



CONTRIBUIÇÕES DA REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO DO IFG CÂMPUS JATAÍ

Sergio Henrique de Almeida¹
Carlos César da Silva²

¹Instituto Federal de Goiás/ shalmeida@gmail.com

²Instituto Federal de Goiás/ ccezas@gmail.com

Resumo:

Com este trabalho buscou-se analisar as contribuições da tecnologia de Realidade Aumentada para o ensino do conteúdo de Isomeria em Química Orgânica ministrado no 3º ano dos cursos técnicos em Eletrotécnica e Edificações integrados ao ensino médio em tempo integral do Instituto Federal de Goiás Câmpus Jataí. Foram utilizados os aplicativos Avogadro e FLARAS para a modelagem em terceira dimensão (3D) dos objetos virtuais e o desenvolvimento da aplicação interativa respectivamente. A proposta da pesquisa se baseou na perspectiva de que o aluno conseguisse êxito nas atividades utilizando a tecnologia, além do mesmo ser capaz de expressar de forma escrita, as argumentações de suas respostas. Sendo assim, para o levantamento de dados e posterior análise de conteúdo foram aplicados questionários durante e após a realização da pesquisa. Como resultado, sugere-se que o uso da Realidade Aumentada contribui para a aprendizagem dos conteúdos, podendo ser utilizada como apoio no processo no ensino de Química. No entanto, ressalta-se que mesmo abordando um tema específico, deve-se levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Ensino. Química.

Introdução

Atualmente, muito se tem falado sobre o uso de novas tecnologias como apoio didático no ensino de diversas áreas do conhecimento. Existem vários eventos que buscam socializar e difundir pesquisas que estudem a integração entre tecnologias e a educação. Desses eventos, podemos citar o Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) que acontece anualmente dentro do Congresso Brasileiro de Informática na Educação 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).

Devido a sua importância, a SBC promove o Simpósio de Realidade Virtual e

Aumentada (SVR) onde reúnem-se pesquisadores, profissionais, estudantes e outros profissionais das áreas acadêmica, industrial e comercial interessados nos avanços e aplicações dessa tecnologia.

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 na atualidade, pois simplifica, ilustra e permite a exploração da estrutura molecular e do processo químico associado.

A justificativa para o desenvolvimento deste trabalho surgiu através de conversas informais com os professores de Química do Instituto Federal de Goiás (IFG) Câmpus Jataí, que relataram a dificuldade dos estudantes em assimilar alguns conceitos abstratos de química. 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 IFG Câmpus Jataí. A mesma foi desenvolvida com o auxílio da ferramenta de autoria *Flash Augmented Reality Authoring System* (FLARAS) que tem como principal característica, permitir que pessoas leigas da área de computação possam desenvolver aplicações de Realidade Aumentada, sem qualquer necessidade de conhecimentos de programação de computadores (FLARAS, 2012).

O objetivo geral da pesquisa foi analisar as contribuições da tecnologia de Realidade Aumentada, como apoio didático no ensino de Química Orgânica e como objetivos específicos podemos citar:

- Construir a fundamentação teórica sobre a tecnologia de Realidade Aumentada e os processos de ensino e aprendizagem numa perspectiva dialética;
- 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 metodologicamente a tecnologia de Realidade Aumentada, para o ensino de isomeria em Química Orgânica;
- Utilizar, juntamente com os professores da disciplina de Química, a aplicação

desenvolvida como apoio para aprimorar os conhecimentos das turmas selecionadas;

- Elaborar e aplicar questionários de avaliação para análise das possíveis contribuições.

Referencial Teórico

Com o acesso às tecnologias, a educação está sofrendo uma transformação, o que auxilia o professor na missão de ensinar. Com o avanço tecnológico, a maioria das pessoas que tem acesso a esses equipamentos e tecnologias conseguem 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).

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

- Tutorial: ensinam através 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, chats, entre outros.

Ainda, segundo Nogueira (2010), uma nova categoria que pode se destacar na educação é o uso de Realidade Virtual e Aumentada.

Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada potencialmente pode ser aplicada em 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), 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. Na Realidade Aumentada precisa-se de um mecanismo para combinar o real e o virtual, enquanto que na Realidade Virtual precisa-se de um mecanismo para integrar o usuário ao mundo virtual.

Os sistemas de Realidade Aumentada podem ser classificados de acordo com o tipo de 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), sendo eles: Sistema de ótica direta; Sistema de visão ótica, por projeção; Sistema de visão direta por vídeo e o Sistema de visão direta por vídeo, baseado em monitor.

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 o livro FLARAS (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, os objetos 3D virtuais, as texturas, os áudios, os 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, ou seja, a flexibilidade é menor.

Segundo Silva, Roberto e Teichrieb (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 1, facilitando o aprendizado.



Figura 1. Aplicações de Realidade Aumentada. Fonte: (KIRNER; ZORZAL, 2005)

Silva, Roberto e Teichrieb (2012) destacam ainda 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 das universidades de Camberra e Macquarie, ambas na Austrália, que montaram em conjunto o InSPIRE, um laboratório de pesquisa voltado para desenvolver aplicações de realidade aumentada aplicada à educação. Outra importante instituição que está conduzindo pesquisas com realidade aumentada é o MIT. Através do programa 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 estudo de Química

Segundo Fonseca (2014), a Química é uma ciência que estuda a estrutura, composição, propriedades, reações e transformações de uma substância. Uma propriedade facilmente observada da matéria é seu estado, isto é, se uma substância é um sólido, líquido e gasoso (KOTZ, 2009).

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. (KOTZ, 2009).

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 através 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.

Trabalhos relacionados

Após levantamento de outros trabalhos relacionados com a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada no ensino de Química, podemos destacar o *Augmented Chemistry: Interactive Education System* (SINGHAL et al, 2012); Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino de Simetria Molecular (REIS, 2013); Laboratórios Mistos para Ensino de Química (SCOTTA et al, 2014) e por último o trabalho Realidade Aumentada no Ensino da Química: Elaboração e Avaliação de um Novo Recurso Didático (QUEIROZ et al, 2015).

Dentre os artigos pesquisados e relacionados ao tema da pesquisa, nenhum deles abordou o uso da tecnologia de Realidade Aumentada para o ensino específico de Isomeria Constitucional.

Metodologia

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

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).

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).

Para alcançar o objetivo da pesquisa foram realizadas duas etapas. A etapa 1 consistiu no desenvolvimento da aplicação interativa em Realidade Aumentada contendo 3 atividades abordando o conteúdo de isomeria e na etapa 2 foi realizada a utilização da aplicação interativa com os alunos, bem como o preenchimento de um formulário final abordando a aplicação da técnica utilizada.

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 os conteúdos da disciplina de química em que 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 mesmas foi selecionado o conteúdo de isomeria para ser abordado na pesquisa.

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. As atividades envolvem 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 através da aplicação utilizando o computador, foram elaboradas questões dissertativas, respondidas após realizarem as atividades no computador, para que o aluno justificasse as respostas acertadas na aplicação, com o intuito de avaliar os conhecimentos dos mesmos em relação aos conceitos trabalhados na aplicação em Realidade Aumentada.

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 aplicações interativas de Realidade Aumentada que são executadas diretamente do navegador de internet através do Adobe Flash Player, de forma tanto online como local. Este tipo de aplicação interativa, utiliza o sistema de visão por vídeo, baseado em monitor.

O FLARAS tem como principal característica, permitir que pessoas leigas da área de computação possam desenvolver aplicações de Realidade Aumentada, sem a necessidade de qualquer conhecimento de programação de computadores. 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 através da edição manual de arquivos de texto simples. (SOUZA; MOREIRA; KIRNER, 2012, p. 06).

Para a modelagem dos objetos 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. Devido ao fato de o aplicativo não disponibilizar os formatos de arquivo específicos reconhecido pelo FLARAS, foi necessária a utilização do aplicativo Blender para conversão dos objetos virtuais criados.

Desenvolvimento das Atividades

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. 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 2.

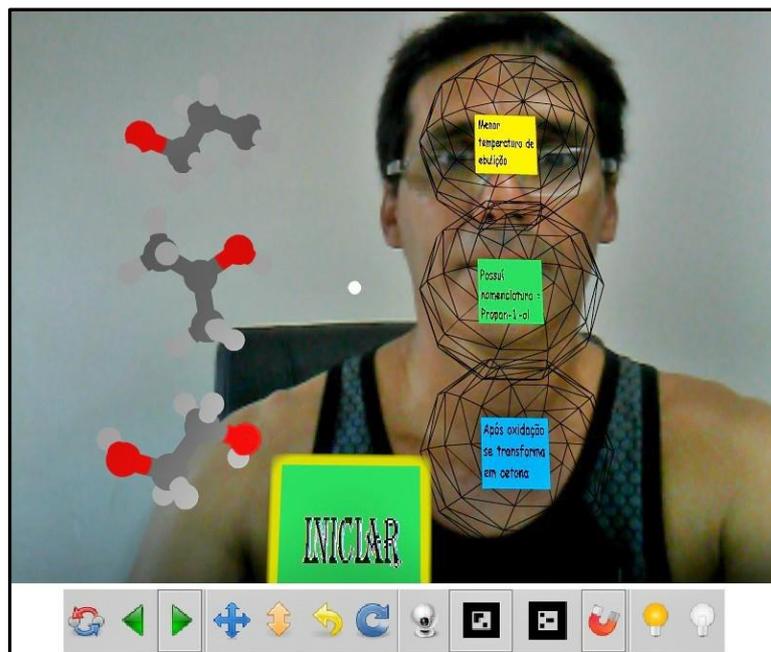


Figura 2: Ambiente de visualização da Atividade 1 no FLARAS. Fonte: Pesquisador.

Uma das características solicitadas se refere ao isômero propan-2-ol que se transforma em cetona após sofrer oxidação, representado na Figura 3.

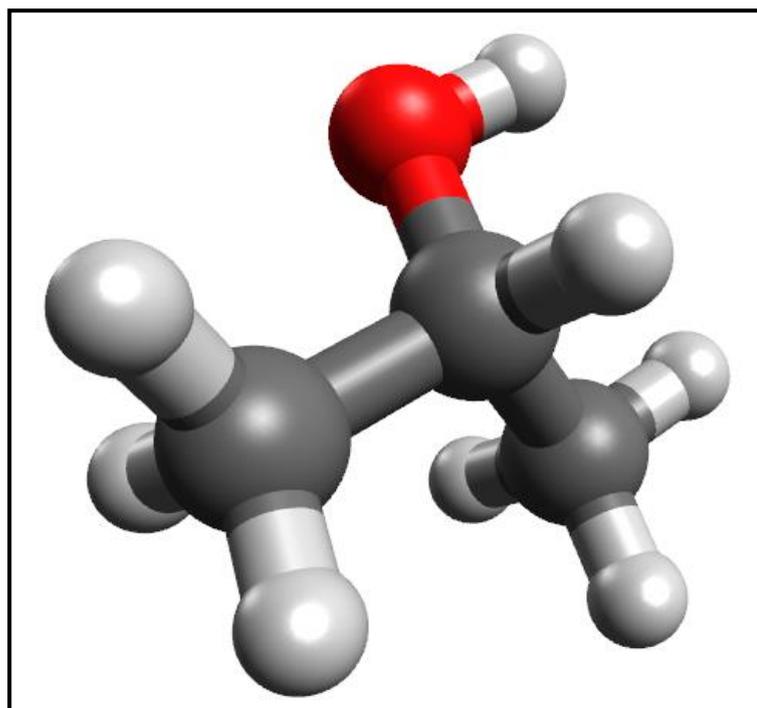


Figura 3: Imagem 3D do isômero propan-2-ol. Fonte: Pesquisador.

As outras duas atividades se restringiram ao relacionamento dos isômeros

apresentados às suas características específicas, sendo que na terceira atividade abordou-se uma fórmula molecular com cadeia insaturada (C_4H_8O), o que exigiu por parte dos alunos um maior conhecimento do conteúdo abordado.

Após os alunos finalizarem os desafios na aplicação interativa via computador, os mesmos foram orientados a responder a um questionário para cada uma das atividades, justificando suas respostas.

Utilização da aplicação interativa desenvolvida

A atividade foi realizada no laboratório de informática “TADS 2” do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) Câmpus Jataí, com duração de três horas sendo 25 minutos para a introdução do conteúdo de isomeria; 20 minutos para apresentação da pesquisa e introdução à Realidade Aumentada; 45 minutos para apresentação da ferramenta e 90 minutos para a realização das atividades no computador, bem como o preenchimento dos questionários. Utilizou-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. Participaram da pesquisa vinte e quatro (24) alunos dos cursos técnicos em Edificações e Eletrotécnica integrados ao ensino médio em tempo integral. Foi realizada a impressão do Marcador de Referência, conforme modelo apresentado na Figura 4, para que cada aluno pudesse interagir com a aplicação interativa.

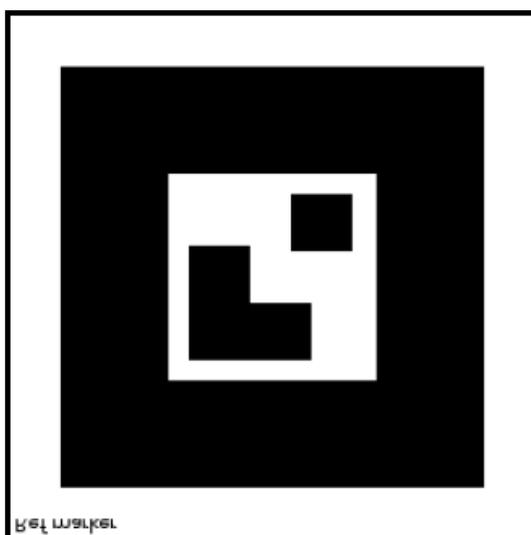


Figura 4: Marcador de Referência utilizado na aplicação interativa. Fonte: FLARAS (2012).

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.

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.

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

As perguntas escritas contidas nos questionários foram baseadas nas características solicitadas e seguiram a mesma sequência das atividades realizadas com o *software*. 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.

A maioria dos alunos não conseguiu expressar corretamente a justificativa das respostas, sendo que apenas tentou reproduzir o isômero que atendessem às características apresentadas.

A justificativa das respostas obtidas através dos questionários aplicados após a realização das três atividades foram categorizadas em “correta”, “parcialmente correta” e “incorreta”, levando-se em consideração alguns critérios adotados pelo pesquisador, como por exemplo considerar a representação do isômero correto através de traços ou linhas de ligação como parcialmente correta.

Na Tabela 1 são apresentadas as perguntas e as respostas esperadas, bem como a atribuição das respostas dos alunos referentes a Atividade 1, quantificados de acordo com sua categorização.

Tabela 1: Atribuição das respostas da Atividade 1. Fonte: Pesquisador

| Pergunta | Resposta esperada | Corretas | Parcialmente corretas | Incorretas |
|----------|-------------------|----------|-----------------------|------------|
|----------|-------------------|----------|-----------------------|------------|

| | | | | |
|--|--|---|----|---|
| Qual isômero possui menor ponto de ebulição? | 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 | 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 |

Observou-se que a maioria dos alunos reproduziu os isômeros nas respostas escritas apresentando as suas respectivas fórmulas estruturais na forma de traços e, em alguns casos em linhas de ligação. 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 e suas diferenças, embora possuam a mesma fórmula molecular.

Com relação à nomenclatura, em especial de álcoois, a maioria não teve dificuldade, o que pode ser notado também para grupos funcionais e classificação de carbonos.

O maior número de questões consideradas incorretas relacionadas ao tema interações intermoleculares e, em especial, as que envolviam temperatura de ebulição dos isômeros apresentados para uma determinada fórmula estrutural de compostos orgânicos evidenciou a necessidade de uma abordagem inicial mais aprofundada sobre o tema.

No questionário final a respeito dos pontos positivos e negativos sobre a técnica utilizada apenas quatorze alunos responderam. 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.

Os pontos positivos foram categorizadas em “Facilidade na aprendizagem”, “Inovação”, “Interatividade” e “Visualização dos objetos em 3D”. Verificou-se que nove alunos que responderam ao questionário, consideram que o uso da RA facilita a aprendizagem do conteúdo abordado na pesquisa. Quatro desses alunos destacaram a inovação no ensino de Química e três a melhor visualização dos objetos virtuais em tempo real, 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”. Somente dois alunos citaram a interatividade como ponto positivo.

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”. Quatro alunos destacaram a dificuldade de acesso que pode ser atribuída em virtude do pouco contato que tiveram com a ferramenta utilizada. A lentidão do programa foi citada por três alunos, o que provavelmente ocorreu em virtude de problemas com a rede interna dos computadores utilizados no momento da pesquisa. Três alunos afirmaram que a utilização da RA não auxiliou 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.

Considerações finais

Considerando as análises realizadas dentro do recorte feito, verificou-se que a tecnologia de Realidade Aumentada contribuiu para facilitar no processo de aprendizagem do conteúdo abordado, sendo considerada uma inovação neste processo, além de proporcionar uma maior interatividade e possibilitar a visualização dos conteúdos em terceira dimensão (3D) e em tempo real.

Sendo assim, sugere-se que o uso da técnica de Realidade Aumentada contribui para a aprendizagem dos conteúdos, podendo ser utilizada como apoio no processo no ensino de Química. No entanto, ressalta-se que mesmo abordando um tema específico, deve-se levar em consideração a integração com outros conteúdos, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos.

Referências

AZUMA, Ronald et al. Recent Advances in Augmented Reality. In: **IEEE Computer Graphics and Applications**, p. 34-47, 2001.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo. Edições 70, 2011.

BILLINGHURST, Mark; KATO, Hirokazu; POUPYREV, Ivan. The Magicbook - Moving Seamlessly between Reality and Virtuality. In: **IEEE Computer Graphics and Applications**, p. 6-8, 2001.

FLARAS. **Ferramenta de Autoria de Aplicações de Realidade Aumentada**. Livro publicado em 2012. Disponível em: <<http://ckirner.com/flaras2/>>. Acesso em 10/09/2016.

FONSECA, Martha R. M. **Química**. São Paulo, vol. 3, p. 130-138, 2014.

GAMBOA, Sílvio S. **Pesquisa Qualitativa: superando tecnicismos e falsos dualismos. Contrapontos**. Itajaí, vol. 3, nº 3, p. 393-405, 2003.

GIORDAN, Marcelo. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2008.

KIRNER, Cláudio; SISCOOTTO, Robson A. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. In. **IX Simpósio de Realidade Virtual**, Petrópolis-RJ, p. 85-766, 2007.

KIRNER, Cláudio; ZORZAL, Ezequiel R. Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada. In. **XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE – UFJF**, 2005.

KOTZ, John C. et al. **Química Geral e Reações Químicas**. 6ª edição. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2009.

NOGUEIRA, Keila. **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, Altamira S.; OLIVEIRA, Cícero M.; REZENDE, Flávio 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>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

REIS, Matheus 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: 10/03/2017.

SANTOS, José A.; ANDRADE, Ângela C. S. As tecnologias: Auxílio ao processo de ensino /aprendizagem. **II Seminário educação, comunicação, inclusão e interculturalidade**, 2009.

SCOTTA, Alexandre 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: 25/04/2017.

SILVA, Manoela M.; ROBERTO, Rafael A.; TEICHRIB, Veronica. **Um Estudo de Aplicações de Realidade Aumentada para Educação**. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2012/0056.pdf>>. Acesso em 30/08/2016.

SINGHAL, Samarth et al. Augmented Chemistry: Interactive Education System. **International Journal of Computer Applications**. V. 49, n. 15, Jul. 2012. Disponível em: <<http://research.ijcaonline.org/volume49/number15/pxc3881041.pdf>>. Acesso em: 15/03/2017.

SOUZA, Raryel C.; MOREIRA, Hipólito D. F.; KIRNER, Cláudio. - **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: 09/09/2016.

TAJRA, Sanmya F. **Informática na Educação**. 5ª edição. São Paulo: Editora Érica, 2001.

TORRES, Flávia; KIRNER, Tereza; KIRNER, Cláudio. **Uso da Realidade Aumentada no Ensino de Ciências**. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2012/0046.pdf>>. Acesso em: 30/08/2016.

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

ZHOU, ZhiYing 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: 10/04/2015.