de Química. **Anais dos Workshops do 3º Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2014)**. Disponível em: <<http://www.brie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/3280/2818>>. Acesso em: 25 abr. 2017.
- SILVA, J. E.; ROGADO, J. Aplicação da Realidade Virtual na Educação Química – o caso do ensino de estrutura atômica. **VI Mostra Acadêmica UNIMEP**, 2008.
- SINGHAL, S. et al. Augmented Chemistry: Interactive Education System. In: **International Journal of Computer Applications**. V. 49, n. 15, Jul. 2012. Disponível em: <<http://research.ijcaonline.org/volume49/number15/pxc3881041.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

SOUZA, R. C.; MOREIRA, H. D. F.; KIRNER, C. **FLARAS 1.0 – Flash Augmented Reality Authoring System**, e-book, 2012. Disponível em: <<http://ckirner.com/flaras2/wp-content/uploads/2012/09/livro-flaras.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2016.

TAJRA, S. F. **Informática na Educação**. 5. ed. São Paulo: Érica, 2001.

TORRES, F.; KIRNER, T.; KIRNER, C. **Uso da Realidade Aumentada no Ensino de Ciências**. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2012/0046.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2016.


TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: A pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG). Instituto de Química. **O que é Química?**. Disponível em: <<https://quimica.ufg.br/n/3293-o-que-e-quimica>>. Acesso em: 26 set. 2017.

ZHOU, Z. et al. Interactive entertainment systems using tangible cubes. In: **YUSUF PISAM. Proceedings of the First Australian Workshop on Interactive Entertainment**, p. 19, 2004. Disponível em: <<http://www.ieconference.org/ie2004/proceedings/019%20zhou.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário Atividade 1

 <small>INSTITUTO FEDERAL GOIÁS</small>	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - CÂMPUS JATAÍ COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
---	---

Questionário Atividade 01

Data: _____

Nome: _____ **Nota:** _____

Curso: Eletrotécnica Edificações

Prezado(a) aluno(a), após realizar a atividade com o apoio da aplicação interativa desenvolvida em Realidade Aumentada, **justifique** as suas respostas relacionadas à Atividade 01 e seus respectivos itens.

Atividade 01: Fórmula molecular C_3H_8O

- Qual isômero possui menor temperatura de ebulição?

Resposta esperada: ÉTER: As interações intermoleculares presentes na moléculas são as do tipo dipolo-dipolo, portanto, mais fracas do que as ligações de hidrogênio presentes nos álcoois apresentados.


- Qual isômero possui a nomenclatura Propan-1-ol?

Resposta esperada: Álcool primário e de cadeia não ramificada. A numeração da cadeia é iniciada a partir da extremidade mais próxima da hidroxila, que neste caso já está na extremidade.

- Qual isômero que após sofrer oxidação se transforma em cetona?

Resposta esperada: Como se trata de um álcool secundário (Propan-2-ol), ao se oxidar origina uma cetona, neste caso a propanona.

APÊNDICE B – Questionário Atividade 2

 <p style="font-size: small; margin: 0;">INSTITUTO FEDERAL GOIÁS</p>	<p style="font-size: small; margin: 0;">MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - CÂMPUS JATAÍ COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA</p>
---	--

Questionário Atividade 02

Data: _____

Nome: _____ **Nota:** _____

Curso: Eletrotécnica Edificações

Prezado(a) aluno(a), após realizar a atividade com o apoio da aplicação interativa desenvolvida em Realidade Aumentada, **justifique** as suas respostas relacionadas à Atividade 02 e seus respectivos itens.

Atividade 02: Fórmula molecular $C_4H_{10}O$

1) Qual isômero que não oxida?

Resposta esperada: Álcool t-butílico. Por ser um álcool terciário, o mesmo não sofre reação de oxidação nas condições apresentadas a nível desta etapa de ensino.

2) Qual isômero é um álcool secundário?

Resposta esperada: Para ser um álcool secundário, a estrutura deve possuir uma hidroxila ligada a um carbono secundário.


3) Qual isômero possui maior temperatura de ebulição?

Resposta esperada: Butan-1-ol. Por ser um álcool primário, o mesmo possui maior temperatura de ebulição do que os outros isômeros alcoois (secundário e terciário).

4) Qual isômero é um éter?

Resposta esperada: Para possuir este grupo funcional a estrutura deve apresentar um átomo de oxigênio entre dois átomos de carbono, ou seja um heteroátomo.

APÊNDICE C – Questionário Atividade 3

 <p style="font-size: small; margin: 0;">INSTITUTO FEDERAL GOIÁS</p>	<p style="font-size: small; margin: 0;">MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - CÂMPUS JATAÍ COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA</p>
---	--

Questionário Atividade 03

Data: _____

Nome: _____ **Nota:** _____

Curso: Eletrotécnica Edificações

Prezado(a) aluno(a), após realizar a atividade com o apoio da aplicação interativa desenvolvida em Realidade Aumentada, **justifique** as suas respostas relacionadas à Atividade 03 e seus respectivos itens.

Atividade 03: Fórmula molecular C₄H₈O

- Qual isômero possui estrutura de cadeia insaturada, acíclica, ramificada e contendo carbono terciário?

Resposta esperada: Cadeia insaturada: Duplas ou triplas ligações entre dois ou mais carbonos. No caso de duplas a hibridação do carbono é classificada como sp₂ e no caso de tripla como sp. No caso de acíclica significa cadeia aberta e quanto à ramificação, é necessário que a mesma possua em sua estrutura pelo menos um carbono terciário ou quaternário, neste caso um terciário.

- Qual isômero possui na estrutura carbonila e que ao sofrer redução produz um álcool secundário?

Resposta esperada: Neste caso a cadeia deve apresentar o grupo carbonila na extremidade da cadeia, ou seja um aldeído.

- Qual isômero possui estrutura com cadeia insaturada, sem interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio?

Resposta esperada: Cadeia insaturada: Duplas ou triplas ligações entre dois ou mais carbonos. No caso das interações intermoleculares a estrutura escolhida não deveria apresentar nenhuma hidroxila em sua cadeia, o que possibilitaria a formação das interações do tipo ligação de hidrogênio.

APÊNDICE D – Apresentação do Produto Educacional

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



**APLICAÇÃO INTERATIVA
DE REALIDADE AUMENTADA
PARA O APOIO NO ENSINO
DE QUÍMICA ORGÂNICA**

Organizadores:

Sérgio Henrique de Almeida e
Carlos César da Silva

SERGIO HENRIQUE DE ALMEIDA

CARLOS CÉZAR DA SILVA

APLICAÇÃO INTERATIVA DE REALIDADE AUMENTADA PARA O APOIO NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

Produto Educacional vinculado à dissertação Estudo da contribuição da Realidade Aumentada para o ensino de Química nos cursos técnicos integrados ao Ensino Médio no IFG Câmpus Jataí

Jataí
2017

APRESENTAÇÃO

Para a divulgação da produção digital resultante do produto educacional foi criado um *site* disponível no endereço eletrônico www.ranoensino.com.br, para disponibilizar os arquivos digitais referentes as atividades desenvolvidas durante a pesquisa que resultou na dissertação de mestrado com o título Estudo da contribuição da Realidade Aumentada para o ensino de Química nos cursos técnicos integrados ao Ensino Médio no IFG Câmpus Jataí.

Este material foi elaborado como apoio ao ensino e aprendizagem de Química Orgânica por meio de uma aplicação interativa com o uso da tecnologia de Realidade Aumentada. A organização se deu a partir do desenvolvimento de 03 atividades para serem utilizadas no laboratório de informática, promovendo a discussão dos conceitos básicos de Isomeria Constitucional no Ensino Médio numa perspectiva de incentivar o uso de tecnologias nos processos educacionais.

Sendo assim, entendemos que esse material, na proposta de uso das tecnologias digitais no ensino, valoriza os conhecimentos prévios dos alunos, colabora para a construção do conhecimento científico e possibilita uma aprendizagem interativa.

SUMÁRIO

Introdução	04
O que é a Realidade Aumentada?	04
O ensino de Química	07
Produto Educacional	08
Desenvolvimento da Aplicação Interativa	09
<i>Atividade 1</i>	10
<i>Atividade 2</i>	12
<i>Atividade 3</i>	16
Utilização da Aplicação Interativa desenvolvida	18
<i>Estratégia Didática</i>	19
REFERÊNCIAS	21
APÊNDICES	22

Introdução

O produto educacional desenvolvido à partir da pesquisa de dissertação “Estudo da contribuição da Realidade Aumentada para o ensino de Química nos cursos técnicos integrados ao ensino médio no IFG Câmpus Jataí” é a criação de um *site* para a publicação da Aplicação Interativa para o ensino de Isomeria Constitucional desenvolvida com o uso da tecnologia de Realidade Aumentada, bem como a disponibilização de todos os documentos utilizados na aplicação do produto.

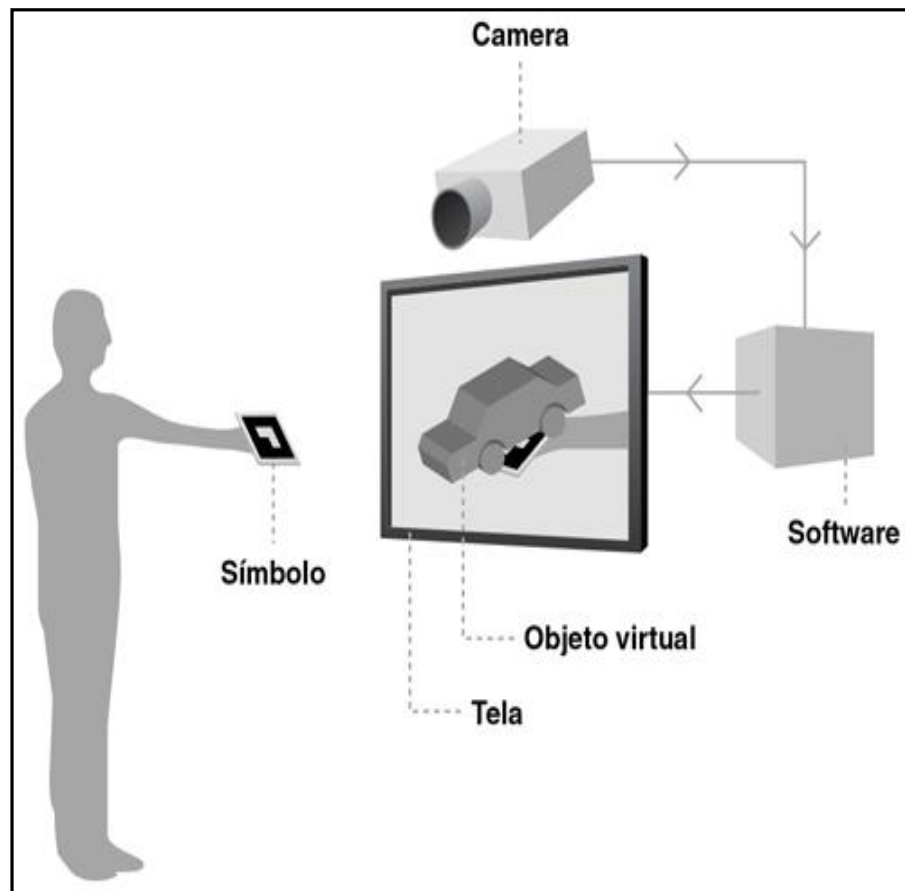
O que é a Realidade Aumentada?

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que está em ampla disseminação e sua aplicação, associada à área de Educação, possibilita uma visualização e interação do aluno com o ambiente computacional, de forma natural. Os ambientes virtuais estimulam a criatividade, a pesquisa e a troca de experiências (TAJRA, 2001). Segundo Giordan (2008), a utilização de objetos moleculares tridimensionais como forma de representação do modelo de partículas e das transformações químicas associadas têm indicado bons resultados de aprendizagem e é descrito como um dos mais utilizados, pois simplifica, ilustra e permite a exploração da estrutura molecular e do processo químico associado.

A Realidade Aumentada também pode ser definida como a inserção de objetos virtuais no ambiente real, mostrada ao usuário em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico (seja ele um computador, *tablet*, *smartphone* e outros), usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais. (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

Outra definição é de que a Realidade Aumentada é uma particularização de um conceito mais geral, denominado Realidade Misturada, que consiste na sobreposição de ambientes reais e virtuais, em tempo real, por meio de um dispositivo tecnológico. Uma das maneiras mais simples de se conseguir isto baseia-se no uso de um microcomputador com uma *webcam*, executando um software que, por meio de técnicas de visão computacional e processamento de imagens, mistura a cena do ambiente real, capturada pela *webcam*, com objetos virtuais gerados por computador. O *software* também cuida do posicionamento, oclusão e interação dos objetos virtuais, dando a impressão ao usuário de que o cenário é único (KIRNER; ZORZAL, 2005). Na Figura 1 é apresentado o esquema de funcionamento da Realidade Aumentada.

Figura 1 – Como funciona a Realidade Aumentada



Fonte: <http://ubergeekinterativa.com.br/wp/2016/03/16/93/>

Os sistemas de Realidade Aumentada podem ser classificados de acordo com o tipo de display utilizado (AZUMA et al., 2001), envolvendo visão ótica ou visão por vídeo, dando origem a quatro tipos de sistemas (KIRNER; ZORZAL, 2005):

- **Sistema de ótica direta:** utiliza óculos ou capacetes com lentes que permitem o recebimento direto da imagem real, ao mesmo tempo em que possibilitam a projeção de imagens virtuais devidamente ajustadas com a cena do mundo real;
- **Sistema de visão ótica, por projeção:** utiliza superfícies do ambiente real, onde são projetadas imagens dos objetos virtuais, cujo conjunto é apresentado ao usuário que o visualiza sem a necessidade de nenhum equipamento auxiliar. Embora seja interessante, esse sistema é muito restrito às condições do espaço real, em função da necessidade de superfície de projeção;
- **Sistema de visão direta por vídeo:** utiliza capacetes com micro câmeras de vídeo acopladas. A cena real, capturada pela micro câmera, é misturada com os elementos virtuais

gerados por computador e apresentadas diretamente nos olhos do usuário, por meio de pequenos monitores montados no capacete;

- **Sistema de visão direta por vídeo, baseado em monitor:** utiliza uma *webcam* para capturar a cena real. Depois de capturada, a cena real é misturada com os objetos virtuais gerados por computador e apresentada no monitor. O ponto de vista do usuário normalmente é fixo e depende do posicionamento da *webcam*.

Ainda segundo Kirner e Zorzal (2005), o uso de sistemas de visão direta por vídeo é adequado em locais fechados, nos quais o usuário tem controle da situação, e não oferece perigo, pois em caso de perda da imagem pode-se retirar o capacete com segurança, se for o caso. Já os sistemas de visão ótica direta são apropriados para situações, nas quais a perda da imagem pode ser perigosa, como é o caso de uma pessoa andando pela rua, dirigindo um carro ou pilotando um avião.

O sistema de visão por vídeo baseado em monitor possui menor custo e é mais fácil de ser ajustado pelo fato de não necessitar de equipamentos mais sofisticados, pois utiliza-se de um computador com uma câmera integrada ao mesmo, sendo assim foi o escolhido para ser utilizado na pesquisa.

O uso de novas tecnologias, tais como: Multimídia, Realidade Virtual e Realidade Aumentada, tem-se destacado como apoio no ensino de vários conteúdos. A aplicação da Realidade Aumentada vem, nesse contexto, estimular no aluno a vontade de aprender de um modo mais interativo e em tempo real, supondo um aprendizado mais fácil e agradável. (NOGUEIRA, 2010).

Segundo Roberto (2012), duas características da Realidade Aumentada são grandes atrativos para que esta possa ser usada nas salas de aula: primeiro que o uso de RA proporciona uma melhor visualização dos conteúdos e segundo porque ela fomenta a interatividade entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

O uso da Realidade Aumentada para o apoio do ensino possibilita ao aluno uma interação em tempo real, conforme mostrado na Figura 2, supondo uma certa facilidade no aprendizado. (NOGUEIRA, 2010).

Figura 2 – Aplicações de Realidade Aumentada



Fonte: (KIRNER; ZORZAL, 2005)

Roberto (2012) destaca que de fato, o potencial para uso de Realidade Aumentada aplicada a educação é tanto que algumas das principais universidades do mundo estão conduzindo pesquisas sobre o tema. É o caso de duas universidades da Austrália (Camberra e Macquarie), que montaram em conjunto o *Infrastructure for Spatial Information in Europe* (INSPIRE), um laboratório de pesquisa voltado para desenvolver aplicações de Realidade Aumentada aplicadas à educação. Outra importante instituição que está conduzindo pesquisas com Realidade Aumentada é o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Por meio do Programa de Educação Profissional Scheller (STEP), que tem o objetivo de formar professores para ministrar aulas de Matemática e Ciências a alunos do ensino fundamental, o MIT vem desenvolvendo pesquisas com o intuito de criar tecnologias capazes de ensinar de forma divertida.

O ensino de Química

O Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG), define Química como sendo uma área da ciência natural que trata principalmente das propriedades das substâncias, as mudanças que elas sofrem, e as leis naturais que descrevem estas mudanças, sendo assim, a Química é uma ciência que estuda a matéria, suas transformações e as energias envolvidas nesses processos. (UFG, 2017).

Segundo Kotz (2009), uma propriedade facilmente observada da matéria é seu estado, isto é, se uma substância é um sólido, líquido e gasoso. Quando usamos uma amostra da matéria suficientemente grande para ser vista, medida e manuseada pelos sentidos humanos sem a ajuda de equipamentos, dizemos que as observações e a manipulação ocorrem no mundo macroscópico da Química. Para entrarmos no mundo submicroscópico ou particulado dos

átomos e das moléculas, tome uma amostra macroscópica e divida-a até que a quantia dessa amostra não possa mais ser vista a olho nu.

O estudo da estrutura da matéria e da teoria molecular, em especial, nos remete a formas de representação sem as quais, a elaboração de conceitos pelos alunos torna-se praticamente inviável. (GIORDAN, 2008).

Segundo Reis (2013), nem todo estudante tem a mesma habilidade de percepção espacial para visualizar representações de elementos 3D, alguns não conseguem enxergar nem mesmo as mais simples, essa visualização é muito relevante na química onde precisa-se desse tipo de visualização para o entendimento de vários conceitos.

Sendo assim, segundo Torres; Kirner e Kirner (2012), a visualização de modelos químicos da estrutura das substâncias mediante o uso de recursos tecnológicos interativos possibilitam aos estudantes presenciarem fenômenos naturais. Em sala de aula, quando se desenvolve temas mais abstratos e distantes temporal ou fisicamente do aluno, é necessário que o professor busque recursos mais ricos do que simples explicações, a fim de possibilitar que os alunos se aproximem mais dos acontecimentos reais. Neste contexto de inovações, que oferecem informações mais realistas, a Realidade Aumentada (RA) se apresenta como uma vertente alternativa na representação dos conteúdos exigidos no ensino.

A Química Orgânica é conhecida como a parte da Química que estuda a maioria dos compostos formados pelo elemento carbono. Segundo Fonseca (2014), a isomeria constitucional pode ser estática ou dinâmica. Os isômeros estáticos podem ser divididos em grupos funcionais, esqueléticos e posicionais. A isomeria constitucional dinâmica, também conhecida como tautomeria, ocorre somente na fase líquida, em compostos cuja molécula possui um elemento muito eletronegativo, como o oxigênio ou o nitrogênio, ligado ao mesmo tempo ao hidrogênio e a um carbono insaturado. (FONSECA, 2014, p. 138).

Produto Educacional

O produto educacional está disponível no endereço eletrônico www.ranoensino.com.br onde pode ser encontrado todos os arquivos, bem como as atividades desenvolvidas na pesquisa e utilizadas em sala de aula.

O *site* foi estruturado de forma que os interessados possam conhecer e utilizar a tecnologia, bem como reproduzir as atividades desenvolvidas, podendo fazer o *download* das mesmas e dos arquivos com as instruções de uso.

Na página principal (Início) é apresentada uma pequena introdução sobre a criação do *site*. Nesta mesma página é descrito o objetivo, bem como o público alvo pretendido. Também contém o resumo da dissertação e as palavras-chave abordadas na realização do trabalho.

Na página “Realidade Aumentada” descreve-se sobre o uso desta tecnologia no ensino além de apresentar algumas definições da mesma.

A página “Aplicação Interativa” relata sobre o desenvolvimento da aplicação interativa de Realidade Aumentada e contém *links* para o *site* oficial da ferramenta de autoria FLARAS. Nesta página o usuário pode acessar as páginas das três atividades desenvolvidas e baixar as mesmas para utilizá-las.

Na página “Links Importantes” pode-se baixar o aplicativo Avogadro para modelagem de moléculas em 3D, bem como a ferramenta de autoria FLARAS para o desenvolvimento de aplicações interativas de Realidade Aumentada.

Na página “Sobre” é apresentado o produto educacional desenvolvido e a equipe de desenvolvimento do mesmo. Por último, na página “Contato” pode-se enviar dúvidas e ou sugestões sobre o conteúdo apresentado para o pesquisador.

Desenvolvimento da Aplicação Interativa

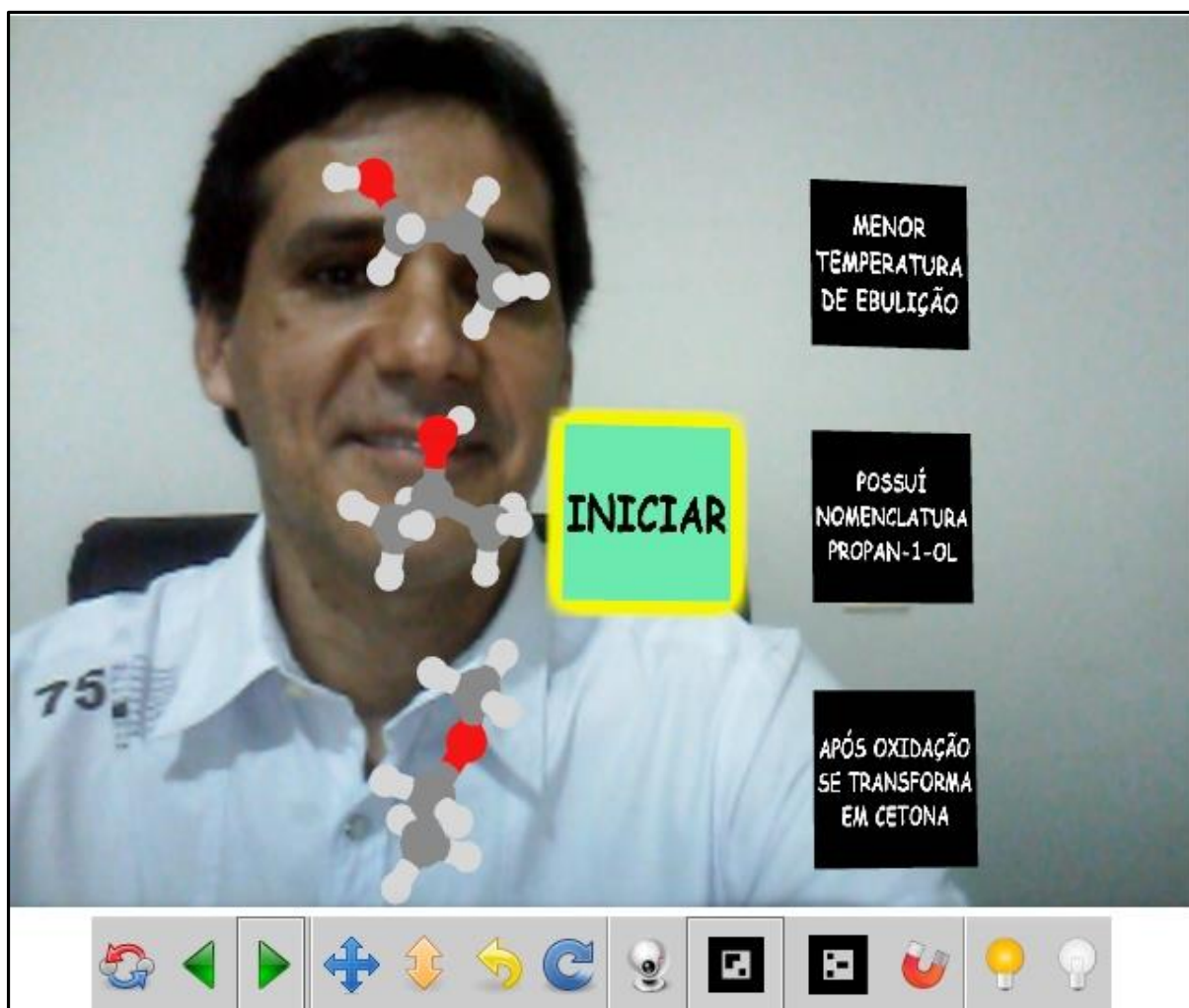
A aplicação interativa de Realidade Aumentada foi desenvolvida com o uso da ferramenta de autoria *Flash Augmented Reality Authoring System* (FLARAS).

A aplicação interativa é composta por três atividades que abordam os isômeros das fórmulas moleculares C_3H_8O , $C_4H_{10}O$ e C_4H_8O respectivamente. Para a modelagem dos objetos virtuais em terceira dimensão (3D) foi utilizado o aplicativo Avogadro, que é um editor e visualizador de moléculas. As atividades desenvolvidas abordaram vários conteúdos, dentre eles, grupos funcionais; nomenclaturas; propriedades físicas; reações orgânicas; classificação de carbono; classificação de cadeias; hibridação de carbonos e interações intermoleculares. Levando em consideração que os alunos deveriam responder, de uma forma lúdica, a uma série de questões por meio da aplicação interativa utilizando o computador, foram elaboradas questões dissertativas, respondidas após realizarem as atividades no computador, para que o aluno justificasse as respostas, com o intuito de avaliar os conhecimentos dos mesmos em relação aos conceitos trabalhados na aplicação interativa de Realidade Aumentada.

Atividade 1

Na Atividade 1 foi abordado a fórmula molecular C_3H_8O em que é possível a criação de três isômeros diferentes, sendo assim foi criada uma atividade com dois desafios em que buscou-se extrair dos alunos conhecimentos já adquiridos anteriormente. No primeiro desafio da atividade, foi solicitado aos mesmos que localizassem entre diversos isômeros quais representavam corretamente a fórmula citada, já no segundo desafio os alunos deveriam fazer o relacionamento dos três isômeros específicos com algumas características individuais, conforme mostrado na Figura 3.

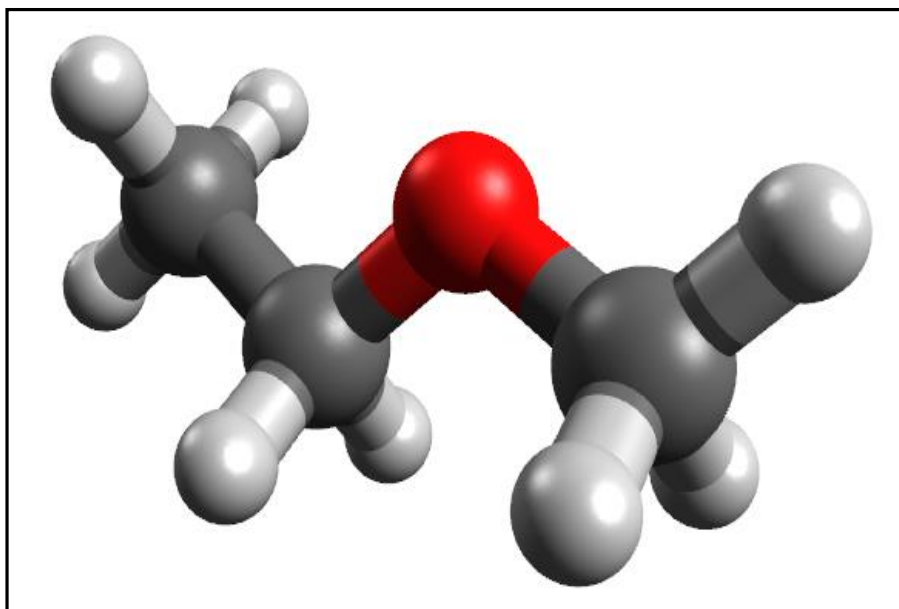
Figura 3 – Ambiente de visualização da Atividade 1 no FLARAS



Fonte: elaborado pelo autor

A primeira característica solicitada na aplicação se refere ao isômero que possui a menor temperatura de ebulição, que nesse caso é o metoxietano representado na Figura 4.

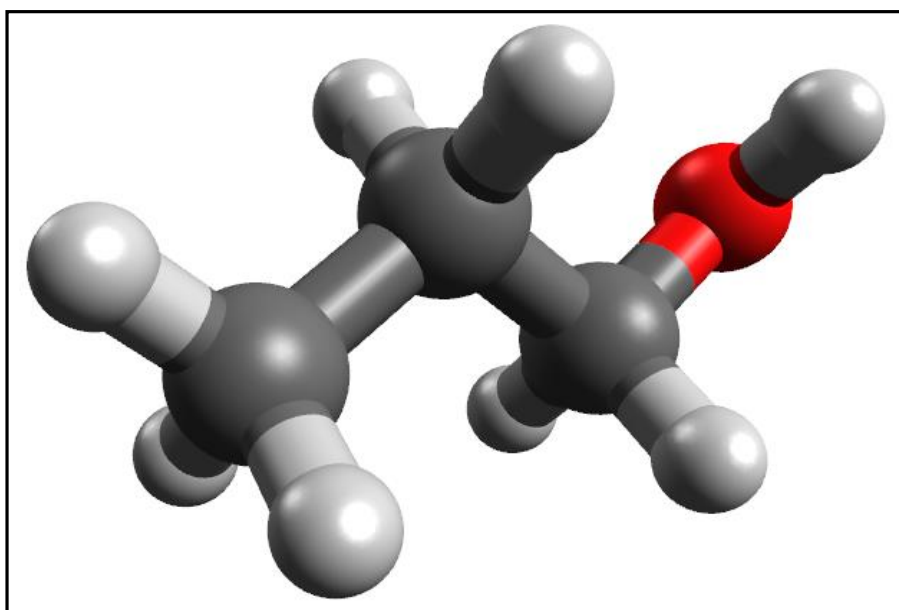
Figura 4 – Imagem 3D do isômero metoxietano



Fonte: elaborado pelo autor

A segunda característica solicitada na aplicação se refere ao isômero que possui a nomenclatura propan-1-ol, representado na Figura 5.

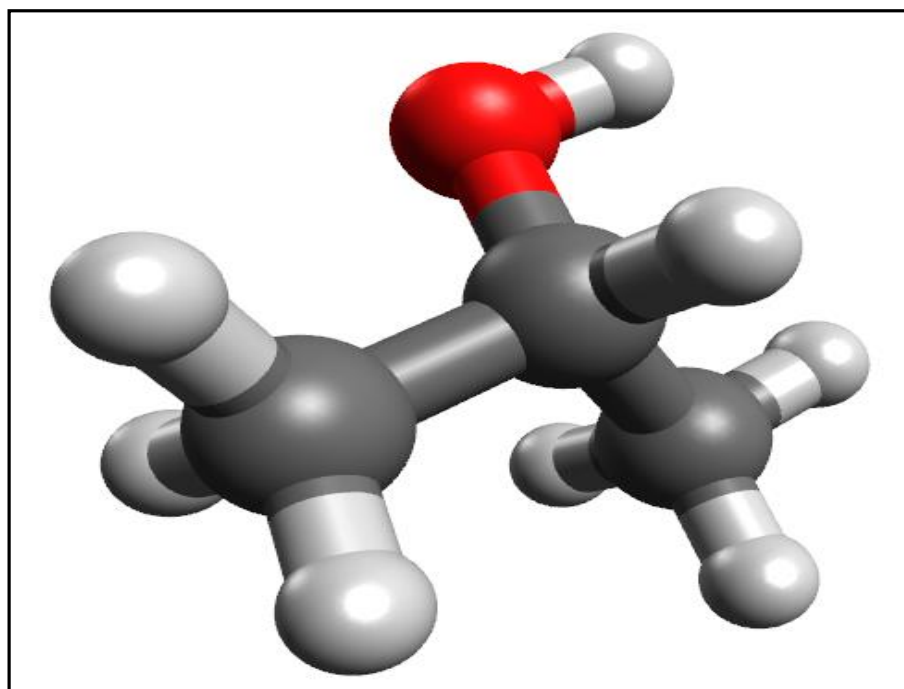
Figura 5 – Imagem 3D do isômero propan-1-ol



Fonte: elaborado pelo autor

A terceira característica solicitada se refere ao isômero propano-2-ol que se transforma em cetona após sofrer oxidação, representado na Figura 6.

Figura 6 – Imagem 3D do isômero propano-2-ol



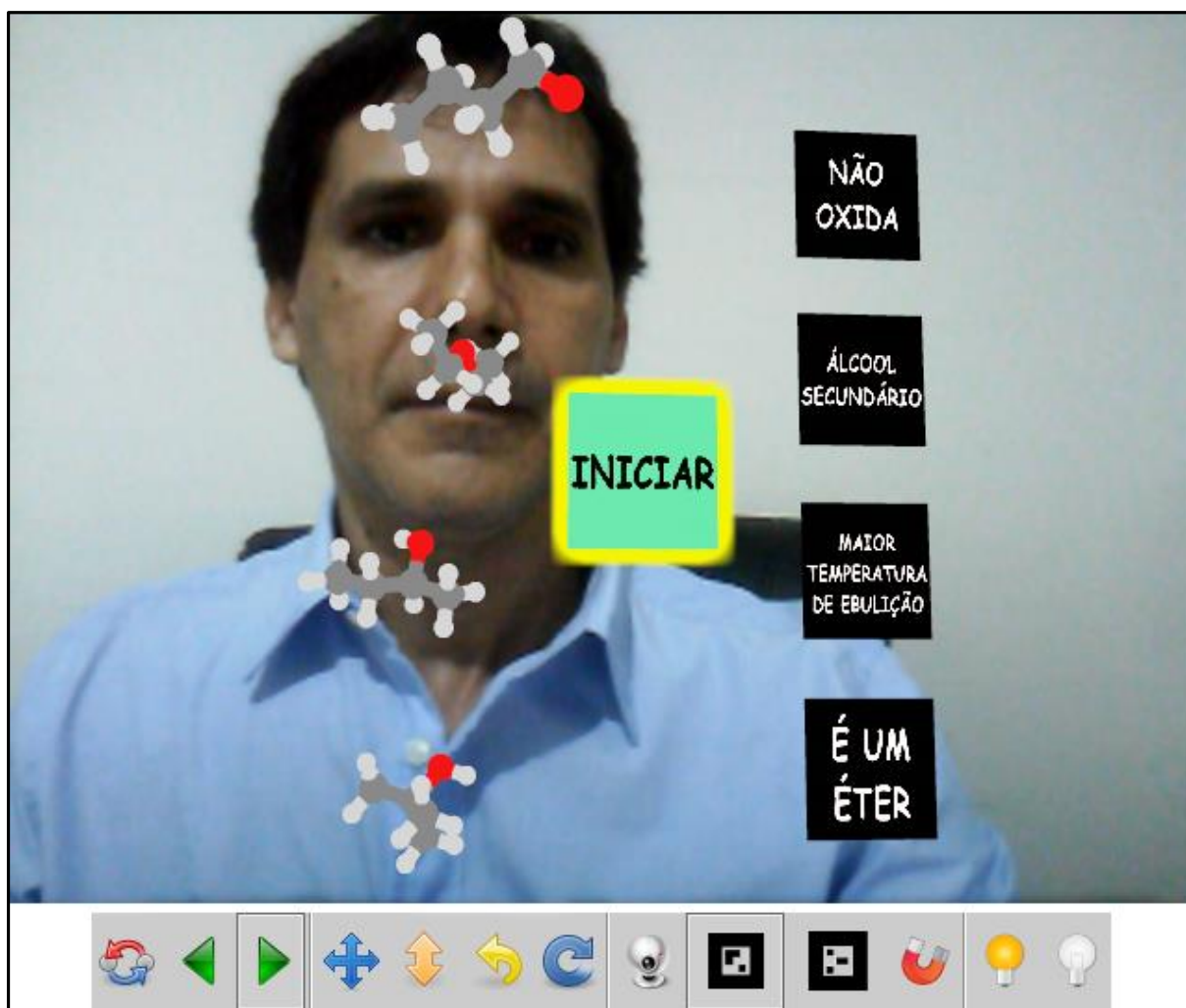
Fonte: elaborado pelo autor

Após finalizar os desafios da atividade os alunos devem ser orientados a responder o questionário apresentado no Apêndice A, justificando cada resposta.

Atividade 2

Na Atividade 2 foi abordado a fórmula molecular $C_4H_{10}O$, contando apenas com um desafio em que os alunos deveriam fazer o relacionamento de quatro isômeros desta fórmula molecular com algumas características dos mesmos. Na Figura 7 é apresentado a interface inicial desta atividade.

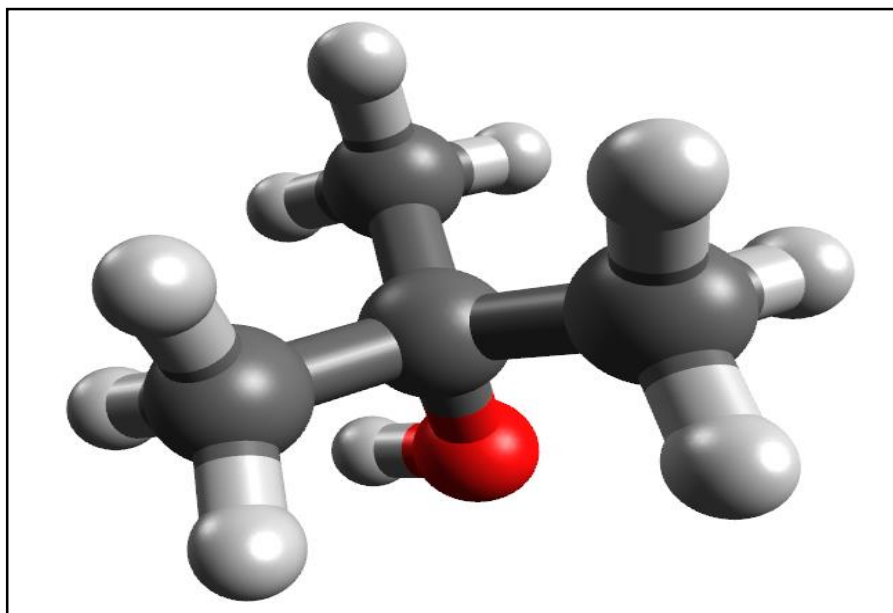
Figura 7 – Ambiente de visualização da Atividade 2 no FLARAS



Fonte: elaborado pelo autor

Foram destacadas quatro características em forma de perguntas, sendo que a primeira se refere a qual isômero não se oxida. Na Figura 8 é apresentado o isômero 2-metilpropan-2-ol que não sofre oxidação.

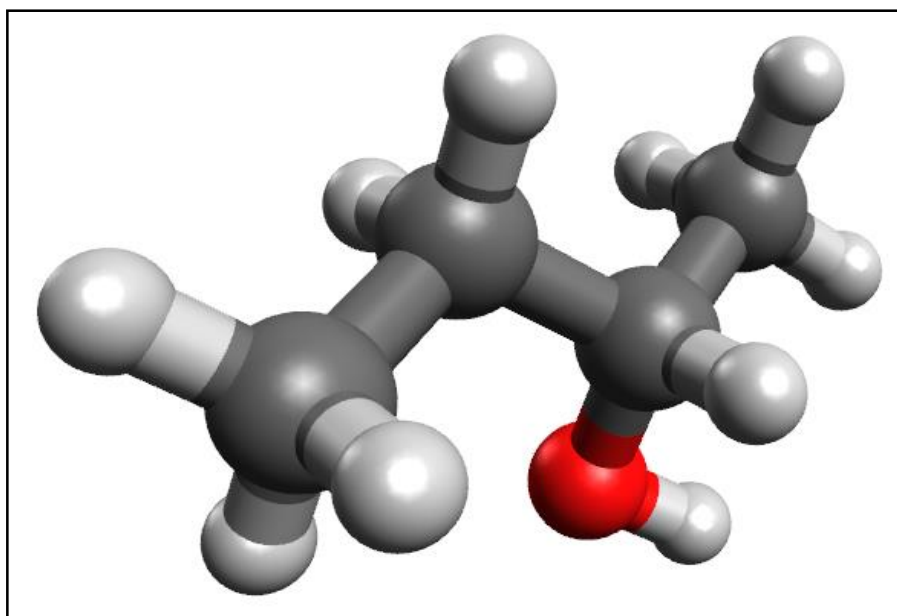
Figura 8 – Imagem 3D do isômero 2-metilpropan-2-ol



Fonte: elaborado pelo autor

A segunda característica se refere a qual dos isômeros apresentados é um álcool secundário. Na Figura 9 é apresentado o isômero butan-2-ol sendo a resposta correta.

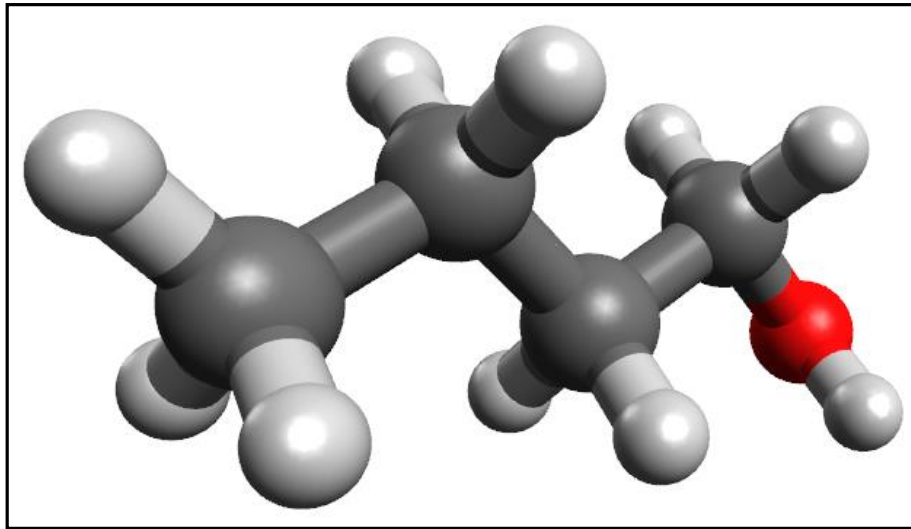
Figura 9 – Imagem 3D do isômero butan-2-ol



Fonte: elaborado pelo autor

Já a terceira característica destacada se refere a qual dos isômeros apresentados possui maior temperatura de ebulição. Na Figura 10 é mostrado o isômero butan-1-ol que possui maior temperatura de ebulição.

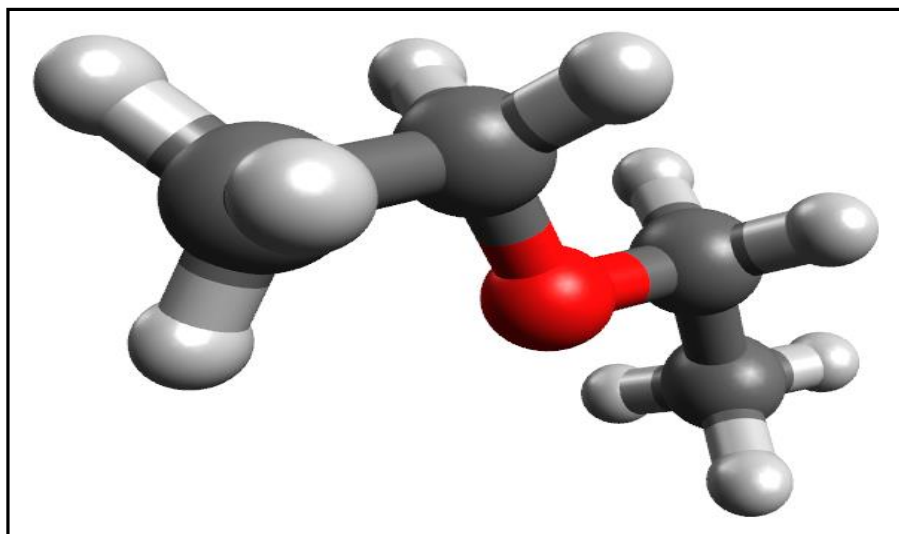
Figura 10 – Imagem 3D do isômero butan-1-ol



Fonte: elaborado pelo autor

A quarta e última característica solicitada se refere a qual isômero é um éter. Na Figura 11 é apresentado o isômero etoxietano que é a opção correta por ser um éter.

Figura 11 – Imagem 3D do isômero etoxietano



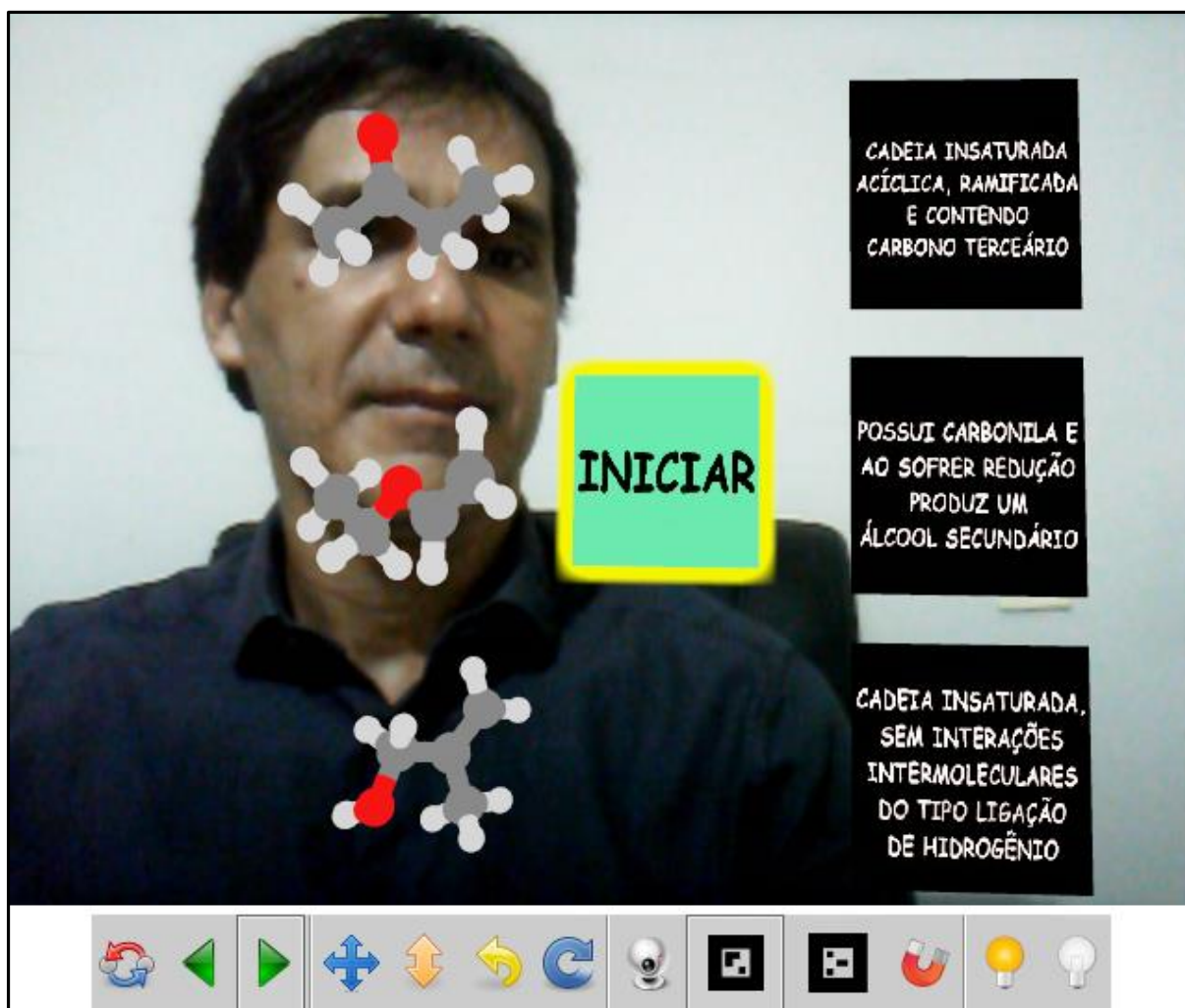
Fonte: elaborado pelo autor

Após finalizar o desafio da atividade na aplicação os alunos são orientados a responder o questionário apresentado no Apêndice B, justificando cada resposta.

Atividade 3

Na Atividade 3 foi abordado a fórmula molecular C_4H_8O , contando apenas com um desafio em que os alunos deveriam também fazer o relacionamento dos isômeros apresentados com algumas características dos mesmos. Na Figura 12 é apresentado a interface inicial desta atividade.

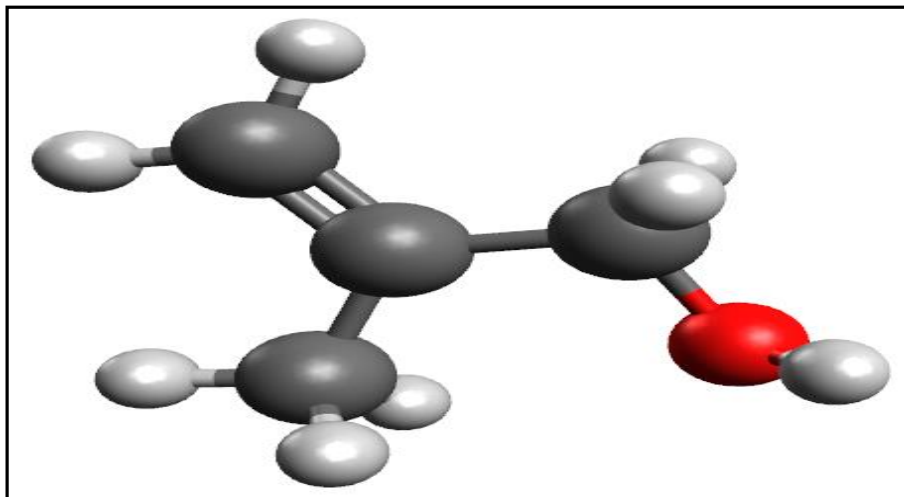
Figura 12 – Ambiente de visualização da Atividade 3 no FLARAS



Fonte: elaborado pelo autor

Na primeira opção foram destacadas algumas características de um determinado isômero na forma de uma pergunta: “Qual isômero possui estrutura de cadeia insaturada, acíclica, ramificada e contendo carbono terciário?”. Na Figura 13 é apresentado o isômero 2-metilprop-2-en-1-ol que correspondente a esta pergunta.

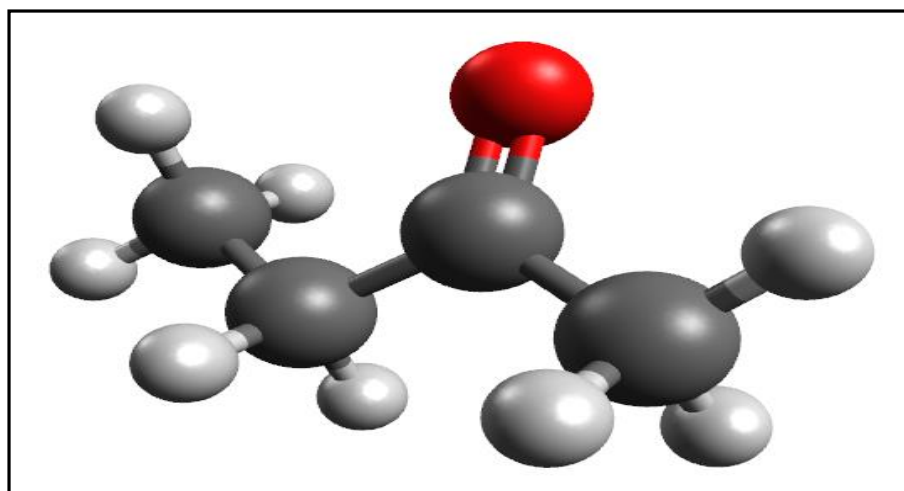
Figura 13 – Imagem 3D do isômero 2-metilprop-2-en-1-ol



Fonte: elaborado pelo autor

Na segunda opção para fazer o relacionamento foi elaborada a seguinte pergunta: “Qual isômero possui carbonila na estrutura e que ao sofrer redução produz um álcool secundário?”. Na Figura 14 é apresentado o isômero butan-2-ona que corresponde as característica presentes na pergunta.

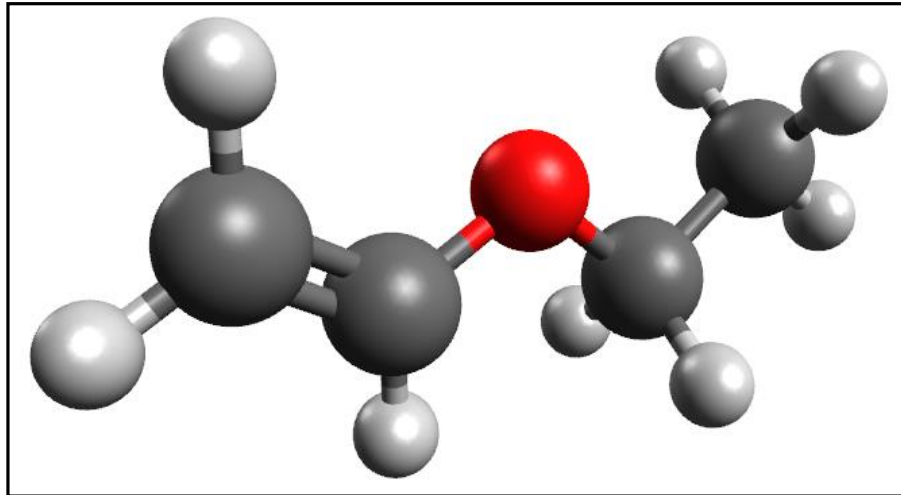
Figura 14 – Imagem 3D do isômero butan-2-ona



Fonte: elaborado pelo autor

Na terceira e última opção foi apresentado a seguinte pergunta: “Qual isômero possui estrutura com cadeia insaturada, sem interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio?”. O isômero etoxieteno, que corresponde a tais características, é apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Imagem 3D do isômero etoxieteno



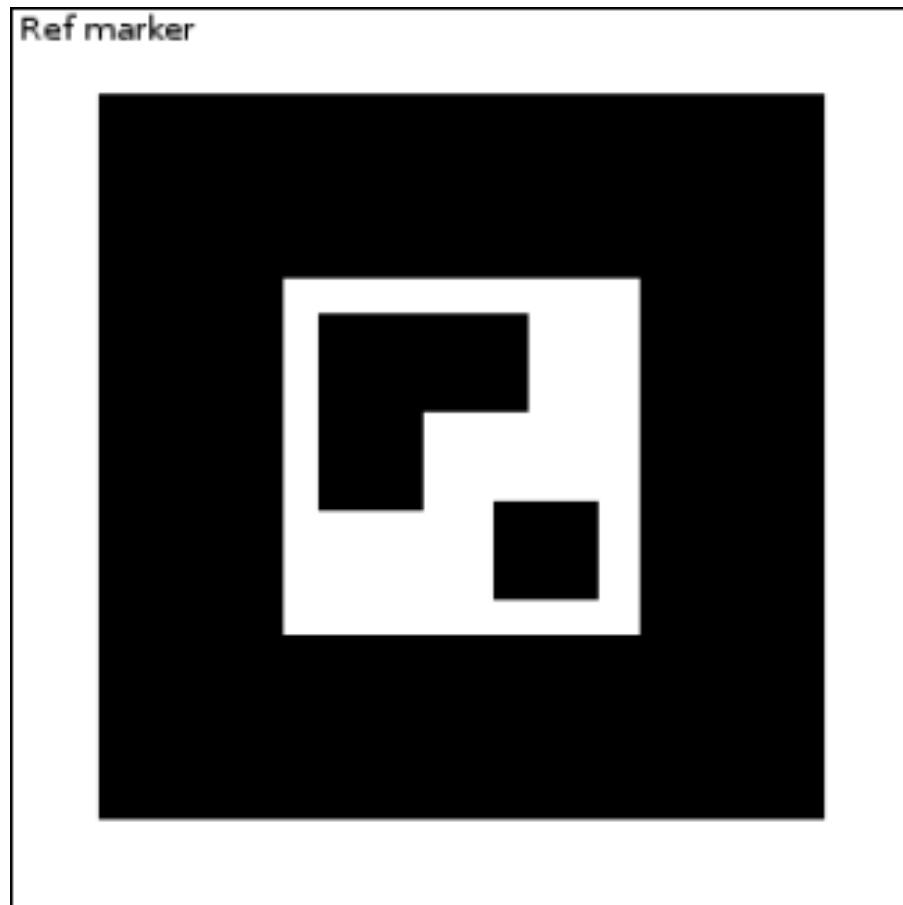
Fonte: elaborado pelo autor

Após finalizar o desafio da atividade na aplicação via computador, os alunos devem ser orientados a responder o questionário apresentado no Apêndice C, justificando cada resposta.

Utilização da aplicação interativa desenvolvida

A utilização da aplicação interativa pode ser realizada em uma instituição de ensino, utilizando-se computadores equipados com câmeras e fones de ouvidos instalados e configurados previamente, bem como a configuração dos navegadores de internet para rodar corretamente a aplicação interativa. Deve-se também efetuar a impressão do Marcador de Referência (disponível para *download* no *site*), conforme modelo apresentado na Figura 16, para que cada aluno possa interagir com a aplicação.

Figura 16 – Marcador de Referência utilizado na aplicação interativa



Fonte: (SOUZA; MOREIRA; KIRNER, 2012)

Estratégia didática

Recomenda-se utilizar quatro (04) aulas de quarenta e cinco (45) minutos totalizando três (03) horas de duração, podendo ser dividido sequencialmente da seguinte forma:

- 20 minutos: Introdução da tecnologia de Realidade Aumentada;
- 25 minutos: Introdução do conteúdo de isomeria;
- 45 minutos: Capacitação dos alunos para o manuseio da ferramenta de visualização (FLARAS Viewer), utilizando a apostila sobre o FLARAS e a apresentação visual no Datashow (disponíveis para *download no site*);
- 90 minutos: Realização das atividades 1, 2 e 3 no computador; bem como o preenchimento por escrito dos questionários (disponíveis para *download no site*), com a justificativa das respostas referentes às três atividades.


Após o fim das atividades, os questionários impressos respondidos devem ser recolhidos para correção. Em seguida solicitar aos alunos para responderem o Questionário Final (disponível para *download* no *site*) destacando os pontos positivos e negativos em relação ao uso da tecnologia.

REFERÊNCIAS

- AZUMA, R. et al. Recent Advances in Augmented Reality. In: **IEEE Computer Graphics and Applications**, p. 34-47, 2001.
- FONSECA, M. R. M. da. **Química/Martha Reis Marques da Fonseca**. São Paulo, vol. 3, p. 130-138, 2014.
- GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2008.
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. A. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. In: **IX Simpósio de Realidade Virtual**, Petrópolis-RJ, p. 85-766, 2007.
- KIRNER, C.; ZORZAL, E. R. Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE – UFJF**, 2005.
- KOTZ, J. C. et al. **Química Geral e Reações Químicas**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- NOGUEIRA, K. **Desenvolvimento de uma arquitetura de distribuição de Realidade Virtual e Aumentada aplicada em ambientes educacionais**. Dissertação de Mestrado em Ciências - Universidade Federal de Uberlândia/MG, 2010.
- REIS, M. G. **Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino da Simetria Molecular**. Disponível em: <<http://www.uel.br/cce/dc/wp-content/uploads/TCC-MatheusReis-BCC-UEL-2013.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.
- ROBERTO, R. A. **Desenvolvimento de Sistema de Realidade Aumentada Projetiva com Aplicação em Educação**. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10944>>. Acesso em 16 set. 2017.
- SOUZA, R. C.; MOREIRA, H. D. F.; KIRNER, C. **FLARAS 1.0 – Flash Augmented Reality Authoring System**, e-book, 2012. Disponível em: <<http://ckirner.com/flaras2/wp-content/uploads/2012/09/livro-flaras.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2016.
- TAJRA, S. F. **Informática na Educação**. 5. Ed. São Paulo: Érica, 2001.
- TORRES, F.; KINNER, T.; KINNER, C. **Uso da Realidade Aumentada no Ensino de Ciências**. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2012/0046.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2016.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG). Instituto de Química. **O que é Química?**. Disponível em: <<https://quimica.ufg.br/n/3293-o-que-e-quimica>>. Acesso em: 26 set. 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Modelo do Questionário da Atividade 1

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - CÂMPUS JATAÍ COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
---	---

Questionário Atividade 01

Nome: _____ Data: _____

Prezado(a) aluno(a), após realizar a atividade com o apoio da aplicação interativa desenvolvida em Realidade Aumentada, **justifique** as suas respostas relacionadas à Atividade 01 e seus respectivos itens.

Atividade 01: Fórmula molecular C_3H_8O

1. Qual isômero possui menor temperatura de ebulição?

Resposta esperada: ÉTER: As interações intermoleculares presentes na moléculas são as do tipo dipolo-dipolo, portanto, mais fracas do que as ligações de hidrogênio presentes nos alcoóis apresentados.


2. Qual isômero possui a nomenclatura Propan-1-ol?

Resposta esperada: Álcool primário e de cadeia não ramificada. A numeração da cadeia é iniciada a partir da extremidade mais próxima da hidroxila, que neste caso já está na extremidade.

3. Qual isômero que após sofrer oxidação se transforma em cetona?

Resposta esperada: Como se trata de um álcool secundário (Propan-2-ol), ao se oxidar origina uma cetona, neste caso a propanona.

APÊNDICE B – Modelo do Questionário da Atividade 2

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - CÂMPUS JATAÍ COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
---	---

Questionário Atividade 02

Nome: _____ Data: _____

Prezado(a) aluno(a), após realizar a atividade com o apoio da aplicação interativa desenvolvida em Realidade Aumentada, **justifique** as suas respostas relacionadas à Atividade 02 e seus respectivos itens.

Atividade 02: Fórmula molecular $C_4H_{10}O$

5) Qual isômero que não oxida?

Resposta esperada: Álcool t-butílico. Por ser um álcool terciário, o mesmo não sofre reação de oxidação nas condições apresentadas a nível desta etapa de ensino.

6) Qual isômero é um álcool secundário?

Resposta esperada: Para ser um álcool secundário, a estrutura deve possuir uma hidroxila ligada a um carbono secundário.


7) Qual isômero possui maior temperatura de ebulição?

Resposta esperada: Butan-1-ol. Por ser um álcool primário, o mesmo possui maior temperatura de ebulição do que os outros isômeros alcoóis (secundário e terciário).

8) Qual isômero é um éter?

Resposta esperada: Para possuir este grupo funcional a estrutura deve apresentar um átomo de oxigênio entre dois átomos de carbono, ou seja um heteroátomo.

APÊNDICE C – Modelo do Questionário da Atividade 3

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - CÂMPUS JATAÍ COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
---	---

Questionário Atividade 03

Nome: _____ **Data:** _____

Prezado(a) aluno(a), após realizar a atividade com o apoio da aplicação interativa desenvolvida em Realidade Aumentada, **justifique** as suas respostas relacionadas à Atividade 03 e seus respectivos itens.

Atividade 03: Fórmula molecular C_4H_8O

- Qual isômero possui estrutura de cadeia insaturada, acíclica, ramificada e contendo carbono terciário?

Resposta esperada: Cadeia insaturada: Duplas ou triplas ligações entre dois ou mais carbonos. No caso de duplas a hibridação do carbono é classificada como sp_2 e no caso de tripla como sp . No caso de acíclica significa cadeia aberta e quanto à ramificação, é necessário que a mesma possua em sua estrutura pelo menos um carbono terciário ou quaternário, neste caso um terciário.


- Qual isômero possui na estrutura carbonila e que ao sofrer redução produz um álcool secundário?

Resposta esperada: Neste caso a cadeia deve apresentar o grupo carbonila na extremidade da cadeia, ou seja um aldeído.

- Qual isômero possui estrutura com cadeia insaturada, sem interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio?

Resposta esperada: Cadeia insaturada: Duplas ou triplas ligações entre dois ou mais carbonos. No caso das interações intermoleculares a estrutura escolhida não deveria apresentar nenhuma hidroxila em sua cadeia, o que possibilitaria a formação das interações do tipo ligação de hidrogênio.

APÊNDICE D – Modelo do Questionário Final

 <p>INSTITUTO FEDERAL GOIÁS</p>	<p>MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - CÂMPUS JATAÍ COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA</p>
--	---

QUESTIONÁRIO FINAL

- 1) Sobre a Realidade Aumentada: () Não conhecia () Já ouviu falar () Já utilizou
- 2) Cite os **pontos positivos** sobre a utilização de Realidade Aumentada no ensino de Química.
- 3) Cite os **pontos negativos** sobre a utilização de Realidade Aumentada no ensino de Química.