

# O Ensino Básico com o apoio das ferramentas Vuforia e Unity para incentivar os estudos e melhorar o aprendizado

**Marcelo Pereira Bergamaschi<sup>1</sup>, Maria das Neves Farias Dantas Bergamaschi<sup>2</sup>, Mariana de Moraes Ribeiro Lião<sup>3</sup>, Gabriel Bio Guerra<sup>4</sup>, Lucas Mercedes Palomanes<sup>5</sup>, Matheus Henrique Palinkas dos Santos<sup>6</sup>**

## Resumo

O avanço tecnológico na área de realidade aumentada (RA) gera novos espaços para que a criatividade possa fluir e cada vez mais fazer com que essa tecnologia chegue por exemplo, às nossas casas, trabalhos, entretenimentos, ou seja, no cotidiano do ser humano com intenções de facilitar nossas vidas e, no meio acadêmico, essa tecnologia também está ganhando espaço. O projeto procurou mostrar ao leitor a história, os conceitos, a execução da RA e um pouco da sua potencialidade até os dias de hoje, com isso, apresenta-se o primeiro dispositivo de RA, as ferramentas mais utilizadas, os softwares de desenvolvimento mais famosos e por fim, busca-se apresentar o quanto essa tecnologia junto com a criatividade podem intervir em nossas vidas, porém, no meio acadêmico. Este projeto está voltado para a educação, pois há grandes espaços nos quais essa tecnologia pode ser implementada. Com os conceitos definidos, busca-se então o verdadeiro 'estado da arte' do projeto, que visa a utilização da RA e dos smartphones que estão em posse dos alunos, para que se tornem ferramentas de apoio ao Ensino Básico e Tecnológico para incentivar os estudos e melhorar os índices de aproveitamento de determinadas componentes curriculares.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada. Dispositivos Móveis. RA aplicada ao Ensino.

## Abstract

The technological advance in the area of augmented reality (AR) generates new spaces so that creativity can flow and increasingly make this technology reach, for example, our homes, jobs, entertainments, that is, in the daily life of the human being. our lives and, in academia, this technology is also gaining ground. The project sought to show the reader the history, the concepts, the execution of the AR and a little of its potential until today, with this, it presents the first AR device, the most used tools, the most developed development softwares famous and finally, it is sought to present how much this technology together with the creativity can intervene in our lives, but, in the academic environment. This project is focused on education, because there are large spaces in which this technology can be implemented. With the defined concepts, the true 'state of the art' of the project is sought, which aims to use the AR and the smartphones that are in the possession of the students, so that they become tools of support to the Basic and Technological Education to encourage the studies and improve the achievement rates of certain curricular components.

**Keywords:** Augmented Reality. Mobile Devices. AR applied to Teaching.

---

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus Cubatão – Brasil  
<sup>1</sup>berga@ifsp.edu.br, <sup>2</sup>maria.bergamaschi@ifsp.edu.br, <sup>3</sup>mariana.liao@yahoo.com,  
<sup>4</sup>gabrielbguerra@uol.com.br, <sup>5</sup>lucasmopalomanes@outlook.com, <sup>6</sup>matheuspalinkas31@gmail.com

## 1 Introdução

Mesmo que o conceito de realidade aumentada (RA) pareça algo novo, suas primeiras manifestações já vêm desde a década de 60 com alguns protótipos como o *Head Mounted Display* (HMD) de Ivan Sutherland. Com o passar dos anos a realidade aumentada tem se tornando algo popular em alguns campos como na área de jogos e na área militar [1].

Com essa popularidade da RA foram criadas e melhoradas diversas ferramentas para tornar mais fácil e prático o desenvolvimento de aplicativos e aplicações da mesma. Entre essas, destaca-se o Vuforia que é um conjunto de ferramentas de desenvolvimento de *software* (*Software Development Kit* - SDK), criado pela Qualcomm e atualmente é a plataforma mais usada para desenvolvimento de aplicações de RA, pois tem uma série de plataformas disponíveis para desenvolvimento [2][3].

Outro recurso interessante para o desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada é o Unity. Essa plataforma de desenvolvimento de jogos em conjunto com o Vuforia se torna uma poderosa ferramenta de desenvolvimento para RA. Esse *software* também permite a integração com diversas outras bibliotecas de desenvolvimento, permitido assim, uma maior flexibilidade ao usuário desses sistemas.

## 2 Metodologia

Para desenvolver este projeto, serão realizadas pesquisas bibliográficas, revistas e artigos científicos e meios virtuais específicos a fim de abranger todo o embasamento necessário para o entendimento e referencial teórico do projeto.

Serão utilizados na prática os softwares citados, com o intuito de imergir de forma completa na tecnologia da realidade aumentada e serão produzidos os materiais

referentes a componente curricular adotada como “piloto” no projeto, visando obter os resultados diretos com a aplicação do projeto no ensino básico e tecnológico do Instituto Federal de Ensino. Para isto, em um determinado instante do projeto, os estudantes e também os professores serão usuários, interagindo com os recursos de todo o sistema, como por exemplo: os livros didáticos, as apostilas, os materiais de apoio, os smartphones, entre outros, para que com a interação e também o livre arbítrio de cada um, considerando as suas diferenças e diversidades, possam alcançar os objetivos da aula, cada um no seu tempo.

Após a realização de algumas sessões (aulas), irá se realizar uma pesquisa qualitativa e também quantitativa, no sentido de levantar os itens favoráveis e não favoráveis do projeto, que serão tabulados em escala de *Likert* para uma análise posterior. Em função desta análise e dos resultados finais, as conclusões serão devidamente fundamentadas e até mesmo a “motivação” para trabalhos futuros fica sendo evidenciada.

## 3 Vuforia

Vuforia (logomarca representado na figura 1) é um SDK que é utilizado para a criação de aplicações de realidade aumentada (RA) e realidade virtual (RV), foi criado pela empresa americana Qualcomm, porém recentemente foi comprada pela PTC [2]. Atualmente é a plataforma mais usada para desenvolvimento de aplicações de RA, pois tem suporte para os principais smartphones, tablets e óculos para RA, ou seja, torna mais simples a implementação de aplicativos de realidade aumentada para dispositivos Android, IOS e Windows, entre outros [3].

Esse SDK não é grátis (*open source*), porém não há custo inicial para a utilização ou para desenvolvimento com fins educacionais. Com a integração Vuforia e Unity é possível

criar praticamente qualquer tipo de experiência de RA na maioria das plataformas móveis populares tornando ainda mais fácil o desenvolvimento dos mesmos [3] [4].



Figura 1 - Logomarca Vuforia

### 3.1 Utilidades

Esse SDK é muito útil por ter uma grande compatibilidade com as diversas plataformas de desenvolvimento. O Vuforia é muito eficiente pois a integração com o Java API<sup>2</sup>, C++ API e Unity API otimizam e facilitam o andamento do trabalho dos programadores [2]. Possui a capacidade de usar um banco de dados em nuvem para armazenar e gerenciar os marcadores (*target manager*), usar coordenadas globais, reconhecimento de alvos, reconhecimento de objetos simples e complexos, procura por palavras e reconhecimento de terrenos, entre outras importantes funcionalidades [4].

### 3.2 Ferramentas

O Vuforia possui diversas ferramentas úteis para RA, entre elas: *Model Target Manager* (figura 2) – transforma um objeto real em um marcador para ser usado em um banco de dados; *Object Scanner* (figura 3) – é um aplicativo Android que é usado para digitalizar um objeto 3D físico; *Eyewear Calibration* – permite aos usuários finais criar perfis personalizados que atendam a sua geometria facial exclusiva.



Figura 2 - Model Target [15]

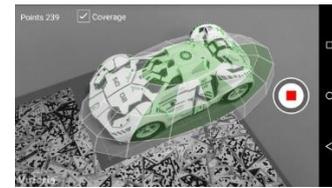


Figura 3 - Object Scanner [15]

O Vuforia Engine pode então usar esse perfil para garantir que o conteúdo seja renderizado na posição correta. Possibilita a criação de uma configuração única para cada usuário personalizado, essa configuração proporciona uma experiência melhor com os óculos de RA [3].

## 4 Unity 3D

Unity 3D (figura 4) é a plataforma de desenvolvimento de jogos, 2D e 3D, criada pela Unity Technologies que atualmente é a mais utilizada por desenvolvedores [5]. Grandes jogos que se popularizaram pelo mundo em diversos modelos de smartphones foram desenvolvidos com o Unity 3D. Esta plataforma facilitou o processo de produção de jogos com suas diversas ferramentas que possuem atualizações contínuas obtendo um aprimoramento constante, juntamente com sua interface intuitiva que agiliza o aprendizado [6].

Seu grande diferencial é a possibilidade de baixar a aplicação gratuitamente. Existe apenas a opção de planos mensais que disponibilizam maior personalização e ferramentas avançadas de produção, contudo existe a opção da versão para iniciantes com recursos suficientes para produzir seus primeiros trabalhos sem a necessidade de um plano mensal de uso [7].



Figura 4 - Unity 3D [15]

<sup>2</sup> Application Programming Interface

#### 4.1 Utilidades

Entre as principais aplicações possíveis para o Unity, seu uso mais conhecido é na área de desenvolvimento de jogos, se tornando um dos motores mais utilizados principalmente depois do lançamento de sua versão gratuita, em 2009 [8]. Porém, as possibilidades de uso do Unity vão muito além da área dos jogos e entretenimento, desde aplicações de realidade aumentada e realidade virtual até fotogrametria e renderização de modelos automotivos em 3D [9].

#### 4.2 Ferramentas

Para uso voltado a área da realidade aumentada, o Unity disponibiliza uma grande variedade de bibliotecas, além de ser possível desenvolver uma totalmente nova. Algumas dessas bibliotecas são: Vuforia, Catchoom, Metaio, NyARToolkit, ObviousEngine, PointCloud, SeeingMachine's FaceAPI, Sphero, SSTT, String e Xludia, cada uma dessas com seus prós e contras. As principais diferenças são o preço, facilidade de uso, recursos e na velocidade de rastreamento do marcador e inserção do modelo 3D [10].

### 5 Realidade Aumentada

A primeira manifestação da tecnologia de realidade aumentada foi coordenada por Ivan Sutherland (figura 5), que desenvolveu o *Head Mounted Display* em 1968. É claro que o instrumento não possuía boa qualidade, o capacete era pesado e só funcionava especificamente no laboratório do criador, já que o mesmo necessitava de fios e outros equipamentos [11].

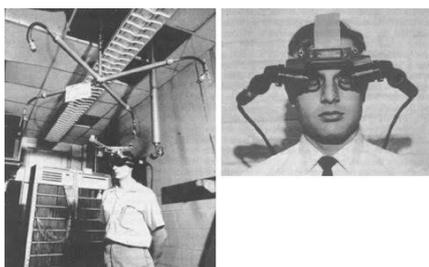


Figura 5 - Início da realidade aumentada [11]

RA e RV estão interligados, um complementa o outro, enquanto RV busca inserir o usuário em um mundo 100% virtual, o conceito de realidade aumentada é, basicamente, inserir objetos virtuais em um ambiente físico/real com o auxílio de equipamentos tecnológicos. Hoje temos diversos equipamentos que são específicos para estes fins como por exemplo: HoloLens (figura 6), Óculos Rift (figura 7), Samsung Gear VR (figura 8), entre outros [12].



Figura 6 - Microsoft HoloLens [16]



Figura 7 - óculus Rift [17]



Figura 8 - Samsung Gear VR [18]

Com o grande aumento na procura e investimento no campo da RA foram surgindo diversos softwares, bibliotecas e ferramentas que são compatíveis com essa tecnologia como: Unity, ARToolKit, FlarToolKit, Vuforia entre outras [13]. Essas ferramentas basicamente trabalham de modo a gerenciar as aplicações de RA, em outras palavras recebem as informações de uma câmera e analisam se foi encontrado algum marcador (referência real), se o software encontrar, então ele exibe o objeto de RA por meio do dispositivo conectado (monitor de

vídeo, smartphone, tablet, óculos de RA, entre outros) [12].

## 6 Produção da Realidade Aumentada

O Vuforia e o Unity 3D trabalham juntos numa forma simples de produzir projetos com realidade aumentada. O Unity trabalha com a parte estrutural do projeto (câmeras, objetos 3D e cenas), enquanto o Vuforia é responsável por gerenciar os marcadores.

De acordo com o avanço da tecnologia da realidade aumentada surgiu a necessidade do aprimoramento dessa produção, e com isso foi criado o Vuforia AR que é uma extensão do Unity 3D que facilita na criação de aplicações com RA [14].

Com esta extensão é possível que o desenvolvedor escolha uma figura de sua opção como Target. Essa ferramenta torna possível que os objetos do mundo real virem marcadores para visualizações em RA, basta fotografá-los ou escaneá-los e utilizar a sua imagem como marcador que quando a câmera do aplicativo detectar essa imagem, irá projetar a realidade aumentada respectiva.

É possível baixar a extensão Vuforia AR pelo site oficial do vuforia e apenas importá-la no Unity 3D, simples e rápido.

Já a parte de marcadores é feita toda pelo site do Vuforia Developer (<https://developer.vuforia.com/license-manager>). Para isso, acessar a área “Develop” e fazer upload da sua imagem e depois o download do Database, o que gerará um pacote do Unity. Ao inserir este pacote no projeto e conectá-lo a um objeto 3D, são necessárias algumas alterações finais (versão mínima de cada plataforma, permissões de acesso à câmera, entre outros) [15].

Podem ser usados vários tipos de marcadores. Os mais utilizados são os marcadores de imagem e um tipo de marcador gerado pelo Vuforia, chamado de “VuMark” (figura 9).

Há diversos requisitos para definir o que é um “bom marcador” para visualização de RA, os itens obrigatórios são: *contour*, *border*, *clear space*, *code elements* e *background*.

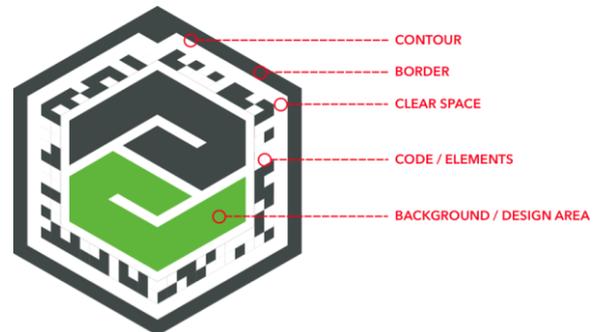


Figura 9 - Exemplo de VuMark [19]

No site do vuforia também é possível fazer sua “License Key” para cada aplicação produzida com o vuforia. Essa licença é necessária para que o SDK inicialize e o aplicativo funcione normalmente [3].

## 7 RA aplicada no ensino Tecnológico

O projeto sobre introduzir a realidade aumentada nas escolas tem como objetivo principal auxiliar os estudantes em sua aprendizagem de forma mais interativa e dinâmica. Hipoteticamente, muitos professores têm reclamado sobre o uso incorreto de dispositivos móveis em sala de aula, principalmente os aparelhos de telefone celular, então, justifica-se a própria motivação do projeto: trazer os telefones celulares que estão em posse dos alunos para serem verdadeiras ferramentas de apoio ao ensino e com a interação e domínio do próprio aluno, ou seja, por que não fazer com que os alunos entendam e interajam com os seus próprios aparelhos?

Com essa hipótese, pretende-se fazer um aplicativo que, quando estiver em execução abrirá uma câmera que será direcionada para um determinado marcador, onde os alunos poderão ver com maior clareza, as imagens em três dimensões (as chamadas 3D), facilitando assim o entendimento e a percepção dos objetos visualizados e que irão

contribuir para um melhor esclarecimento do conteúdo em estudo [2].

As imagens viriam do próprio livro escolar que se tornaria interativo. Mesmo que algumas pessoas da camada mais pobre não tenham acesso a uma tecnologia avançada, essa, como um ponto essencial, é uma tecnologia simples, necessita de requisitos mínimos para funcionar. Este seria um meio muito eficiente de melhorar o desempenho daqueles que não tem boas condições, pois este projeto tem como principal função alcançar a toda população, com a finalidade de facilitar, auxiliar, simplificar e possibilitar um melhor funcionamento no hemisfério educacional.

Espera-se como resultado quando o projeto for colocado em prática, não necessariamente um retorno positivo, mas sim, um retorno de análises e estatísticas para que se possa ser discutido pontos positivos e pontos negativos dessa manifestação tecnológica na educação.

Obviamente que o intuito do projeto é melhorar o ensino, porém devemos ser realistas. Sabe-se que com a inserção desses dispositivos pode-se fazer com que os alunos sejam mais participativos em sala de aula, conseqüentemente, espera-se alterar o método de compreensão do aluno, no qual ele deixa de apenas praticar a memorização e passa a construir sua linha de raciocínio.

É necessário um feedback para saber se o projeto proposto foi realizado como idealizado. Precisa-se saber se os alunos e professores estão aptos a suceder esta intervenção, se os dispositivos necessários são acessíveis aos beneficiados e assim em diante. Para isto, relatórios serão produzidos e analisados para que a pesquisa tenha evidências com dados reais para justificar a sua utilização.

Com isso, deverão ser realizados aprimoramentos para que o projeto se propague da melhor maneira possível, sendo

acessível e útil a todos os que desejam usufruir dessa tecnologia.

Registra-se também, que o projeto não muda o conteúdo programático de qualquer componente curricular, apenas, muda a forma de como estes conteúdos podem ser ministrados. Em outras palavras, há uma mudança de paradigma nos estudos que serão realizados pelos alunos e até mesmo, ensinados pelos professores.

## **8 Aplicação e discussão dos resultados**

O Sistema foi implementado com 14 alunos do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio (CTII) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus Cubatão. Estes alunos, com características pessoais, físicas, econômicas, etnias, gêneros, comportamentos, entre outras características que eram heterogêneas, respeitando a diversidade do público e as suas observações sobre a usabilidade do sistema. Ainda se observou que nesse conjunto de usuários alunos, eles estavam matriculados no mesmo curso, porém, em diferentes anos curriculares (2º, 3º e 4º ano), mas todos, com o conhecimento prévio do conteúdo programático da componente curricular escolhida, que foi a disciplina “Química”. Esclarece-se também que, todos os alunos do curso, foram convidados para participar deste projeto, porém, em função do horário de implementação do sistema, que foi após a última aula do período matutino, muitos tinham outros compromissos e até mesmo horários para retornar para as suas casas em função de veículos fretados ou transportes públicos. O professor da disciplina também esteve presente para observar os alunos e sanar eventuais dúvidas sobre o conteúdo proposto naquele momento da aula.

Em um primeiro momento, o professor coordenador e orientador do projeto, explicou para os alunos de maneira bem

objetiva, as definições de realidade aumentada e as suas aplicações para o momento atual da aula, demonstrado por meio da figura 10.



Figura 10 - Coordenador com os alunos

Em seguida, o grupo apresentou um vídeo, também bem claro, com os objetivos propostos pelo sistema, representado pela figura 11.



Figura 11 - vídeo com explicações sobre o projeto

Em fase seguinte, o professor da componente curricular de química, fez um breve resumo dos conteúdos propostos para a investigação do sistema que está sendo aplicado, a fim de explicar os conceitos das frentes de “ligação covalente”, “geometria espacial” e “retículos cristalinos” que são os focos deste projeto inicialmente.

Com esta pequena introdução, o grupo passou então à fase de explicar que a aplicativo (comumente chamado de App, do inglês *application*), deveria ser instalado nos smartphones dos alunos voluntários para a utilização do sistema e então contribuir com a experiência realizada. Neste momento, os alunos instalaram o App em seus celulares pessoais.

Em seguida, iniciou-se a experiência que estava sendo esperada ansiosamente pelos alunos. Com o livro preparado para a experiência e de posse de cada um dos alunos, iniciaram-se os procedimentos para as visualizações de algumas imagens propostas nos capítulos preparados para a aula expositiva. O livro de Química adotado pelo IFSP e também pelo projeto, da série “ser Protagonista”, para o 1º ano do ensino médio, edições SM, está representado pela figura 12.



Figura 12 - Livro adotado na pesquisa

Deste ponto em diante os alunos tiveram explicações sobre alguns assuntos relacionados com aula e foram fazer as suas investigações pessoais sobre as imagens em três dimensões que seriam visualizadas em seus aparelhos de telefones celulares, como por exemplo, demonstram as figuras 13 e 14, com os assuntos de ligações covalentes, geometria espacial e retículos cristalinos representadas nas páginas dos livros em duas dimensões.



Figura 13 - Aluno interagindo com o sistema

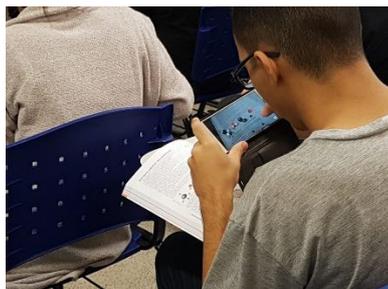


Figura 14 - Visualização de geometrias espaciais

Nos smartphones dos alunos, eles têm a visualização das imagens em 3D e ainda com movimentos dos elétrons compartilhados que são atraídos pelos núcleos dos átomos participantes da ligação. É essa força de atração que os mantém unidos.

Evidentemente, isso é melhor entendido com as imagens tridimensionais e movimentos em tempo real; muito diferente das imagens planares projetadas no livro didático, com a representação em cores-fantasia, do retículo cristalino de cloreto de cério ( $\text{CsCl}$ ), de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ), de fluoreto de cálcio ( $\text{CaF}_2$ ) e de sulfeto de zinco ( $\text{ZnS}$ ), como demonstra a figura 15 [20].

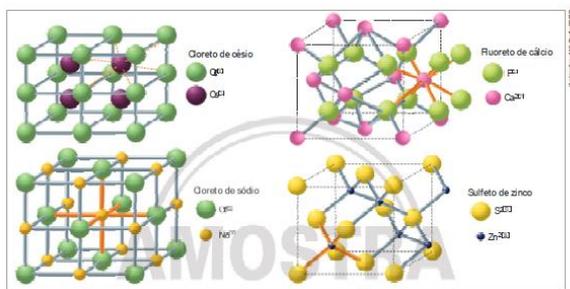


Figura 15 – Representação de retículo cristalino [20]

Fazendo uma comparação das imagens impressas no livro e a representação do retículo mostrada no smartphone, evidenciada na figura 16. Ressalta-se ainda, que o leitor deste artigo, ainda está visualizando a imagem no plano, e que sem dúvidas, é diferente de visualizar as imagens diretamente dos dispositivos eletrônicos, com a interação, rotação e translação da imagem no espaço vetorial  $\text{R}^3$ .

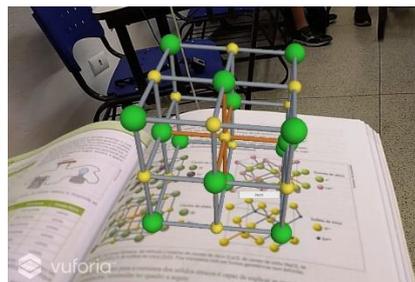


Figura 16 - Retículo cristalino em 3D

Após a realização da atividade, os alunos foram convidados a preencher um questionário para poder-se tabular as suas opiniões sobre a usabilidade do sistema proposto.

Todos os presentes, inclusive o professor da disciplina, se prontificaram a participar da pesquisa que foi elaborada de maneira transparente, ímpar, sem tendências e ainda, sem a identificação dos colaboradores.

A figura 17 ilustra esse momento, quando o coordenador do projeto explica o questionário que será estudado posteriormente com a utilização da escala de Likert, como técnica de análise.



Figura 17 - Preencher questionário sobre o sistema

O questionário foi criado com dez afirmações (tabela 1) para que o aluno pudesse analisar e responder com um determinado valor de escala (tabela 2) que representasse mais o seu grau de concordância sobre a afirmação proposta. A cotação da escala é calculada pela média aritmética das respostas dadas, invertendo os valores para os itens 3, 4, 5 e 7 do questionário.

Tabela 1 - Questionário

1	A metodologia anterior ao projeto com RA me fazia entender o conteúdo proposto.	[ ]
2	O projeto atual com RA trouxe melhorias significativas para entender o conteúdo proposto da disciplina.	[ ]
3	Os objetos apresentados em três dimensões não facilitaram a visualização e a identificação dos processos de ligações covalentes.	[ ]
4	Usar o sistema (App) de RA proposto é difícil.	[ ]
5	Usar o <i>smartphone</i> como ferramenta de apoio ao ensino não é viável, pois atrapalha o andamento da aula.	[ ]
6	A rotação da imagem criou um diferencial significativo para a visualização do objeto.	[ ]
7	Com o uso de RA a aula não ficou mais atrativa e motivadora.	[ ]
8	A interação com as imagens geradas, também é um diferencial para o entendimento dos conceitos propostos pela disciplina.	[ ]
9	Cada pessoa (aluno) tem o seu tempo e potencial para explorar as imagens no que julgar necessário, e com isso, potencializar os estudos.	[ ]
10	Ao manipular as imagens, gerou diferenças no aprendizado em relação a somente observar o professor com as suas teorias e apontamentos sobre o assunto.	[ ]

Tabela 2 - Grau de concordância

Concordo totalmente	5
Concordo parcialmente	4
Nem concordo, nem discordo	3
Discordo parcialmente	2
Discordo totalmente	1

Após as respostas dos alunos, fez-se uma análise dos resultados levando em consideração todos os itens respondidos e com todos os graus de concordância possíveis.

Os valores elevados, maiores que 3, indicam atitudes modernas em relação à metodologia apresentada e os valores baixos, menores que 3, representam atitudes mais conservadoras nos processos de ensino e de aprendizagem.

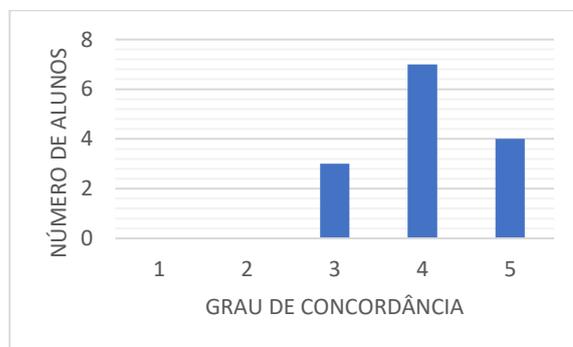
### 8.1 Análise sobre as respostas

Os 14 alunos foram convidados a responder a pesquisa com as suas opiniões sobre a metodologia de ensino, logo após o encerramento das atividades propostas para a aula. Comentou-se apenas para reforçar, que as opiniões deveriam ser particulares, para que se pudesse ter o devido valor de pesquisa

individual. Os alunos responderam com naturalidade e sem qualquer tipo de reclamação. As respostas dos alunos foram analisadas já com os itens 3, 4, 5 e 7 invertidos na escala de Likert.

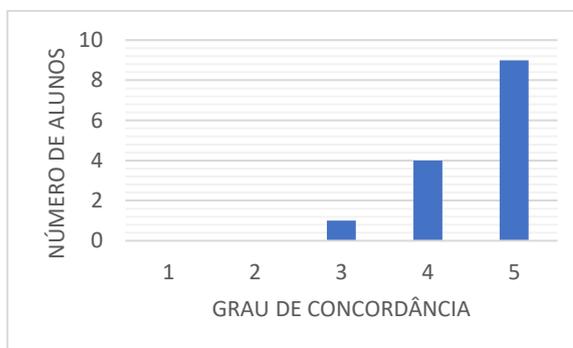
#### 8.1.1. A metodologia anterior ao projeto com RA me fazia entender o conteúdo proposto

Dos 14 alunos, 11 (78,6%) concordaram com a afirmação e apenas 3 (21,4%), ficaram indiferentes, ou seja, nem concordaram e nem discordaram da afirmação.



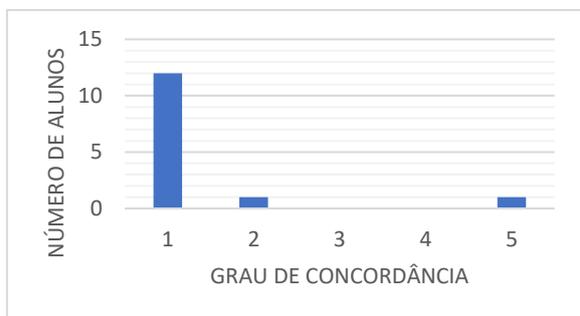
#### 8.1.2. O projeto com RA trouxe melhorias significativas para entender o conteúdo proposto

Dos 14 alunos, 13 (92,9%) concordaram com a afirmação e apenas 1 (7,1%), ficou indiferente, ou seja, nem concordou e nem discordou da afirmação.



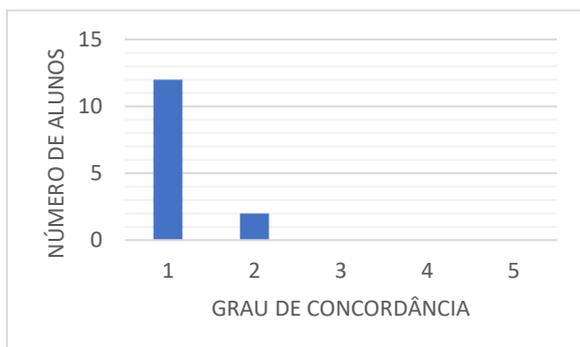
#### 8.1.3. Os objetos apresentados em três dimensões não facilitaram a visualização e a identificação dos processos de ligações covalentes

Dos 14 alunos, 13 (92,9%) discordaram da afirmação e apenas 1 (7,1%), concordou com a afirmação negativa.



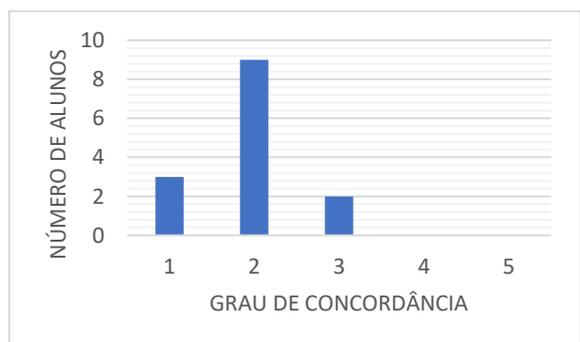
#### 8.1.4. Usar o APP proposto é difícil

Todos os alunos (100%) discordaram dessa afirmação negativa, ou seja, concordam sobre a facilidade de uso do sistema proposto.



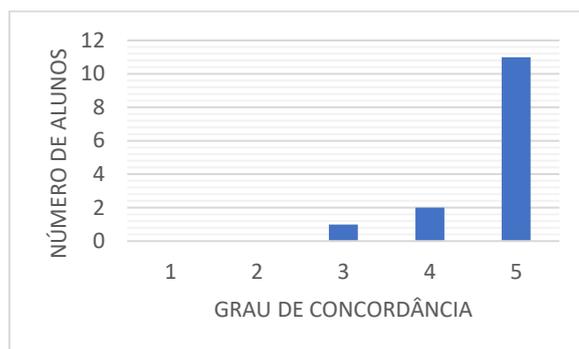
#### 8.1.5. Usar o smartphone como ferramenta de apoio, não é viável, pois atrapalha o andamento da aula

Neste item, 3 alunos discordaram totalmente da afirmação, outros 9, discordaram parcialmente, totalizando 12 alunos (85,7%) que acreditam que os smartphones podem ser utilizados como ferramenta de e, 2 alunos (14,3%) ficaram indiferentes.



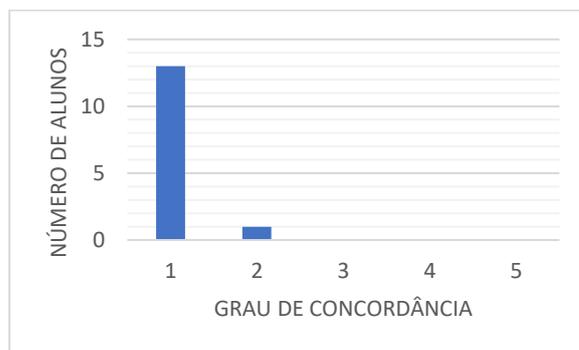
#### 8.1.6. A rotação da imagem, criou um diferencial significativo para a visualização do objeto

Neste item, 1 aluno (7,1%) ficou indiferente à afirmação, 2 alunos (14,3%) concordaram parcialmente e 11 (78,6%), concordaram totalmente com a frase.



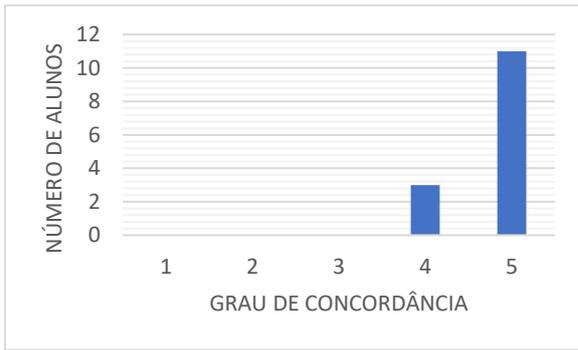
#### 8.1.7. Com o uso de RA a aula não ficou mais atrativa e motivadora

Neste item, todos os 14 alunos (100%) discordaram da afirmação negativa, ou seja, segundo eles, a novidade é atrativa e motivadora para os estudos.



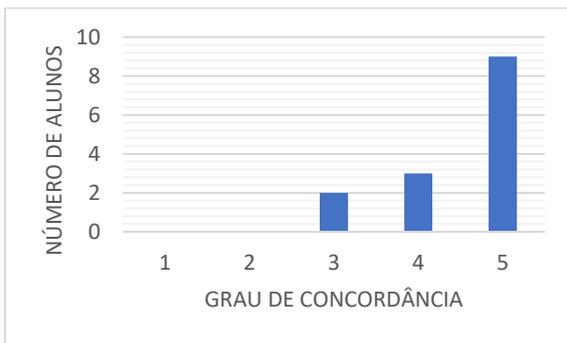
#### 8.1.8. A interação com as imagens geradas, também é um diferencial para o entendimento dos conceitos propostos pela disciplina

Neste item, todos os 14 alunos (100%) concordam com a afirmação, sendo que 11 deles (78,6%), concordam totalmente.



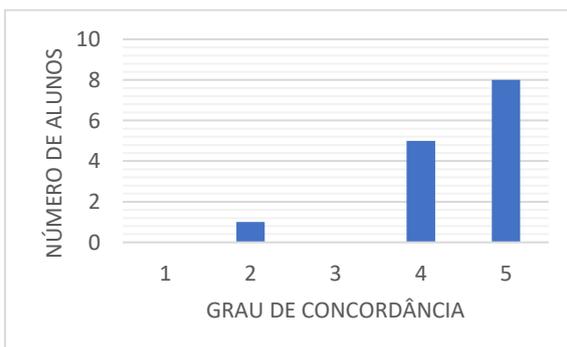
**8.1.9. Cada pessoa, tem o seu tempo e potencial para explorar as imagens no que julgar necessário, e com isso, potencializar os estudos**

Apenas 2 alunos (14,3%) ficaram indiferentes à afirmação, os outros 12 (85,7%), concordaram.

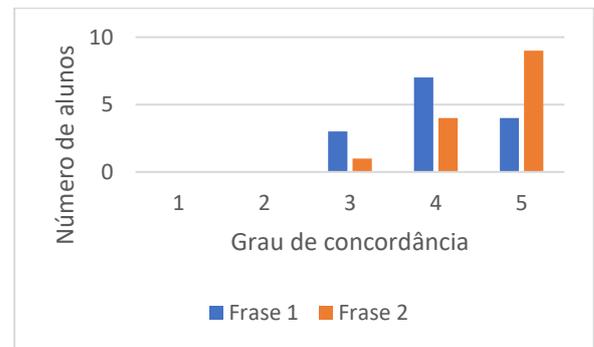


**8.1.10. Ao manipular as imagens, gerou diferencial no aprendizado em relação à somente observar o professor com as suas teorias e apontamentos sobre o assunto**

Apenas 1 aluno (7,1%) discordou parcialmente da frase e os demais 13 alunos (92,9%), concordaram com a afirmação.



Importante se analisar o cruzamento das afirmações 1 e 2, onde percebe-se que muitos alunos que relataram que entendiam a disciplina com a metodologia anterior, reconheceram que de fato a RA trouxe melhorias para o entendimento do conteúdo proposto.



**9 Conclusão**

A tecnologia sempre evoluiu visando a solução dos problemas comuns à sociedade, desta forma tornando-se mais simples e acessível a cada passo dessa evolução. Com a realidade aumentada não poderia ser diferente. Em seus primórdios, a tecnologia necessária era cara e os resultados não tão bons se comparados aos atuais. Porém, o constante investimento em pesquisa gerou formas de aprimorá-la até que esta alcançou o atual patamar.

Pensando nessa constante evolução da tecnologia na tentativa de aplicar-se da melhor forma possível ao dia-a-dia da humanidade, este projeto visa aplicá-la a uma área específica, no caso o ensino. Percebe-se que a constante evolução dos dispositivos móveis criou a possibilidade de usá-los de forma a beneficiar o aprendizado dos estudantes.

Refazer os experimentos de várias maneiras, criar novas visualizações, girar os objetos no espaço amostral, movimentar, rotacionar, transladar para mais perto ou para mais longe, tudo isso com o arbítrio do aluno, para que ele pudesse verificar o melhor ângulo e distância para suas visualizações e suas

investigações. Isso possibilitou uma melhoria relevante na percepção das imagens estudadas em química.

É difícil ter certeza acerca da mudança dos índices de aprovação e também de reprovação, em função da utilização ou não da estratégia proposta neste trabalho, mas o fato é que, ao iniciarmos os estudos, tinha-se a convicção de que esse modelo de didática traria bons resultados no cotidiano das aulas, que foi comprovado pelos depoimentos dos alunos.

Logo, conclui-se que o uso da realidade aumentada em dispositivos móveis na área do ensino é promissor e que dessa forma pode-se converter uma ferramenta conhecida por atrapalhar o aprendizado em algo benéfico a este, facilitando o entendimento de diversos conteúdos com o uso de imagens em três dimensões.

## 10 Trabalhos futuros

Verificar com os alunos e professores as sugestões e críticas para melhorar os procedimentos adotados na aula, no sentido de aumentar ainda mais o nível de satisfação, motivação e comodidade na utilização do aplicativo proposto.

Criar um site na internet com aplicativos e imagens de várias frentes da componente curricular química, para que com o arbítrio do aluno, ela possa gerenciar e baixar (download) as aplicações de seu interesse.

Implementar a metodologia com a tecnologia de RA desde o início no ano letivo, para que se possa comparar os resultados de aprendizagem quanto ao aproveitamento e aprovação dos alunos no final do ano em relação às metodologias atuais e convencionais adotadas pelo IFSP.

## Referências

[1] KATCHBORIAN, Pedro. Realidade aumentada: a origem, as aplicações e o

futuro da tecnologia. Available: <<https://www.freetheessence.com.br/inovacao/tecnologia/realidade-aumentada-origem-aplicacoes>>. 2017. Accessed on: April, 10, 2018.

- [2] BERGAMASCHI, Marcelo Pereira; MORAIS, Thamires Martins Augusto de. Estudo sobre a utilização de VUFORIA e Unity 3D com RA para dispositivos móveis. 2014. Available: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2014/031.pdf>>. Accessed on: April, 10, 2018.
- [3] Vuforia Developer Library in Getting Started website. Available: <<https://library.vuforia.com/getting-started.html>>. 2011-2018. Accessed on: April, 10, 2018.
- [4] MEGALI, Tin. Realidade Aumentada Estilo Pokémon GO com Vuforia. Available: <<https://code.tutsplus.com/pt/tutorials/introducing-augmented-reality-with-vuforia--cms-27160>>. 2016. Accessed on: April, 12, 2018.
- [5] The Next Web website. Available: <<https://thenextweb.com/gaming/2016/03/24/engine-dominating-gaming-industry-right-now>>. 2016. Accessed on: April, 12, 2018.
- [6] CREIGHTON, Ryan Henson. *Unity 3D Game Development by Example*. 1st Ed, Packt Publishing Ltd. Solihull, United Kingdom, 2010.
- [7] Unity Store website. Available: <<https://store.unity.com/>>. 2018. Accessed on: April, 12, 2018.
- [8] DIAS, Raphael. Game Engine: o que é, para que serve e como escolher a sua. Available: <<https://producaodejogos.com/game-engine/#/>>. 2018. Accessed on: April, 12, 2018.
- [9] Unity Technologies website. Available: <<https://unity.com/pt/solutions>>. 2018. Accessed on: May, 10, 2018.
- [10] Rivello Multimedia Consulting website. Available: <<http://www.rivellomultimediaconsultin>

- g.com/unity3d-augmented-reality/>. 2013. Accessed on: May, 10, 2018.
- [11] Realidade Aumentada website. Available: <<https://sites.google.com/site/realidadeaumentada01canoas/home/historia-da-realidade-aumentada>>. 2018. Accessed on: May, 10, 2018.
- [12] HAUTSCH, Oliver. Como funciona a realidade aumentada. Available: <<https://www.tecmundo.com.br/realidade-aumentada/2124-como-funciona-a-realidade-aumentada.htm>>. 2009. Accessed on: May, 19, 2018.
- [13] Uptime website. Available: <<http://www.uptime.com.br/blog/mercado-de-realidade-virtual-e-aumentada-conheca-os-numeros>>. 2007. Accessed on: June, 10, 2018.
- [14] Nop website. Available: <<https://noperation.wordpress.com/2014/11/09/realidade-aumentada-com-vuforia-em-unity3d-instalacao-e-exemplo-ola-mundo/>>. 2014. Accessed on: June, 10, 2018.
- [15] Vuforia engine website. Available: <<https://www.vuforia.com/features.html>>. 2018. Accessed on: June, 10, 2018.
- [16] Microsoft HoloLens – Watch the video. Available: <<https://www.microsoft.com/en-us/hololens>>. 2018. Accessed on: June, 12, 2018.
- [17] Oculus Rift. Available: <<https://www.oculus.com/rift/#oui-csl-rift-games=star-trek>>. 2018. Accessed on: June, 12, 2018.
- [18] Samsung Gear VR. Available: <<https://www.samsung.com/br/wearables/gear-vr/>>. 2017. Accessed on: June, 12, 2018.
- [19] Vuforia Developer Library. Available: <<https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark>>. 2018. Accessed on: June, 12, 2018.
- [20] LISBOA, Julio Cezar Foschini et al. Ser protagonista: química, 1º ano: ensino médio; organizadora Edições SM; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM; editora responsável Lia Monguilhott Bezerra. – 3. ed. – São Paulo: Edições SM, 2016. – (Coleção ser protagonista).