

Realidade Aumentada no Ensino da Química: Elaboração e Avaliação de um Novo Recurso Didático

Altamira de Souza Queiroz¹, Cícero Marcelo de Oliveira², Flávio Silva Rezende³

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)
Foz do Iguaçu – PR – Brazil

²Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
Frutal – MG – Brasil

³Faculdade Aldete Maria Alves (FAMA)
Iturama – MG – Brazil

altamirafoz@gmail.com, cicero.oliveira.professor@gmail.com,
fsilvarezende@gmail.com

Abstract. *Information Technology and Communication (ICT) has caused significant changes in the areas of culture, education, medicine, among others. In this context, the Augmented Reality (AR) is a tool that allows interaction and combination of the real physical world with the virtual world. This technology also allowed to develop educational materials to assist in teaching and learning, transforming abstract concepts presented in books through flat images into 3D images. This work depicts the development and evaluation of an application in RA, directed at teaching chemistry to high school students.*

Resumo. *Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm provocado mudanças significativas nas áreas da cultura, educação, medicina, entre outras. Neste contexto, a Realidade Aumentada (RA) é uma ferramenta que permite a interação e combinação do mundo físico real com o mundo virtual. Uso dessa tecnologia permitiu desenvolver também materiais didáticos que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem, transformando conceitos abstratos apresentados em livros através de imagens planas em imagens 3D. O presente trabalho retrata o desenvolvimento e avaliação de uma aplicação em RA, direcionada ao ensino de Química para alunos do ensino médio.*

1. Introdução

Nos dias atuais, o processo de ensino apenas através de livros e conteúdos registrados no quadro negro têm se mostrado ineficiente por não conseguir assegurar a atenção dos alunos e motivá-los a compreender determinados tópicos e conteúdos. O baixo interesse dos discentes, muitas vezes também, dos próprios professores, por falta de recursos didáticos e conhecimento sobre métodos e técnicas que auxiliem no ensino vem se tornando um dos desafios na educação.

O uso de tecnologias como ferramentas de apoio para o ensino vem sendo aplicado em escolas desde o ensino básico, ao ensino superior. O uso de recursos educacionais desta natureza tem levado novidades e motivação às salas de aula. De

acordo com Oliveira e Netto (2010), o uso de tecnologia nas escolas poderá oferecer um papel duplo, facilitando a comunicação entre professores e alunos, e também, proporcionando métodos de ensino e ferramentas que possibilitem interações visuais e cognitivas, objetivando o desenvolvimento de habilidades fundamentais na sociedade e no conhecimento.

A inclusão e uso de computadores no espaço educativo como ferramenta complementar aos métodos tradicionais de ensino é inevitável. O uso de jogos educativos e simuladores vem se tornando cada vez mais viável para o acesso dos professores e alunos.

A utilização de Realidade Aumentada (RA) no ensino pode contribuir na construção do conhecimento através da utilização de métodos demonstrativos e simulações interativas, permitindo visualização e contato com um material antes demonstrado apenas em figuras planas. Aos discentes, esta aproximação entre os conceitos abstratos e sua apresentação na forma realística favorece o desenvolvimento de habilidades investigativas, capacidade de levantar hipóteses, formular explicações e relacioná-las com conceitos ligados à disciplina estudada.

Realidade Aumentada é a inserção de objetos virtuais 3D no ambiente real, favorecendo ao usuário a visualização simultânea através de um dispositivo tecnológico utilizando uma interface onde o sujeito interage com o mundo virtual (Kirner e Kirner, 2008).

Dentro da ciência, em específico na disciplina de Química, o processo de ensino sofre dificuldades ao ter que representar modelos de moléculas e átomos de forma abstrata. A utilização de recursos em RA possibilita maior visualização de detalhes desses conteúdos, possibilitando a interação e manipulação do que antes poderia ser estudado e visualizado apenas em 2D.

Considerando as potencialidades do uso de RA no ensino, o presente trabalho teve como objetivo apresentar o desenvolvimento e avaliação de um software educativo para auxiliar no ensino de Química, mostrando que a informática, em específico a RA é um importante aliado no ensino aprendido.

2. Realidade Aumentada

O imaginário, até alguns anos atrás, era retratado apenas de forma verbal e escrita, ou quando possível, era representado através de desenhos, maquetes, entre outras formas, que davam uma limitação, não permitindo que o imaginário se aproximasse do real. Os avanços tecnológicos e o uso de computadores no dia a dia das pessoas potencializaram e transformaram as formas de representar o imaginário, permitindo a interação entre o imaginário e o mundo real rompendo a barreira entre a tela do monitor e o usuário.

A reprodução do fantástico de forma interativa, bem como a representação em tempo real tornou-se possível através das tecnologias de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA).

A definição de RA vem de um conceito muito amplo denominado de Realidade Misturada (RM). Assim como o próprio nome já diz, RM é a mistura de ambientes

virtuais com ambientes reais em tempo real, com o objetivo de incorporar ambientes virtuais no mundo real (Realidade Aumentada), ou induzir os elementos reais ao ambiente virtual (Realidade Virtual). Ambos os métodos são realizados de forma realística, buscando que o usuário não perceba a diferença entre o que é real e o que é virtual, transformando os dois espaços em um único ambiente.

No entendimento de Kirner e Tori (2004), RA pode ser conceituada como:

Uma interface avançada de computadores, que promove em tempo real a exibição de elementos virtuais sobre a visualização de determinadas cenas do mundo real, oferecendo um forte potencial em aplicações industriais e educacionais devido ao alto grau de interatividade.

A vantagem da utilização de RA no ensino pode ser justificada com a ideia que RA não fornece apenas a ilusão de objetos 3D no ambiente real, mas também oferece uma envoltura psicológica, onde a experiência se torna mais real (Cahtarevic, 2008).

2.1. Funcionamento da Realidade Aumentada

Apesar de possuir conceitos diferentes e diversos tipos de configurações, RA funciona basicamente com o reconhecimento de um objeto real, nomeado como Marcador, um webcam, responsável por captar o ambiente real e um software capaz de receber as informações enviadas pelo webcam e projetar as imagens 3D.

Lahret et al. (2004) cita que um típico sistema de RA é formado de uma ou mais câmeras, software para construção de objetos virtuais, sistema gráfico e dispositivo de interação para as tarefas de capturar a imagem real, criar as imagens virtuais, sobrepor os objetos reais por objetos virtuais no mesmo cenário e interação em tempo real.

Os procedimentos para criação de um objeto virtual em um ambiente real têm início quando o usuário coloca o objeto em frente da câmera, para que capture a imagem e transmita ao software, que fará a interpretação. Recebendo as imagens capturadas pela câmera, o software é responsável por gerar o objeto virtual e retornar à cena real o objeto virtual criado. O dispositivo de saída, que pode ser uma televisão, um monitor, entre outros dispositivos, exibe o objeto virtual sobrepondo o objeto real, em uma combinação que aparece como se fosse um único ambiente.

Para uma boa visualização da RA, é necessário um ambiente favorável de iluminação para que a câmera detecte com perfeição o ambiente real. Caso contrário, a interação pode ser prejudicada.

É importante ressaltar que, para a visualização de RA, é necessário um software específico responsável pela recepção das imagens reais, manipulação e retorno das imagens virtuais no ambiente real. Portanto, colocar um marcador na frente da câmera ligada ao computador sem as instalações específicas, não resultará na projeção de imagens 3D.

Para Faria (2009), a complexidade do desenvolvimento das aplicações de RA está no cálculo preciso, em tempo real, do ponto de observação do usuário, para somente então projetar corretamente os objetos virtuais no mundo real.

A Figura 1 mostra o funcionamento de um sistema de RA, onde a câmera busca por marcadores e assim que encontrados, o software calcula as posições e orientações dos mesmos, para logo identificá-los. Após a identificação, os objetos virtuais são posicionados e renderizados para serem apresentados na saída de vídeo do usuário.

Existem diversas bibliotecas que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de sistemas de RA, como por exemplo, o ARToolKit, utilizado no presente trabalho, o LARToolKit, NyARToolKit, FLARToolKit, entre outros.

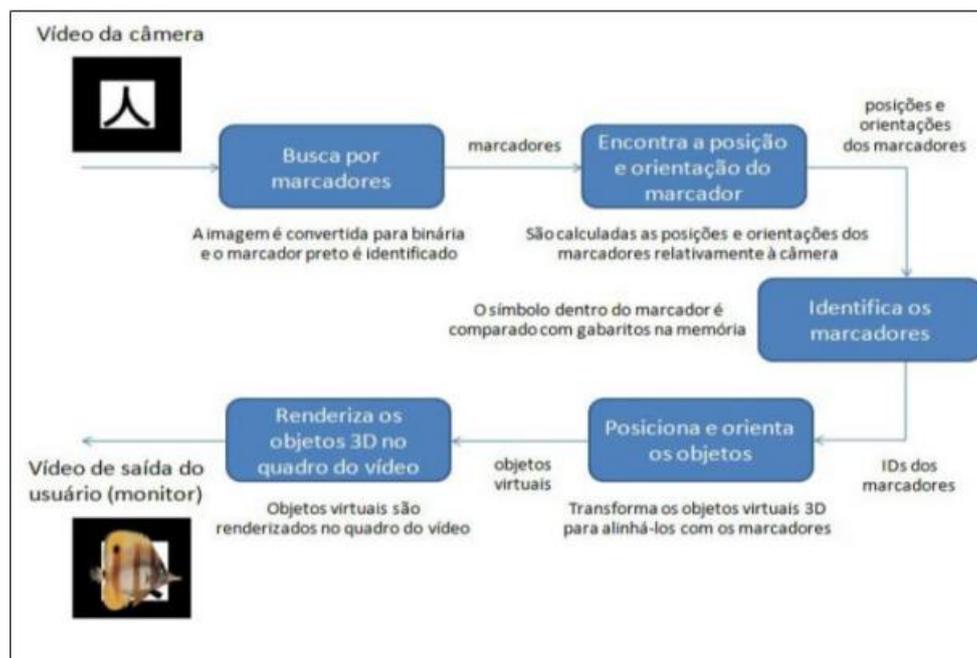


Figura 1. Princípio de funcionamento de um sistema de RA com utilização de marcadores (Faria, 2009).

3. Desenvolvimento do Material

Para o desenvolvimento do material didático de ensino em Química utilizando RA, foi realizado um estudo exploratório para identificar as dificuldades dos discentes em relação às aulas de Química. Dos dados coletados foi possível reportar que a dificuldade predominante situou-se na baixa compreensão de temáticas envolvendo o uso de modelos abstratos e interpretação de figuras planas abordadas em livros. Partindo das considerações iniciais, o foco do desenvolvimento desse trabalho foi a criação de uma ferramenta complementar ao ensino de Química que possibilitasse a melhor compreensão de forma simples e eficiente sobre elementos químicos, modelos atômicos e ligações químicas.

O desenvolvimento do material foi realizado em pequenas etapas, totalmente baseado no exemplo *SimpleVRML* do ARToolKit, buscando uma forma simples de desenvolvimento e que pudesse ser utilizado nas escolas públicas do ensino médio, permitindo que os professores além de utilizar o modelo desenvolvido, também pudessem produzir novas aplicações didáticas com o material de RA em suas aulas.

3.1. ARToolKit e Bibliotecas Gráficas

Sendo uma biblioteca em linguagem C, multiplataforma, projetada para aplicações de RA, o ARToolKit¹ é distribuído como código fonte, tendo a necessidade de ser compilado em uma plataforma específica em seu sistema operacional. No presente trabalho, o ambiente de compilação e programação escolhido foi o Microsoft Visual Studio 2010², distribuído gratuitamente pela Microsoft em versão para estudantes.

A versão do ARToolKit utilizada no presente trabalho foi a 2.65 com suporte a VRML. O sistema operacional utilizado foi o Windows 8Pro, de 64bits, em Português e todo o desenvolvimento foi realizado em um computador Intel Core i7, com 8GB de memória RAM, câmera digital integrada de 3.0 Megapixels e placa de vídeo Dedicada AMD Radeon HD 7730M de 2GB.

Para que a compilação do ARToolKit é necessária que as bibliotecas *DSVideo*, *Glut* e *OpenGL*, disponíveis no site do ARToolKit, estejam corretamente instaladas no sistema.

3.2. Marcadores de RA

Os cartões marcadores, também chamados de *Patters*, não possuem um padrão de tamanho e complexidade de detalhes, o que pode afetar o desempenho dos sistemas quanto à detecção pela câmera. Quanto maior o tamanho físico dos marcadores e menos complexos, mais fácil de serem detectados e com uma distância maior da câmera.

O excesso de iluminação, assim como a falta da mesma, podem criar pontos de brilho, reflexos e sombras nos marcadores e, sendo assim, é recomendável que o ambiente para utilização do sistema de RA possua iluminação natural, ou sem exposição de reflexos de luzes e sombras.

Vários exemplos de marcadores podem ser encontrados junto à biblioteca do ARToolKit. A Figura 2 mostra os dois exemplos padrões e mais utilizados do ARToolKit.

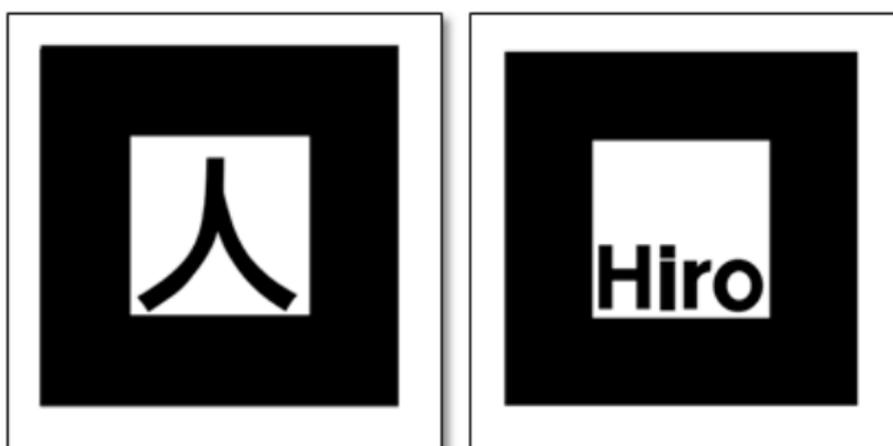


Figura 2. Marcadores de RA.

¹ www.hitl.washington.edu/artoolkit

² www.visualstudio.com/

O ARToolkit permite que o usuário crie novos marcadores e os cadastre no sistema de reconhecimento desde que esses mantenham o padrão, alterando apenas o objeto central do marcador.

Para desenvolvimento do presente sistema, foi utilizado o editor de imagem *Paint* para a criação de novos marcadores, os quais representaram a tabela periódica.

3.3. Objetos 3D

A construção dos objetos 3D podem ser realizadas em diversas ferramentas de modelagem e exportadas para a extensão “.wrl”.

Todos os desenhos desenvolvidos para o presente trabalho foram criados utilizando a linguagem de modelagem VRML (*Virtual Modeling Language*), a qual por padrão, cria objetos com extensão *wrl*.

Para visualização dos objetos 3D, antes de aplicá-los no sistema de RA, pode-se utilizar plug-ins disponíveis para browsers, o plug-in utilizado nesse trabalho é o Cortona3D³, que permite visualizar e manusear os objetos 3D através do navegador. A Figura 3 mostra o objeto 3D manuseado no browser através do plug-in Cortona3D.

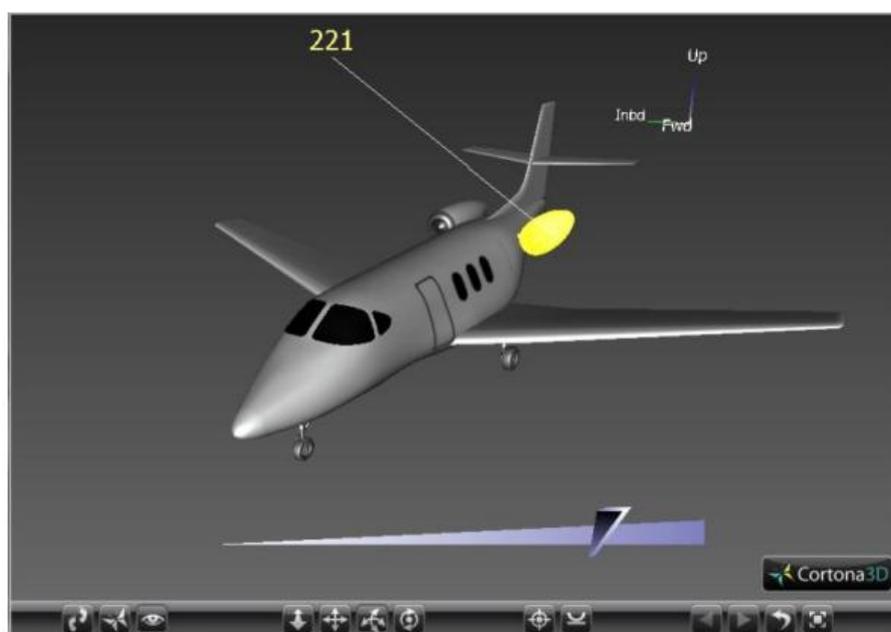


Figura 3. Objetos 3D visualizados no navegador através do Cortona3D

3.4. SimpleVRML

SimpleVRML é um exemplo disponível no pacote do ARToolkit e apresenta a utilização dos marcadores *pattHiro* e *pattKajin*, também disponíveis no pacote. O exemplo é uma aplicação de RA que permite múltiplos marcadores, com animações e interações entre eles.

³ <http://www.cortona3d.com/>

A Figura 4 mostra o exemplo SimpleVRML sendo executado. Os desenhos propostos no exemplo são conhecidos como “a abelha e a flor” e “boneco de gelo”, todos programados em VRML.



Figura 4. Apresentação de RA no exemplo SimpleVRML

3.5. Interface do Usuário

A interface do usuário foi desenvolvida buscando unir informações e aplicações de RA permitindo o estudo individual ou em pequenos grupos com ou sem auxílio do professor.

A interface inicial consiste em uma tabela periódica, como demonstra a Figura 5, e um breve relato sobre a tabela situado à esquerda da tela.

Realidade Aumentada no Ensino da Química

HOME | ELEMENTOS QUÍMICOS | MODELOS ATÔMICOS | LIGAÇÕES QUÍMICAS | ABOUT

Breve Relato

Atualmente, todos têm assistido a inclusão e organização de aulas dinâmicas e através do uso do computador e de suas ferramentas auxiliares.

O ensino de Química é uma área da ciência que pode se implementada através do uso de ferramentas computacionais.

Esperamos que faça ótimo aproveitamento deste material **B**

A

Para os elementos sem isótopos estáveis, o número de massa do isótopo com a meia-vida mais longa está entre parênteses.

Figura 5. Interface inicial do Usuário

A aba seguinte é composta pelo estudo dos “Elementos químicos”, sendo que para o presente trabalho apenas os elementos mais comuns e utilizados no dia a dia foram desenvolvidos e aplicados. A Figura 6 mostra à esquerda essa interface e, à direita, a visualização dos elementos químicos em RA quando o marcador é mostrado para a aplicação.



Figura 6. Interface 2 e Elementos químicos em RA

Nas abas seguintes, podem-se visualizar os modelos atômicos e ligações químicas, todas representando um breve relato com explicações educativas e uma opção para ativar o reconhecimento dos marcadores de RA. A última aba apresenta informações sobre a ferramenta desenvolvida e sobre os colaboradores do projeto.

4. Aplicação e Resultados Obtidos

A aplicação do material desenvolvido aconteceu nas dependências de uma escola estadual da cidade de Frutal/MG, envolvendo 60 alunos do 2º e 3º anos do ensino médio.

Os alunos foram convidados a participar de um breve contato com o material e posteriormente avaliá-lo através de um questionário estruturado. A manipulação do material pelos alunos durou cerca de 20 minutos com grupos de 3 alunos para cada vez.

O questionário de natureza psicométrica (escala de *Likert*) teve como objetivo de medir o grau de aceitabilidade de proposições relativas ao ensino de Química, uso de tecnologias de informação e comunicação em sala de aula e do recurso didático elaborado com RA. A Figura 7 mostra alguns discentes interagindo com o material de ensino de química de RA.



Figura 7. Alunos manipulando o material de teste de RA

Ao término dos testes com a manipulação dos marcadores e funcionalidades da ferramenta, cada voluntário respondeu um questionário contendo 19 questões, que poderiam ser respondidas com: Concordo fortemente, Concordo, Neutro, Discordo e Discordo Fortemente.

4.1. Considerações Obtidas Através de Análise dos Questionários

De acordo com as respostas dos alunos, foram montados gráficos quantitativos e de porcentagens para apresentar os resultados obtidos.

Quando questionados se gostavam ou não da matéria de química, 61,67% dos alunos afirmaram gostar, 28,33% se declaram neutros e apenas 10% disseram não gostar de Química. Já quando questionados se a matéria era muito fácil, apenas 13,3% concordaram, sendo 35% ficando neutro e 51,67% discordaram da afirmação, como mostra a Figura 8. Podendo concluir que mesmo a maioria dos alunos discordando da facilidade da matéria de Química, mais de 60% gostam da matéria, mesmo tendo dificuldades.

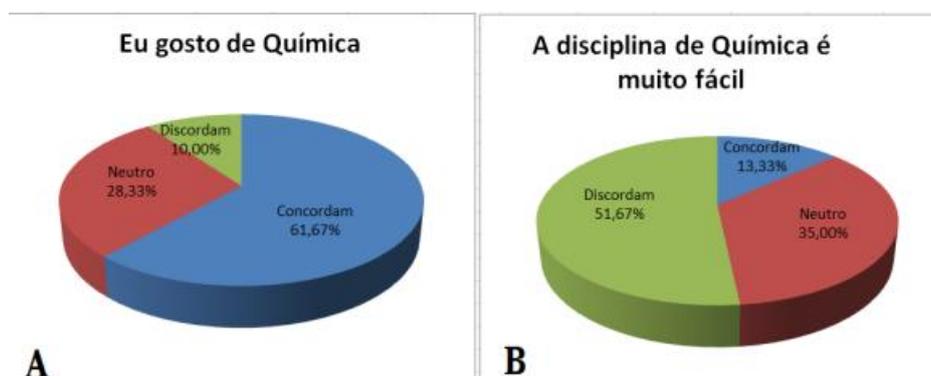


Figura 8. (A) gráfico questionando o gosto pela química (B) gráfico mostrando se a disciplina de química é fácil.

Como já dito anteriormente sobre a dificuldade em aprender Química, devido às formas abstratas de visualizar os elementos e outros temas complexos, ao serem

indagados se “a Química para ser entendida, basta-se usar livros”, dos 60 alunos questionados, 55 deles discordaram da afirmação, sendo que apenas 1 concordou e os demais se mantiveram neutros.

Tendo em vista a dificuldade de se estudar Química apenas nos livros didáticos, percebe-se pela distribuição dos resultados a necessidade de inserir novos recursos didáticos para o ensino desta disciplina, seja por meio de recursos encontrados na Internet ou com aplicação de novas tecnologias de informação, como a RA.

Questionados sobre a utilização de RA no ensino de Química, apenas 11,67% dos alunos já haviam utilizado este recurso como ferramenta de ensino-aprendizagem, e 66,67% nunca tinham utilizado a ferramenta de RA no ensino de Química e em outras matérias, a quantidade de alunos que utilizaram RA também foi muito baixa, não chegando a 30%, como mostra o gráfico da Figura 9.

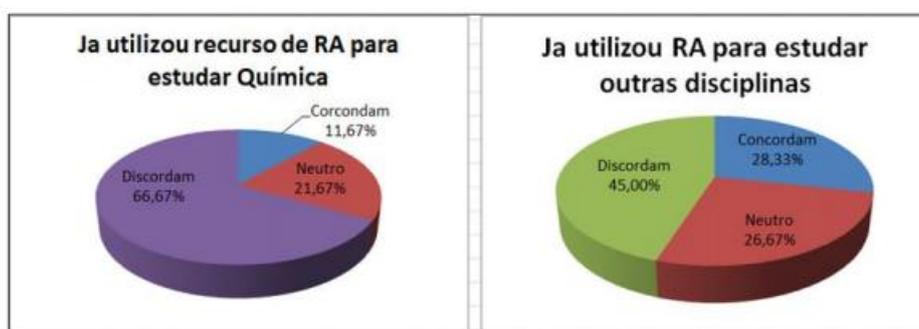


Figura 9. À direita, utilização de RA em outras disciplinas. À esquerda, utilização de RA no ensino de Química

Em continuidade à análise da qualidade pedagógica do material por parte dos discentes questionou-se se gostariam de utilizar este material em sala de aula. A Figura 10 reporta a distribuição das considerações:

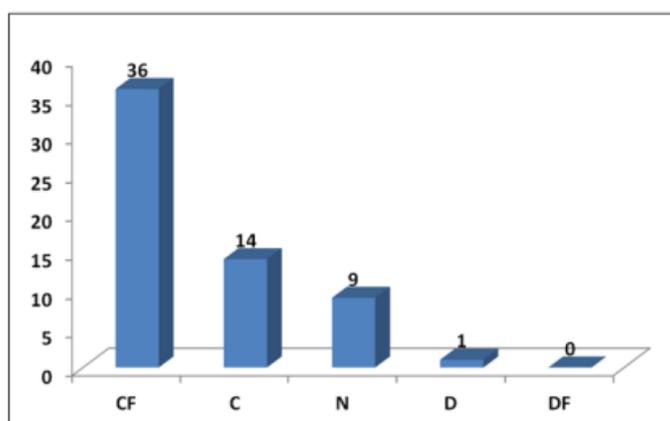


Figura 10. Distribuição do grau de aceitação do material para o uso em sala de aula

Pela estrutura do gráfico pode-se afirmar que o material apresentado teve boa aceitação pelos sujeitos investigados. Cerca de 85% dos 60 discentes apontaram entre

concordo fortemente e concordo. O grupo de discentes que disseram ser neutros ou discordar possivelmente são discentes que não possuem atração pela disciplina.

Os alunos voluntários também foram questionados a respeito de utilização de RA na compreensão dos elementos químicos, ajudando a entender como ocorre a interação entre prótons, nêutrons e elétrons. O gráfico da Figura 11 ilustra o posicionamento dos sujeitos questionados:

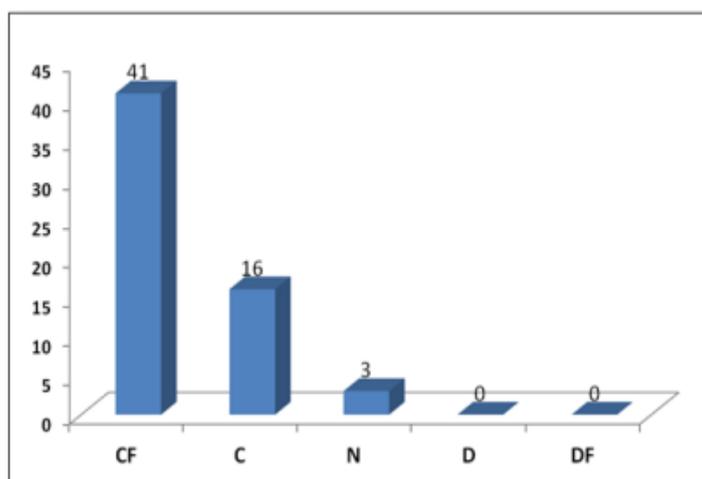


Figura 11. Considerações sobre as imagens dos elementos químicos

Por fim, questionou-se sobre o recurso de uma forma geral: *Eu gostaria de utilizar este material para aprender Química*. Após a interação com todas as partes integrantes do recurso elaborado pretendeu-se levantar considerações finais sobre a sua possível qualidade pedagógica com a opinião dos alunos. A Figura 12 mostra o gráfico com o resultado da afirmação:

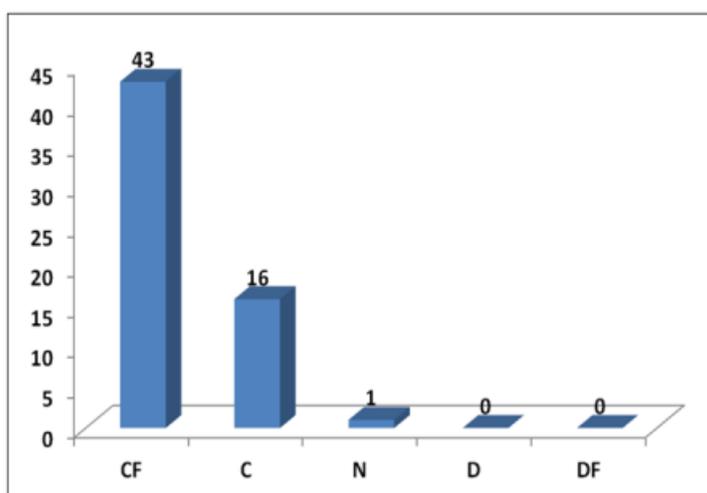


Figura 12. Interesse dos alunos de utilizar o material na sala de aula

Levando em conta o resultado dos questionários, é possível afirmar o quanto a realidade aumentada, utilizada no ensino, possui boa aceitação por parte dos alunos. Além de ser uma forma eficaz para suprir muitas necessidades vinda da forma abstrata de ensinar os elementos químicos, reações químicas, entre outros elementos.

4.2. Dificuldades Encontradas

Embora a integração e o material apresentado não tenham apresentado erros de funcionamento, a maior dificuldade ao aplicar o material no ambiente escolar foi a iluminação, tendo em vista que os marcadores precisam de uma determinada iluminação para que possam ser reconhecidos pelo sistema do ARToolKit. Iluminação excessiva gera reflexo nos marcadores, o que induz o sistema a confundir o símbolo interno do marcador quando o mesmo é um pouco mais complexo, aproximando-o dos marcadores parecidos e fazendo com que o sistema não apresente a imagem 3D ou apresente uma imagem de um elemento com símbolo parecido, assim como ambientes escuros também pode acarretar em erros no reconhecimento dos marcadores.

A interface não apresentou nenhum erro durante todos os testes, assim como os demais funcionamentos do material tiveram funcionamento eficaz, mesmo após ser aberto e fechado diversas vezes pelos usuários voluntários.

Os alunos não encontraram dificuldades ao trabalhar com o material, assim como também não encontraram dúvida de funcionamento da interface do usuário.

5. Considerações Finais

A utilização de RA no ensino tem possibilitado grandes avanços por meio da sua interação com o ambiente físico em tempo real. A demonstração específica do ensino de Química, presente neste trabalho, teve o intuito de apresentar de forma mais concreta os elementos químicos, modelos atômicos e ligações químicas utilizando RA de forma simples. Portanto, torna-se possível a qualquer professor, com o material desenvolvido em mãos e conhecimento básico de programação, desenvolver novas aplicações.

Por meio da utilização de RA no ensino de Química, foi possível apresentar detalhes antes apenas estudados de forma abstrata e com imagens e livros didáticos, proporcionando ao usuário um momento de interação com o mundo da Química.

Durante o desenvolvimento do trabalho, foram realizadas pesquisas bibliográficas, acompanhadas de conversas com professores da área, além de desenvolvimento do material, aplicação aos alunos e recolhimento da opinião dos mesmos sobre o material desenvolvido, tendo um resultado muito positivo para a utilização de RA como ferramenta complementar ao material didático aplicado pelos professores.

No que se diz respeito às vantagens da utilização de RA, foi possível notar o interesse e motivação pela matéria depois de usado o material, tendo em vista que a inovação gerou maior interesse dos alunos, até então acostumados com os livros didáticos no dia a dia.

5.1. Trabalhos Futuros

A título de sugestão para trabalhos futuros, podem ser citadas:

*Aperfeiçoamento do material desenvolvido, levando em conta questionários para coleta de informações de professores, com o objetivo de adequar o material à metodologia de ensino dos discentes;

* Desenvolvimento dos demais elementos químicos não desenvolvidos no material atual, tendo em vista que apenas os elementos mais utilizados no dia a dia foram elaborados em 3D;

* Desenvolvimento de reações Químicas assim como aperfeiçoamento das ligações químicas para maior interação ao se aproximar os marcadores de determinados elementos;

* Realização de novos testes com professores e alunos para aperfeiçoamento e, finalmente, a utilização do material desenvolvido nas bibliotecas públicas do ensino médio.

Referências

- Cahtarevic, R. (2008) “Virtuality in architecture: from perspective representation to augmented reality”. *Facta universitatis series Architecture and Civil Engineering*, [S.I.], v.6, n.2, p.235-241.
- Faria, A. D. O. (2009) “ARToolKit: Criando aplicativos de Realidade Aumentada”. *Linha de código*. Disponível em www.linhadecodigo.com.br/artigo/2488/ARToolKit-Criandoaplicativos-de-realidade-aumentada.aspx. Acesso em 16 mar. 2013.
- Kirner, C. e Kirner, T. G. (2008) “Simulation and Modeling: current technologies and applications”. [S.I.]: ed. IGI Global, p.391-419.
- Kirner, C. e Tori, R. (2004) “Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-Realidade”. In Kirner, C. Tori, R.; *Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologias e Tendências*. 1º ed. São Paulo: Editora SENAC. v.1, p.3-20.
- Lahret, P. S.; Lourenço, P. C.; Dainese, C. A. (2004) “Rastreamento em Realidade Aumentada com Artoolkit e Marcadores”. *WRA*, 1, Piracicaba. (Anais-WRA2004). Piracicaba: [s.n.]. p. 37.
- Oliveira, A. e Netto, A. (2010) “IHC e engenharia pedagógica”. *Visual Book*, Florianópolis.
- Pantelides, V. (2005) “Reasons to use Virtual Reality in Education”. *VR in the Schools*, vol. 1, no. 1.
- Silva, W. et al. (2006) “Ambientes virtuais distribuídos multidisciplinares com integração na realidade aumentada”. *II Workshop de Aplicações em Realidade Virtual*, Recife-PE. 21 a 24 de Novembro/2006. pg. 09-12.