

# RVI-MOLECULES - ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR DE QUÍMICA COM BASE EM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA E ILUSÃO DE ÓTICA– BCC

Leonardo Rovigo, Dalton Solano dos Reis – Orientador

Curso de Bacharel em Ciência da Computação  
Departamento de Sistemas e Computação  
Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Blumenau, SC – Brasil

lrovigo@furb.br, dalton@furb.br

**Resumo:** Este artigo descreve o desenvolvimento e testes de um aplicativo com o objetivo de apresentar conteúdo e exercícios sobre moléculas químicas e suas estruturas com o uso de realidade virtual e ilusão de ótica para auxiliar no aprendizado. O aplicativo foi desenvolvido utilizando o Unity como motor gráfico e a biblioteca da Oculus Integration responsável pela parte de realidade virtual. Para validar a funcionalidade do aplicativo foram realizados testes com usuários acostumados com a realidade virtual e usuários professores do curso de ciências da computação e química que não possuíam experiência com a realidade virtual. Por fim, realizadas essas validações, foi verificado que o aplicativo cumpre seu objetivo.

**Palavras-chave:** Ciência da computação, Realidade virtual, Unity, Oculus Integration, Química.

## 1 INTRODUÇÃO

A forma como é apresentado o conteúdo de química para os estudantes têm um grande impacto no quanto eles irão aprender sobre o assunto, como é explicado por Santos *et al.* (2013). Quando são passadas apenas informações que precisam ser memorizadas sem que haja algum tipo de interação, o processo acaba se tornando maçante e pode chegar a deixar os alunos desmotivados (SANTOS *et al.*, 2013). Para tentar fugir dessa perspectiva de memorização de conteúdo sem interação, a utilização da realidade virtual e da ilusão de ótica podem servir como alternativas para deixar o aluno mais motivado.

A realidade virtual como explicado por Kirner e Tori (2006) é uma interface que permite o usuário interagir e se movimentar em um ambiente tridimensional em tempo real, podendo utilizar sensores ou outros dispositivos para atuar ou receber uma resposta da aplicação. A realidade virtual pode ser classificada de duas formas: não-imersiva e imersiva. A realidade virtual não-imersiva faz o usuário se sentir parcialmente dentro da aplicação. Já a realidade virtual imersiva consiste em fazer o usuário se sentir completamente dentro do mundo virtual podendo utilizar equipamentos como capacetes de realidade virtual, geralmente oferecendo aplicações mais realistas e mais precisas (KIRNER; TORI; 2006).

Já a ilusão de ótica é um conceito que utiliza os sentidos para alterar a forma como é percebido algum objeto, como explica Bevilaqua (2010) ao afirmar que tudo que é percebido não depende somente da realidade, mas sim de como ela é percebida através dos órgãos sensoriais e do sistema nervoso. As ilusões de ótica podem ser utilizadas para atrair a atenção dos alunos ao conteúdo, como demonstram Iavorski e Saito (2014) ao descrever que os estudantes ficaram impressionados e que começaram a interagir com a imagem na qual foi aplicada a anamorfose.

Santos *et al.* (2013) explicam que a utilização de diversas metodologias e estratégias favorecem a motivação e participação dos alunos e que isso pode contribuir para uma aprendizagem mais efetiva. Assim pode-se notar que existe uma necessidade de disponibilizar o conteúdo de ensino de uma forma mais interativa.

Com isso, o objetivo do trabalho desenvolvido é apresentar conteúdo e exercícios sobre moléculas químicas e suas estruturas com o uso de realidade virtual imersiva e ilusão de ótica. Os objetivos específicos são: utilizar a realidade virtual imersiva para apresentar o conteúdo, criar um exercício utilizando a realidade virtual e validar a resposta do exercício utilizando ilusão de ótica.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção é apresentada uma fundamentação aos temas abordados no artigo. A primeira seção abordará o tema da química, átomos e moléculas. Já a segunda trata sobre a realidade virtual. A terceira se refere a ilusão de ótica. E por último há três trabalhos correlatos ao trabalho apresentado neste artigo.

### 2.1 QUÍMICA

A química é a ciência da matéria e de suas mudanças. Assim nenhum material independe da química, o que implica que ela é uma ciência de extrema importância. Visto que está presente desde os tempos antigos, como por exemplo na transformação de minérios em metais (ATKINS, 2018). Na química existem vários conceitos importantes, dois deles seriam os átomos que são a menor parte possível da matéria, e as moléculas que são um grupo de átomos ligados de uma

## 2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta seção são apresentados alguns trabalhos correlatos com características semelhantes aos principais objetivos do trabalho desenvolvido. O primeiro é um aplicativo criado por Abuhammad *et al.* (2021) que é utilizado como uma ferramenta educacional para ajudar no processo de aprendizagem sobre química medicinal que utiliza a realidade virtual imersiva (Quadro 1). Já o segundo é uma experiência desenvolvida por Dunnagan *et al.* (2020) com a função de ser um laboratório de química em realidade virtual (Quadro 2). Por fim Almousa *et al.* (2021) desenvolveram um aplicativo em realidade virtual utilizando o Oculus Quest para treinamentos com simulações clínicas (Quadro 3).

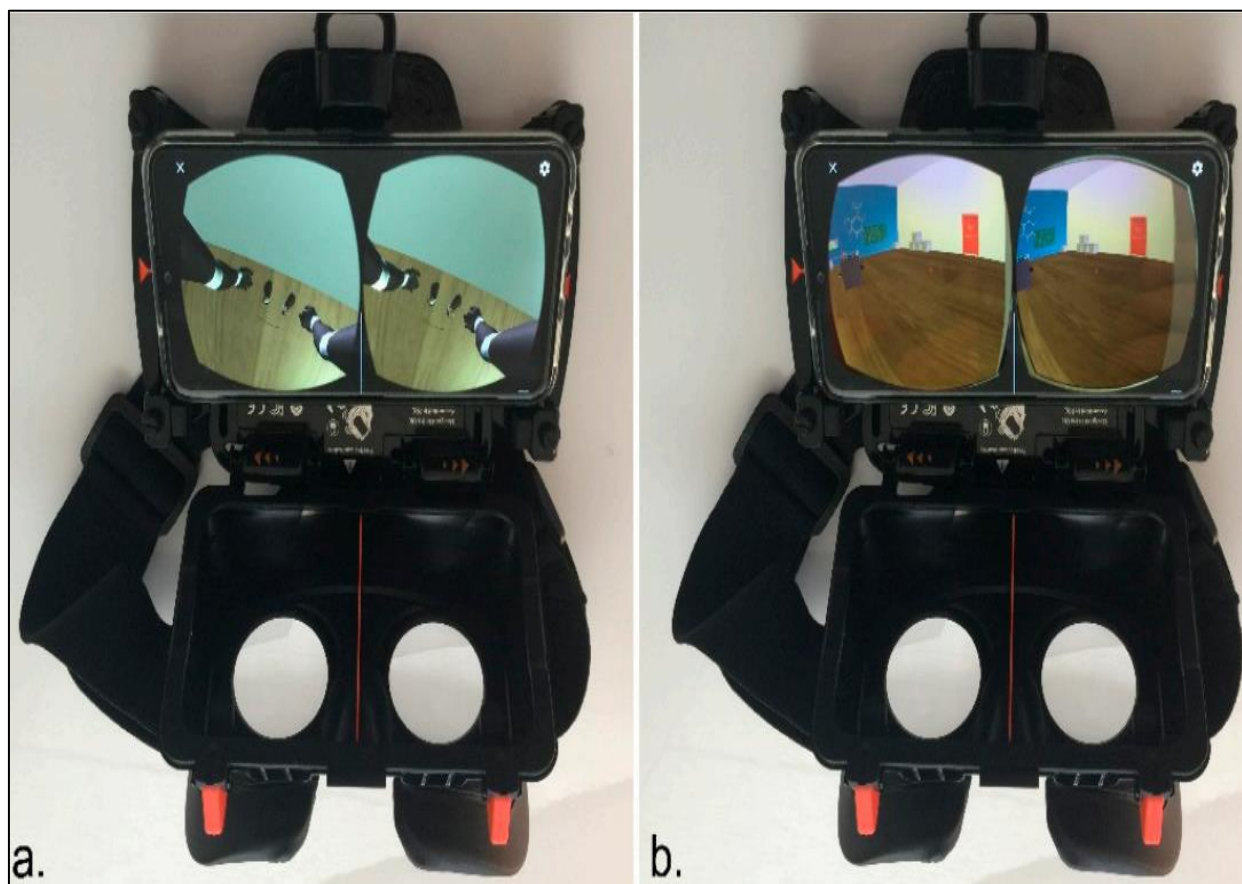
Quadro 1 – “MedChemVR”: A Virtual Reality Game to Enhance Medicinal Chemistry Education

Referência	Abuhammad <i>et al.</i> (2021).
Objetivos	Explorar a opção de utilizar a gamificação como ferramenta de ensino para ajudar no processo de aprendizagem sobre química medicinal.
Principais funcionalidades	Permite que o usuário realize diversos exercícios de construção de moléculas ou <b>participe questionários em realidade virtual.</b>
Ferramentas de desenvolvimento	Foi utilizado o Unity3D.
Resultados e conclusões	Abuhammad <i>et al.</i> (2021) demonstram com sua pesquisa que a aplicação desenvolvida é de fácil acessibilidade, que o custo-benefício é melhor ao comparar os modelos virtuais com os físicos, que pode ser usado em qualquer lugar, que é amigável ao usuário, que pode ser usada tanto por educadores quanto por estudantes e que usa tecnologia mais desenvolvida ao ser comparado com jogos manuais que podem se tornar demorados e frustrantes.

Fonte: elaborado pelo autor.

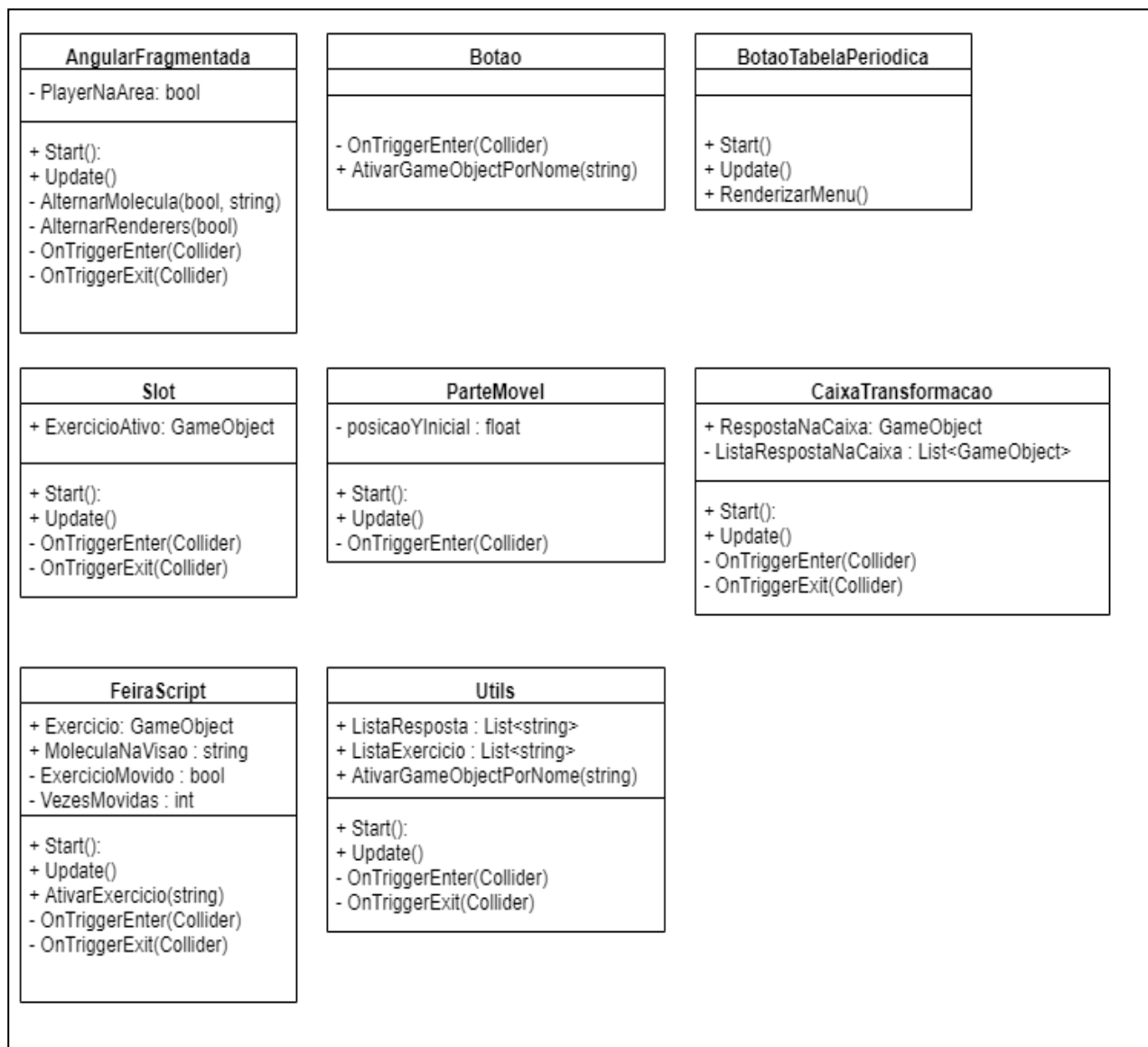
Abuhammad *et al.* (2021) realizaram um questionário com 41 estudantes que se mostraram muito insatisfeitos com os métodos tradicionais de ensino de química medicinal e que concordaram que há a necessidade de trazer novas tecnologias para os métodos de ensino. Assim esses estudantes tiveram uma opinião favorável ao aplicativo utilizado. Na Figura 7 pode ser observado o equipamento utilizado e a aplicação desenvolvida.

Figura 7 – MedChemVR rodando em um celular sendo utilizado como um capacete de realidade virtual



Fonte: Abuhammad *et al.* (2021).

Figura 10 - Diagrama de classe



Fonte: elaborado pelo autor.

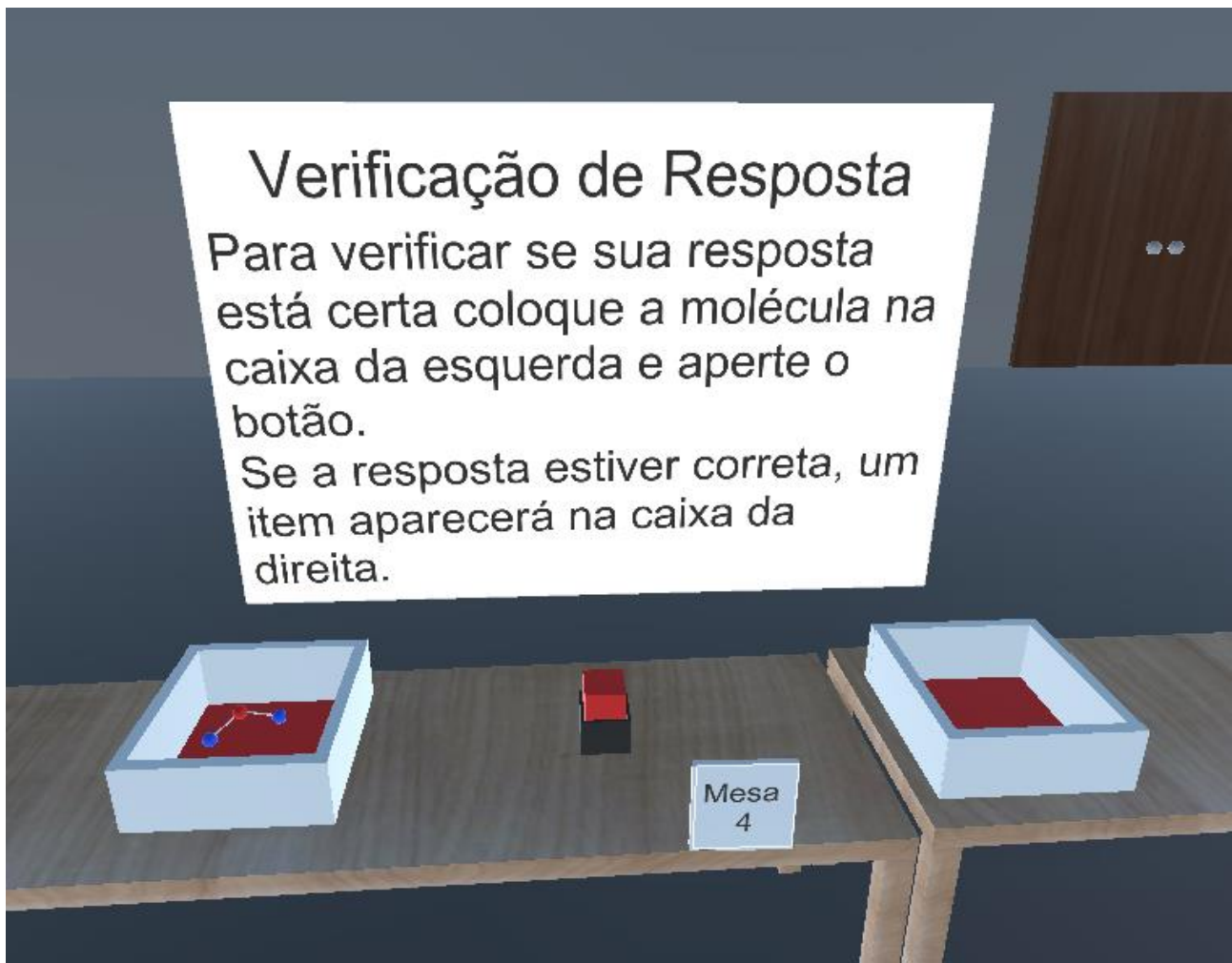
No diagrama de classes (Figura 10) há uma especificação dos *scripts* utilizados para o funcionamento do aplicativo. Neles pode ser percebido que os métodos *Start*, *Update*, *OnTriggerEnter* e *OnTriggerExit* se repetem diversas vezes, isso ocorre pois eles são métodos herdados de uma classe do Unity. A função dos dois primeiros é controlar o código que será executado durante a inicialização do objeto e controlar o código executado enquanto o objeto estiver ativo na cena respectivamente. Já os outros dois servem para controlar quando iniciou e quando terminou a colisão entre dois *colliders*.

Por fim, para desenvolver o aplicativo foram listados os seguintes Requisitos Funcionais (RF) e Requisitos Não Funcionais (RNF):

- utilizar a anamorfose para esconder moléculas em uma cena (RF);
- permitir que o usuário se movimente no espaço virtual (RF);
- permitir que o usuário pegue objetos com os controles (RF);
- permitir que o usuário escolha um exercício utilizando a tabela periódica (RF);
- permitir que o usuário amplie o texto utilizando o projetor (RF);
- permitir que o usuário responda o exercício colocando uma molécula na caixa e apertando um botão (RF);
- permitir que o usuário verifique sua resposta achando a molécula na cena (RF);
- disponibilizar uma dica sobre como é construída a molécula para que seja encontrado mais facilmente (RF);
- utilizar o Unity e a linguagem de programação C# para desenvolver o aplicativo (RNF);



Figura 16 - Molécula selecionada como resposta na caixa da mesa 4



Fonte: elaborado pelo autor.

O código do Quadro 6 verifica se o `GameObject` que está em contato com a base do botão é o `ParteMovel`. Quando o `ParteMovel` estiver em contato com a base do botão, é comparado o exercício ativo atualmente com a resposta que está na caixa. Por fim, se a resposta na caixa for a correta para o exercício então é chamado o método `AtivarGameObjectPorNome` que irá renderizar o objeto referente ao exercício.

Quadro 6 - Código do botão para renderizar o item quando a resposta estiver correta

```
private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.gameObject.name == "ParteMovel")
    {
        var exercicio = Slot.ExercicioAtivo;
        var resposta = CaixaTransformacao.RespostaNaCaixa;
        if (resposta != null && exercicio != null && exercicio.name == "ExercicioH2O" && resposta.name == "Angular_Small")
        {
            AtivarGameObjectPorNome("Agua");
        }
    }
}
```

Fonte: elaborado pelo autor.

## 4 RESULTADOS

Esta seção apresenta os testes que foram realizados com os usuários. Para esses testes foram considerados dois perfis de usuários, usuários desenvolvedores e usuários finais. O hardware utilizado para o teste foi um Oculus Quest 2 com 32 GB de espaço.



Os testes de usuários desenvolvedores foram feitos com usuários que já tinham experiência com desenvolvimento e utilização do equipamento, não havendo muitas dificuldades durante os testes. Os usuários conseguiram realizar todas as atividades sem problemas, desde pegar a ficha da atividade na *mesa 1*, identificar a molécula que deveria ser escondida com anamorfose e achar a resposta correta para o exercício. Neste teste foi identificado que poderia ter sido implementado a movimentação por teletransporte como uma possibilidade de combater o *motion sickness* (ver seção 2.2).

Já os testes com os usuários finais foram realizados dentro de uma sala de aula com professores universitário. Para esse teste foi separado uma pequena parte de uma sala de aula e realizado a configuração do guardião do Oculus Quest 2. Após a configuração do guardião foi tentado realizar o espelhamento da tela do Oculus para um Mac, porém os navegadores Safari e Chrome deste sistema operacional não suportam o espelhamento. Então foi utilizado um computador com o Windows e com o navegador Chrome, e assim foi possível fazer o espelhamento. Depois de realizar a configuração de espelhamento os usuários foram instruídos a fazer a utilização de cada *mesa*, o que deixou evidente alguns problemas. Um dos problemas foi a dificuldade dos usuários, que não estão acostumados a utilizar o equipamento, utilizarem os controles do Oculus Quest 2, fazendo com que não conseguissem se locomover ou que deixassem cair alguns objetos no chão. Mas também se observou que à medida que os usuários iam usando os controles as dificuldades iam diminuindo. Foi verificado que quando um objeto caiu no chão um dos usuários teve dificuldade ao tentar juntá-lo. Esse problema acontece devido a configuração do nível do chão do Quest e ao usuário ser mais alto que os outros. Pois a configuração do guardião que também se calibra a altura do chão, foi feita uma só vez no início dos testes. Outra dificuldade ocorreu quando o usuário olhava para a molécula que foi aplicada a anamorfose, que nesse caso ela não estava sendo substituída pela molécula sem a ilusão quando o usuário estava no ponto de visão certo para selecioná-la. Isto ocorreu devido a um problema com a colisão entre os *colliders*, pois os usuários tinham alturas diferentes. Para corrigir esse problema poderia ser aumentado a área de colisão dos *colliders* da molécula ou do personagem, ou pedir para recalibrar a altura do guardião a cada troca de usuário. Todos os usuários tiveram complicações com os limites do guardião, muitas vezes precisando usar o joystick do controle para voltar para longe do limite. Para resolver esse problema poderia ser configurado uma área maior para o limite do guardião permitindo assim que os usuários não precisassem usar o controle para se movimentar podendo andar livremente pela sala. Por fim os resultados podem ser considerados satisfatório pois mesmo havendo algumas dificuldades os usuários conseguiram utilizar e verificar valor educacional no aplicativo desenvolvido.

Comparando o trabalho desenvolvido com os trabalhos correlatos é verificado que os trabalhos de Abuhammad *et al.* (2021) e Dunnagan *et al.* (2020) utilizam capacetes de realidade virtual que usam um smartphone para fazer a parte de realidade virtual. Já o trabalho desenvolvido nesse artigo utiliza o Oculus Quest 2 similar ao Oculus Quest utilizado no trabalho de Almousa *et al.* (2021). Por causa da diferença entre Hardware o trabalho de Almousa *et al.* (2021) e o desenvolvido nesse artigo permitem a utilização dos controles do Oculus Quest como mãos virtuais. Uma diferença, além do tema, entre o aplicativo desse artigo e o de Almousa *et al.* (2021) é que o primeiro não possui uma parte sem realidade virtual já o segundo possui um painel com informações sobre o paciente da simulação para que outro usuário possa apoiar o usuário imerso na aplicação.

## 5 CONCLUSÕES

Baseado nos resultados apresentados o aplicativo desenvolvido foi capaz de mostrar o conteúdo e disponibilizar o exercício referente a moléculas químicas. Durante os testes foram relatadas algumas dificuldades na utilização do aplicativo, porém nenhuma delas impedia o aplicativo de cumprir sua função. O objetivo de desenvolver um aplicativo que demonstrasse o conteúdo e exercícios utilizando realidade virtual imersiva e ilusão de ótica foi cumprido e comprovado com os testes.

As tecnologias utilizadas para o desenvolvimento foram apropriadas. A utilização da ferramenta de motor gráfico Unity contribuiu muito no desenvolvimento principalmente por possibilitar a criação de um ambiente virtual de forma simples. O Blender se mostrou uma ótima ferramenta de modelagem, possibilitando modelar e fragmentar as moléculas de uma forma rápida. A biblioteca Oculus Integration foi de grande ajuda para controlar a parte de realidade virtual, possibilitando segurar objetos, movimentar o personagem e interagir com menus usando os controles.

As possíveis extensões propostas para continuar a linha de pesquisa deste projeto são:

- a) adicionar um exercício para cada elemento;
- b) criar um tutorial mais detalhado para os controles;
- c) melhorar o design das cenas tornando-as, mas reais e adicionando sons de ambiente;
- d) permitir calibrar configurações como: altura, campo de visão e tipo de movimentação;
- e) adicionar novas cenas com cenários diferentes;
- f) adicionar diferente tipos de exercícios;
- g) possibilitar o uso em realidade aumentada;
- h) adaptar para o uso com o Google Cardboard.