

# O USO DA REALIDADE VIRTUAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA REAÇÃO DE COMBUSTÃO

## *THE USE OF VIRTUAL REALITY IN THE COMBUSTION REACTION TEACHING PROCESS*

**Priscila Garcia Ribeiro Furtado**[priscila\_garcia@hotmail.com]

**Renata Cristina Nunes**[nunesrenatac@gmail.com]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – Campus Cabo Frio*

### RESUMO

A partir da notória revolução tecnológica que temos vivido e da inserção dessas tecnologias no cotidiano de grande parte da população, tem se tornado inevitável uma reflexão sobre como estas podem ser utilizadas no processo de ensino-aprendizagem no ambiente escolar. Uma das empresas que têm investido em tecnologias destinadas à educação é o Google. Tecnologias estas que vão desde plataformas que facilitam a comunicação do professor com alunos até aplicativos que colaboram com a aprendizagem do estudante dentro e fora da sala de aula. Dentre as tecnologias que têm se destacado estão os óculos de realidade virtual que proporcionam ao usuário a sensação de imersão no conteúdo que ele está visualizando, que foram desenvolvidos para serem utilizados em sala de aula. Este artigo tem o objetivo de analisar a utilização da realidade virtual através do *Google CardBoard* e do aplicativo *Google Expedições*. Os dados foram coletados durante as aulas sobre combustão utilizando as tecnologias em questão. Foram aplicados questionários contendo perguntas objetivas e dissertativas antes e após essas aulas. Participaram da atividade 18 alunos do 1º e 3º anos do Ensino Médio dos cursos técnicos integrados ao Médio de Hospedagem e Petróleo e Gás. Além disso, preencheram uma pesquisa a respeito do perfil de utilização do celular e internet. Os resultados mostraram que houve uma melhora significativa na compreensão do conteúdo após as aulas utilizando a realidade virtual; logo, a tecnologia empregada mostrou-se muito eficaz no processo de aprendizagem. O uso das tecnologias como ferramentas pedagógicas aproxima a escola do universo dos alunos nativos digitais, o que pode tornar o processo de ensino-aprendizagem mais atrativo e, no caso da Química, menos abstrato.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologias educacionais; Ensino de Química; *Google Cardboard*; *Google Expedições*.

### ABSTRACT

*From the notorious technological revolution that we have been experiencing and the insertion of these technologies in the daily life of a large part of the population, a reflection on how they can be used in the teaching-learning process in the school environment has become inevitable. One of the companies that have invested in technologies aimed at education is Google. These technologies range from platforms that facilitate teacher-student communication to apps that collaborate with student learning inside and outside the classroom. Among the technologies that have stood out are the virtual reality glasses, which provide the user with the feeling of immersion in the content he is viewing and were developed to be used in the classroom. . This article aims to analyze the use of virtual reality through Google CardBoard and Google Expeditions app. Data were collected during the combustion classes using the technologies*

mentioned before. Questionnaires containing objective and essay questions were applied before and after these classes. Eighteen students from the 1st and 3rd years of High School in the integrated technical courses in Hospitality and Oil and Gas participated in the activity. Besides, they completed a survey about their habits of using cell phones and the internet. The results showed that there was a significant improvement in the understanding of the content after classes using virtual reality; so, the technology used proved to be very effective in the learning process. The use of technologies as pedagogical tools brings the school closer to the universe of native digital students, which can make the teaching-learning process more attractive and, in the case of Chemistry, less abstract.

**KEYWORDS:** Educational technologies; chemistry teaching; Google Cardboard; Google Expeditions.

## INTRODUÇÃO

Diante da revolução tecnológica em que vivemos e da tamanha participação da tecnologia na vida de grande parte da população, tem se tornado inevitável a reflexão das funções pedagógicas e sociais da escola. O conhecimento não está mais somente restrito a esta instituição e seus atores: ele pode estar na palma da mão, com a utilização de um *smartphone*, por exemplo. O fluxo desse conhecimento deixou de ser somente do professor para o aluno, a bidirecionalidade tornou-se possível com a disponibilidade da informação (FARAUM JUNIOR; CIRINO, 2016). Conformata acrescenta Chassot,

Se antes o sentido era da Escola para a comunidade, hoje é o mundo exterior que invade a Escola. Assim, a Escola pode não ter mudado; entretanto, pode-se afirmar que ela foi mudada. Não há, evidentemente, a necessidade (nem a possibilidade) de fazermos uma reconversão. Todavia é permitido reivindicar para a Escola um papel mais atuante na disseminação do conhecimento (CHASSOT, 2007, p. 25).

A bidirecionalidade do fluxo de informações pode ser muito bem aproveitada no processo de ensino-aprendizagem. Uma das formas desse aproveitamento é a partir da prática da sala de aula invertida, também conhecida como *flipped classroom*. O seu conceito está baseado em fazer em casa o que era feito na escola e vice-versa, ou seja, o aluno assume a responsabilidade de estudar a parte teórica e o professor tem o papel de tirar todas as dúvidas dos alunos e de aplicar na prática os conceitos estudados previamente, tornando o ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo. Tem se tornado claro que o aluno não precisa ir à escola para ter acesso à informação, mas ele precisa da escola para transformar essa informação em conhecimento (SCHMITZ, 2016).

Marc Prensky (2001) disserta que o principal motivo para a queda na qualidade da educação nos Estados Unidos da América é que os alunos – da pré-escola à faculdade – mudaram, eles não são os mesmos de quando o sistema educacional foi implantado. Entretanto, a escola não mudou, ela continuou a mesma: analógica. Ele chama esses novos alunos de hoje de “Nativos Digitais”, pois nasceram num ambiente com um grande volume de interação com a tecnologia, em que equipamentos tecnológicos como computadores, telefones celulares e os recursos derivados desses equipamentos, tais como *e-mail*, Internet e mensagens instantâneas, fazem parte do seu cotidiano. Por outro lado, aqueles que não nasceram no mundo digital mas tiveram que se adaptar a esse mundo são denominados por Prensky de “Imigrantes Digitais”. Esse grupo recebe essa denominação uma vez que um imigrante pode viver décadas num país estrangeiro e estar adaptado a ele, mas continuará com o sotaque da sua pátria. O problema é que temos muitos professores Imigrantes Digitais ensinando alunos Nativos Digitais com linguagens ultrapassadas, cheias de “sotaques”. Todavia, esses novos estudantes não pensam e processam as informações como nas gerações anteriores.

Silva, Correia e Lima (2010) afirmam que a utilização das inúmeras tecnologias no cotidiano também tem alterado o processo de aprendizagem do ser humano devido às novas formas de raciocínio que tem surgido, bem como as novas maneiras de acesso ao saber. Tal fato torna necessária a transformação dos mecanismos que dinamizam o processo de ensino-aprendizagem (SILVA; CORREA; LIMA, 2010).

A partir do aumento da inserção da tecnologia no cotidiano da sociedade, em 1997, no Brasil, foi criado o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), que se destina a estudantes e professores da rede pública de ensino. Ele tem a finalidade de:

[...] promover o uso da tecnologia como ferramenta de enriquecimento pedagógico no ensino público fundamental e médio. A partir de 12 de dezembro de 2007, mediante a criação do Decreto nº 6.300, foi reestruturado e passou a ter o objetivo de promover o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas redes públicas de educação básica (BRASIL, 2007, p. 1).

De acordo com Moran (2017, p. 1), "as tecnologias digitais hoje são muitas, acessíveis, instantâneas e podem ser utilizadas para aprender em qualquer lugar, tempo e de múltiplas formas." Todavia, Moran (2001) ainda deixa claro que as tecnologias, de maneira geral, nos dão muitas informações, e não conhecimento. O conhecimento ocorre quando aprendemos a gerenciar as informações adquiridas e estas se tornam algo significativo para cada um. Por isso, vivemos numa sociedade na qual há muita informação e menos conhecimento. Esse processo que vai da informação até o conhecimento é chamado de aprendizagem.

Dentre tantas tecnologias, a internet foi uma das invenções mais revolucionárias, pois ela conseguiu aproximar pessoas, culturas e informações, ultrapassando inúmeras barreiras. Uma pesquisa feita em 2016 pelo IBGE, divulgada em 2017 pelo Suplemento de Tecnologias de Informação e Comunicação da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), constatou que 54% dos domicílios brasileiros têm acesso à internet (36,7 milhões de residências). O celular é o principal meio de acesso à internet: 93% dos usuários acessam dessa forma e 43% só utilizam a internet pelo celular (em 2014 eram 20%). Essa porcentagem é maior para os mais jovens (49%), de áreas rurais (69%) e os mais pobres (76%). Esse tem sido um dado crescente nas últimas pesquisas, tanto que o crescimento dos domicílios conectados digitalmente no Brasil em 2016 se deu basicamente devido à utilização de celulares.

No ano de 2016, também foram analisados dados sobre Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas escolas por meio da pesquisa TIC Educação 2016. Nela, pode-se observar que 97% das escolas brasileiras têm disponibilidade de internet e 92% possuem acesso sem fio. Entretanto, em apenas 10% das escolas o acesso é totalmente livre aos alunos e, em 21%, o uso é restrito ou com senha disponível aos alunos. Um dos fatores que causam a restrição da internet aos alunos é sua baixa velocidade: em 45% das escolas públicas, a velocidade não passa de 4 Mbps. Diante dessa necessidade, em 2017 o Governo Federal do Brasil lançou a Política Nacional de Inovação Educação Conectada, que tem como meta inicial levar internet de alta velocidade a 22,4 mil escolas públicas nas áreas urbanas e rurais, beneficiando cerca de 12 milhões de alunos (BRASIL, 2017, p. 5).

Para Faraum Junior e Cirino (2016), a internet nas escolas já é uma realidade, entretanto ela não é aproveitada da melhor maneira possível e nem é otimizada na comunidade escolar. O acesso à banda larga traz consigo a possibilidade de desenvolver novas aplicações de visualização e simulações dos fenômenos, e uma dessas possibilidades é a Realidade Virtual (RV). O conceito de Realidade Virtual é baseado na:

[...] construção computacional de ambientes gráficos tridimensionais. Por meio de hardware específico (luva e roupa de realidade virtual, capacete, etc.)

consegue-se em tempo real, a interação e manipulação com elementos desses cenários, numa completa sensação de imersão num mundo "alternativo" (TRINDADE; FIOLHAIS, 1996, p. 11).

Trindade e Fiolhais (1996) citam que a interatividade, a manipulação e a imersão em elementos de um ambiente virtual são os três pilares que distinguem a RV das demais simulações convencionais. Com esses pilares, num ambiente tridimensional, torna-se possível ao usuário visualizar o ambiente de qualquer ponto de vista, podendo-se locomover dentro dele e interagir com os objetos. O computador detecta os movimentos do usuário e reage promovendo alterações na aplicação. Isto é, as cenas vão mudando em tempo real de acordo com as ações realizadas (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

Com a evolução do computador, a tecnologia de Realidade Virtual também evoluiu: antes, para se ter um dispositivo de RV era necessário um computador, mas hoje em dia pode-se usar a evolução do PC, o *Smartphone*. A maioria das pessoas já possui um dispositivo pronto para RV nos próprios bolsos. Tal feito só é possível por meio da sua utilização em conjunto com óculos de Realidade Virtual, que, em geral, tem um valor aquisitivo alto. Essa limitação pode ser contornada com os óculos chamados "*Google Cardboard*" lançados em 2014 pelo Google. São óculos construídos com papelão, lentes biconvexas com a distância focal de 4,5 cm e imãs. O *smartphone* é acoplado a ele e é instalado um aplicativo *mobile* específico para que a Realidade Virtual aconteça. Através desses óculos é possível visualizar imagens reproduzidas em 3D, *games* que simulam um ambiente virtual que interagem com os movimentos capturados pelo acelerômetro e o giroscópio do próprio aparelho celular.

A multinacional de serviços *online* e *software* desenvolveu o *Google Cardboard* com a finalidade de tornar essa tecnologia acessível. Esses óculos podem ser produzidos por qualquer pessoa ou podem ser adquiridos por um valor bem abaixo (de 10 a 20 reais cada um) dos demais dispositivos que tem essa função (que podem custar até mais de 2000 reais, atualmente). A RV traz a possibilidade de experiências com o conhecimento de maneira interativa e imersiva.

Existem, hoje em dia, alguns aplicativos de realidade virtual destinados à educação. Entretanto, o que é mais utilizado nas salas de aula é o "Google Expedições", um aplicativo gratuito pensado para professores e alunos fazerem passeios virtuais (macroscópicos e microscópicos). Os alunos usam um *smartphone* com o aplicativo no *Google Cardboard* e esses aparelhos ficam emparelhados com o celular/*tablet* do professor, que controla a cena e o ambiente. O professor é chamado de "guia" no "Expedições" e o aluno de "explorador". No seu dispositivo, o professor pode ver o número de alunos que estão participando e para onde cada um está olhando. Além disso, o professor também pode pausar e bloquear a visão dos alunos a fim de chamar a atenção e direcioná-los para uma discussão ou outra atividade em sala. As carinhas na imagem do *tablet* estão representando para onde cada aluno está olhando, como pode ser observado na Figura 1 (BLACK, 2017).

Para Pinho (1996), cada um tem uma forma diferente de aprender: essas formas podem ser visuais, verbais, estimuladas por exploração ou dedução – e, para cada forma de aprendizagem, pode-se usar a RV de diversas maneiras. O autor também cita Dra. Verônica Pantelides, destacando algumas razões para o uso da Realidade Virtual na educação. São elas:

- Maior motivação dos usuários;
- O poder de ilustração da Realidade Virtual para alguns processos e objetos é muito maior do que outras mídias;
- Permite uma análise de muito perto;
- Permite uma análise de muito longe;
- Permite que pessoas deficientes realizem tarefas que de outra forma não são possíveis;
- Dá oportunidades para experiências;
- Permite que o aprendiz desenvolva o trabalho no seu próprio ritmo;

- Não restringe o prosseguimento de experiências ao período da aula regular;
- Permite que haja interação, e, desta forma, estimula a participação ativa do estudante (PANTELIDES *apud* PINHO, 1996, p. 2).

Dentro da Química, existem inúmeros conceitos científicos categorizados como altamente abstratos e/ou de difícil compreensão e que se distanciam dos sentidos humanos. Entre eles estão: reações químicas, moléculas, íons, moléculas em rotação, retículos cristalinos, dissoluções e processos dotados de grande complexidade como explosões atômicas, interações nucleares e átomos. Este trabalho irá ater-se às reações químicas, mais especificamente à combustão.



**Figura 1:** Demonstração do Google Expedições.

Fonte: Google

Analisando a natureza abstrata da Química e, mais precisamente, das reações de combustão, pode-se notar que ficam algumas lacunas da ideia conceitual de como ocorrem as reações de combustão a nível molecular. Estas lacunas podem e devem ser preenchidas por recursos audiovisuais que, em segundos, conseguem comunicar e esclarecer mais do que horas de verbalismo total.

A partir dos conceitos teóricos e dados descritos acima, este artigo irá analisar a utilização da realidade virtual em sala de aula a partir de duas aulas ministradas para o Ensino Médio. O conteúdo utilizado para fazer esta análise será combustão.

## METODOLOGIA

De acordo com a classificação utilizada por Gil (2002), essa pesquisa pode ser classificada como exploratória e descritiva em seus objetivos. Ela é exploratória ao realizar um estudo de caso das turmas e também aplicar questionários aos envolvidos. Sua classificação como descritiva deve-se ao objetivo de conhecer melhor os hábitos de utilização de internet e celular do público-alvo. Com relação aos procedimentos técnicos utilizados, ela pode ser classificada como estudo de caso e levantamento de dados.

Este trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal Fluminense – Campus Cabo Frio, com dois grupos distintos. Um com 12 alunos do primeiro ano do Ensino Médio Integrado de

Hospedagem e outro com seis alunos do terceiro ano do Ensino Médio Integrado de Petróleo e Gás, os quais terão suas identidades preservadas por meio de pseudônimos.

A coleta de informações ocorreu no próprio ambiente escolar e o conteúdo da atividade foi combustão. A atividade com o 1º ano ocorreu após o final do 4º Bimestre e a atividade com o 3º ano do Ensino Médio ocorreu no 1º Bimestre de 2018. Primeiramente, para conhecer como os estudantes explicam situações envolvendo transformações químicas, mais especificamente a combustão, utilizou-se a estratégia de uma aplicação de um exercício, no qual os estudantes responderam de forma escrita ao que foi problematizado, sendo algumas questões de múltipla escolha e outras dissertativas. Após a resolução de tais questões, foram utilizados dois tempos de aula de 50 minutos cada com a utilização do aplicativo "Google Expedições" e dos óculos de realidade virtual "Google Cardboard". As expedições em RV utilizadas durante a aula foram: *Exothermic Reaction* e *Hydrogen Burning*. Entretanto, na primeira expedição não foram utilizadas todas as cenas, apenas as relacionadas com a combustão, isto é: Reações de combustão, Gerador de calor, Fonte de energia e Explosões químicas. Além do recurso de realidade virtual, também foi utilizada uma apresentação de slides e um vídeo<sup>1</sup> para a melhor compreensão do conteúdo. O vídeo foi utilizado para exemplificar a combustão do hidrogênio e a coloração da sua chama na queima, discutindo a cinética da reação com um balão contendo apenas H<sub>2</sub> e outro contendo H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> na proporção de 2:1, respectivamente. Ele foi editado a fim de torná-lo mais compacto. É importante ressaltar que toda a aula foi idealizada pensando na relevância histórica, científica, tecnológica e social do conteúdo. Nela iniciou-se falando sobre um dos principais marcos para o desenvolvimento humano, a descoberta de como fazer e manipular o fogo e seguiu-se falando sobre o quão presente essa reação está no nosso cotidiano e no desenvolvimento tecnológico. Para a realização da aula, os alunos foram divididos em 4 grupos, devido à quantidade de óculos de realidade virtual disponível. Cada grupo ficou com um par de óculos e os alunos alternavam a sua utilização durante a aula. Os *smartphones* usados foram dos próprios alunos, o aplicativo foi baixado na própria escola e a rede *Wi-Fi* era da instituição de ensino. Ao final da aula, os alunos foram solicitados a resolver um exercício, idêntico ao aplicado antes da aula, a fim de saber se houve alguma evolução na compreensão desse conteúdo da parte dos alunos. Além disso, preencheram um questionário a respeito de seu perfil de uso de celular e internet.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização da aula com o aplicativo "Google Expedições" foi necessário que 4 alunos por turma baixassem em seus celulares tal *app*, que está disponível para as plataformas *iOS* e *Android*. Contudo, ocorreram problemas nas duas aulas relacionados ao acesso à internet. Na aula com o primeiro ano, a rede não estava acessível devido a algum problema técnico. Então, foi necessário que o técnico em TI da escola configurasse todos os celulares para que a internet funcionasse. Essa dificuldade fez com que a aula tivesse que começar mais tarde, e ainda assim, em alguns momentos, a rede voltou a cair. Na aula do 3º ano, a internet estava bastante lenta, então os alunos demoraram um tempo considerável baixando o aplicativo. Além da velocidade, a rede também estava instável, então foi necessário criar um ponto de acesso para que todos os *smartphones* ficassem conectados sem interrupções. Outro ponto que precisa ser destacado é que nesta aula ocorreram dificuldades de encontrar *smartphones* com giroscópio, um sensor que é indispensável para a realidade virtual. O giroscópio que consegue detectar o giro do aparelho no seu próprio eixo ou se ele está apontado para cima ou para baixo. Esse sensor não está presente em celulares mais antigos. Devido a esta dificuldade, nesta aula só foi possível a utilização de três óculos.

<sup>1</sup>O vídeo original está disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=qOTgeeTB\\_kA](https://www.youtube.com/watch?v=qOTgeeTB_kA). Acessado em 17/08/2020.

A falha e as dificuldades com os aparelhos tecnológicos geram receios nos professores. Este receio faz com que eles fiquem em suas zonas de conforto, em que podem controlar a sua prática. Sarti (2014) chega a dizer que, quanto ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), percebe-se que:

[...] pelas falas dos professores é que quando o uso dentro de sala de aula é feito, há necessidade de tomadas, técnicos especializados para resolver eventuais problemas de rede, conexão e configuração, montagem e desmontagem de equipamentos, entre outros que muitas vezes sobre passa a sabedoria de utilização do professor (SARTI, 2014, p. 63).

Essa afirmação de Sarti respalda as dificuldades encontradas neste trabalho, pois o técnico especializado foi extremamente importante para a realização da aula.

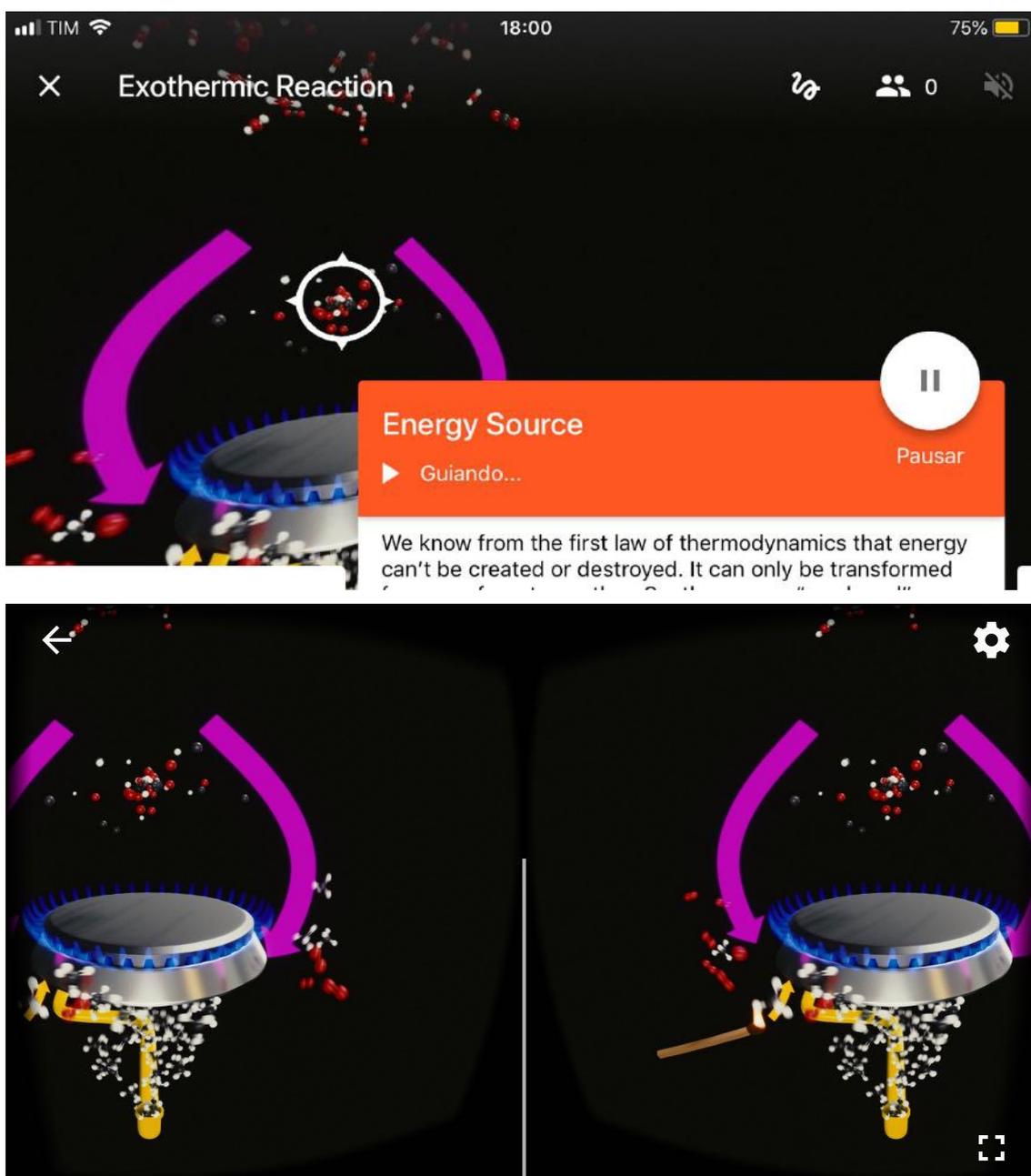
Para Oliveira (2015), o professor ainda ser apontado como o detentor de todo conhecimento é a principal dificuldade de inserir as TIC no processo de ensino. Na atualidade, o professor deve ter a função de interventor dessa nova forma de ensino, e, para isso, é necessário que ele busque atualização dentro da sua especialidade e dentro das tecnologias que possam auxiliá-lo em suas práticas pedagógicas.

Antes do desenvolvimento das atividades, os alunos responderam um questionário a respeito da utilização da internet e do celular. Também responderam a uma lista de exercícios, que foi aplicada ao final da aula, cujas respostas serão apresentadas posteriormente. Quando esse grupo de estudantes da pesquisa foi questionado sobre o hábito de estudar pelo celular, 78% deles afirmaram que estudam, entretanto apenas 55% o fazem de forma frequente. Tais dados corroboram com a fala de Faraum Junior e Cirino (2016), que dizem que a internet já é uma realidade nas escolas brasileiras, porém ela não é utilizada da melhor maneira possível, estando aquém das suas possibilidades para a comunidade escolar. Apenas dois alunos que participaram da pesquisa relataram que utilizam algum aplicativo específico para estudar: o *YouTube* e o Mestre da matemática. Quanto ao aplicativo de Realidade Virtual "Google Expedições", 44% disseram já conhecer o *app*.

A aula teve início com a apresentação de slides contendo temas como a importância do fogo para o desenvolvimento da humanidade, conceito de reação de combustão, o "triângulo do fogo" (comburente, combustível e calor), reações endotérmicas e exotérmicas, esquema de reação de combustão completa e incompleta, enfatizando-se os reagentes e produtos. Foi também exibido um vídeo para exemplificar a combustão do hidrogênio, utilizando o fenômeno gravado em câmera lenta durante a queima de balões contendo misturas estequiométricas de hidrogênio e oxigênio. Destacou-se a importância dessa reação para desenvolvimentos tecnológicos futuros. A utilização desses recursos de forma conjunta à RV é respaldada pelo de Minocha, Tudor e Tilling, que afirmam que

Tanto no ensino presencial quanto no ensino a distância, o uso mais efetivo da RV será quando ela for combinada com outras tecnologias, como vídeos, podcasts, wikis, blogs ou fóruns e aplicativos móveis. (MINOCHA; TUDOR; TILLING, 2017, p. 10)

As expedições em RV utilizadas durante a aula foram: *Exothermic Reaction* e *Hydrogen Burning*. Entretanto, na primeira expedição foram utilizadas apenas as cenas relacionadas com a combustão: Reações de combustão, Gerador de calor, Fonte de energia e Explosões químicas. Nas Figuras 2 e 3 pode-se observar alguns exemplos de telas que o professor e os alunos veem durante a aula. É importante ressaltar que é o professor que escolhe as cenas que vão aparecer, podendo escrever ou destacar algo específico, caso seja necessário.



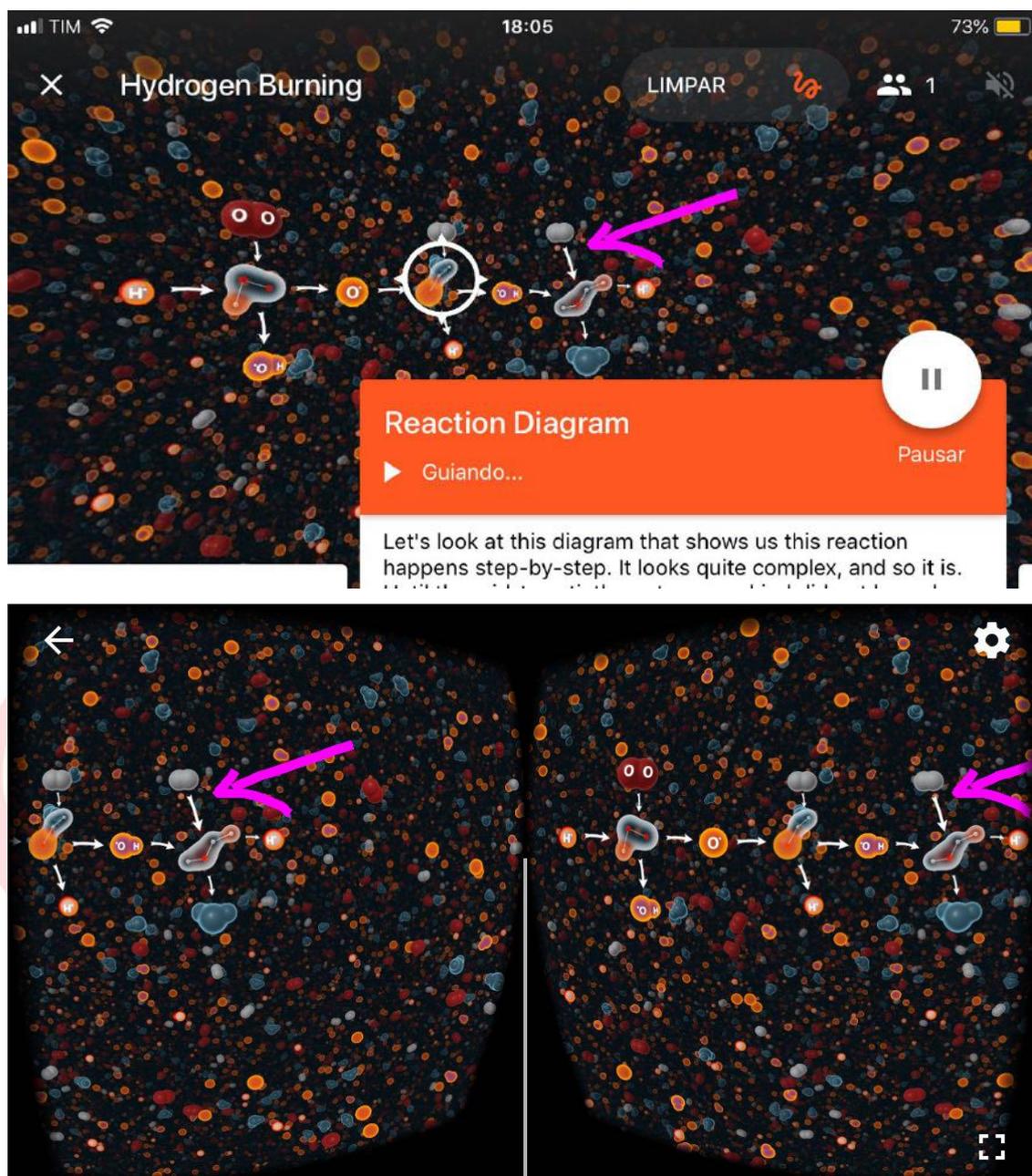
**Figura 2:** Telas do professor e do aluno da expedição ExothermicReaction.

Fonte: Google Expedições

Durante as duas aulas, foi possível observar que os alunos estavam empolgados em utilizar essa tecnologia para aprender, mostrando-se atentos durante todo o período e com excelente participação. Esse interesse ficou registrado nos comentários que fizeram ao avaliar a atividade e será apresentado posteriormente. Para os estudantes, não foi um problema o fato de terem que revezar a utilização dos óculos devido à quantidade: eles conseguiram ter todas as experiências planejadas sem que estas ocorressem de maneira corrida e sem qualidade.

Com relação às respostas dadas ao questionário, na pergunta 1, a respeito do que é combustão, houve melhora para aproximadamente 58% dos alunos do primeiro ano, sendo que apenas 16,6 % haviam acertado no primeiro questionário. Quanto aos alunos do 3º ano, 100% tiveram uma resposta correta no questionário final, aumento considerável com relação aos 33,3 % que acertaram o questionário inicialmente. O curso técnico Integrado de Petróleo

e Gás tem uma carga horária maior na área de Química do que a do curso de Hospedagem, o que pode explicar o fato deles, de um modo geral, terem se saído melhor nas respostas.



**Figura 3:** Telas do professor e do aluno da expedição Hydrogen Burning.

Fonte: Google Expedições

Para aqueles que não obtiveram uma melhor compreensão sobre o que é combustível, observou-se que o principal problema era o entendimento sobre assuntos que são base para o conteúdo estudado, como, por exemplo, o que é uma reação química. Segundo Meneses e Nuñez:

Uma das causas associadas aos erros dos estudantes na compreensão de uma reação química como sistema complexo está relacionada ao modo fragmentado e descontextualizado de se ensinar os conteúdos de Química, sem estabelecer uma relação entre os próprios conteúdos da formação do conceito como também entre outros conteúdos e saberes que não estão relacionados com as vivências do dia a dia dos alunos, promovendo, assim, o ensino de uma ciência pouco significativa e, na maioria das vezes, difícil de

ser realmente compreendida e aplicada pelos alunos. [...] Há uma fragmentação acentuada dos conteúdos que, por sua vez, não estão relacionados entre si, nem estão dispostos em uma ordem crescente de complexibilidade (MENESES; NUÑEZ, 2018, p. 176).

Na questão 2, de múltipla escolha, eles precisavam indicar a alternativa que continha os três fatores essenciais para a ocorrência da reação de combustão. Na aplicação antes da aula, apenas um aluno (8,3%) acertou a questão. Os demais (91,7%) ficaram divididos entre a alternativa que continha "oxigênio, combustível e água" e a alternativa "comburente, oxigênio e fonte de ignição". Após a aula, observou-se que apenas um estudante (8,3%) do primeiro ano não respondeu corretamente. Essas primeiras respostas evidenciam a falta de conhecimento dos alunos quanto à reação de combustão e ao conceito de comburente. Essas constatações não são por acaso, pois esse assunto é pouquíssimo explorado tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. Neste segundo, a abordagem usualmente é feita de maneira pouco profunda apenas em dois momentos: na introdução do conceito de transformação química e para exemplificar transformações de caráter exotérmico. Percebe-se essa superficialidade também nos livros didáticos mais utilizados no Ensino Médio (PIAI, 2007).

A questão número 3, que disserta sobre a produção de metano em aterros sanitários e locais de armazenamento de adubo orgânico, foi retirada integralmente do artigo "Como estudantes compreendem uma reação química? Concepções sobre um processo de combustão" de Silva e Pino (2014). Na letra "A", questionou-se se a queima do metano é uma transformação química. No questionário final, todos os alunos do primeiro e do terceiro ano identificaram que a combustão é uma transformação química, todavia a explicação do porquê foi diversificada. Houve uma melhora na qualidade em 33,3% das respostas dos alunos do 1º ano e em 50% dos alunos do 3º ano. Alguns relacionaram a reação química à existência de uma nova substância formada. Houve também estudantes que associaram a transformação química aos produtos que podem ser vistos e sentidos, como a luz emitida e o calor. Segundo Farias (2012),

Tais evidências não são suficientes para garantir que haja a reação química. Para ter a certeza de que ocorreu uma reação química, é necessária a formação de novas substâncias. Assim, quando uma transformação química ocorre, novas substâncias serão formadas e estas não estavam presentes no início do processo (FARIAS, 2012, p. 17).

Já a questão da letra "B" interrogou os alunos sobre como a queima do metano produz dióxido de carbono- Cinco estudantes do 1º ano (41%) conseguiram compreender que o oxigênio é um dos reagentes da reação de combustão e, por isso, é produzido o dióxido de carbono. Inicialmente, nenhum deles havia respondido corretamente. No caso dos alunos do 3º ano, houve uma melhora em 50% das respostas. Alguns utilizaram a equação química da reação de combustão do metano para responder à pergunta, enquanto outros explicaram com as próprias palavras, como:

Paulo – "Ele tem o O<sub>2</sub> como reagente (proveniente do meio), estando lá no CO<sub>2</sub> (produto) após a reação."

Mário – "Para que aconteça a queima o metano irá reagir com o oxigênio presente no meio e irá gerar o CO<sub>2</sub>."

Na letra "C", em que os estudantes foram questionados sobre o que ocorre com os hidrogênios que estavam presentes no metano e não estavam no dióxido de carbono após a queima, apenas dois alunos do primeiro ano conseguiram chegar próximo do destino dos hidrogênios. Entretanto, suas respostas ainda foram muito vagas, pois ninguém explicitou que o hidrogênio, juntamente com o oxigênio, forma um dos produtos da combustão: a água (H<sub>2</sub>O). Dois alunos escreveram que os átomos de hidrogênio evaporam, um respondeu que

eles ficam sozinhos. Tal conceito estruturado por esses alunos corrobora com o que foi descrito por Silva e Pitombo (2006, p. 23), "Alguns alunos não usam, em suas explicações, interpretações químicas, entretanto acreditam que os materiais combustíveis, quando queimados, são destruídos ou reduzidos a cinzas ou simplesmente evaporam". Quanto aos alunos do terceiro ano, 50% já haviam respondido corretamente à pergunta no questionário aplicado no início da aula. Após a aula, houve melhora na resposta de apenas um aluno.

Para finalizar a questão 3, na letra "D" foi pedido aos alunos que explicassem como de 1g de metano pode-se produzir 3,03g de dióxido de carbono. Apenas dois estudantes do 1º ano observaram que o aumento de massa era proveniente do oxigênio, desconsiderando os demais elementos envolvidos na reação. Essa explicação correta ocorreu após a aula. A partir da ausência de respostas de grande parte da turma referente a esta questão, é possível observar a dificuldade da maioria dos alunos com relação a Lei da Conservação das Massas e sobre o que são os reagentes e os produtos. É notório que a falta de compreensão sobre esses conteúdos básicos na Química impediu o melhor entendimento sobre a reação de combustão. Tal fato reforça a ideia de que o ensino clássico não tem dado conta da compreensão de conteúdos que necessitam utilizar a abstração.

Esta dificuldade quanto à compreensão da Lei da Conservação das Massas em alunos do Ensino Médio também é relatada por alguns pesquisadores. Uma dessas pesquisas feita com 713 estudantes menciona que a maioria deles diz compreender bem tal conceito e o define corretamente; entretanto, ao resolver problemas, nota-se que para a maioria torna-se possível o aparecimento e desaparecimento de massa (TORRE; SÁNCHEZ-JIMÉNEZ, 1992). Para Mortimer e Miranda,

A dificuldade em perceber que as mudanças observadas nas transformações químicas são consequência de rearranjos dos átomos leva estudantes a não usarem adequadamente o raciocínio de conservação de massa, muitas vezes já empregado com facilidade em relação a outros fenômenos, como mudanças de estado e dissoluções (MORTIMER; MIRANDA, 1995, p.24).

Metade dos alunos do 3º ano respondeu que a massa a mais do produto era originária do oxigênio já no questionário inicial. Não foi observada melhora nas respostas dos demais após o desenvolvimento da atividade.

Na questão 4, em que se pediu que os alunos assinalassem exemplos de reações de combustão (as opções eram vela acesa, lâmpada acesa, fritura de um ovo, boca de fogão acesa, explosão de TNT, motor de carro a álcool, explosão celular e cozimento de alimentos), foi possível perceber que houve uma melhora significativa entre o primeiro e o segundo questionário. Apenas na resposta de um aluno de cada turma não houve melhora quando as respostas foram comparadas. As maiores confusões eram em relação ao cozimento dos alimentos: alguns acharam que essa é uma reação de combustão e à respiração celular, que alguns alunos não sabiam que ocorria através da combustão.

Ao final da atividade, foi perguntado aos estudantes como foi a experiência de aprendizado com o aplicativo de realidade virtual, e todos disseram ter gostado bastante da experiência. A seguir, algumas respostas que exemplificam essa afirmação:

José – "Ajudou muito no entendimento da matéria, pois tive a possibilidade de ver como funciona as reações."

Ana – "Através do aplicativo foi possível ver as reações ocorrendo, dando uma visão prática da teoria."

Henrique – "Muito intuitivo e interessante. Poderia ser aplicado mais vezes."

Luiza – "A experiência foi maravilhosa, deu uma facilitada pois parecia ser tudo mais real e interativo. Gostei muito."

Esses relatos vão ao encontro dos que foram feitos pelos alunos na pesquisa de Alves (2017) com estudantes de 1º e 2º ano do Ensino Médio para trabalhar o uso de recursos

naturais e sustentabilidade. A disciplina e o conteúdo eram diferentes, mas a percepção dos alunos e suas declarações quanto ao uso da realidade virtual em sala de aula como ferramenta para o professor foram muito semelhantes, isto é, eram consideravelmente positivas.

A notória motivação e participação dos alunos durante a aula foi testificada nas respostas fornecidas e essa motivação diante de uma TIC foi constatada na literatura também. Oliveira *et al*/observaram que

As mais avançadas tecnologias poderão ser utilizadas para elaborar, experimentar e avaliar produtos educacionais, cujo foco principal é adiantar um novo paradigma na Educação, adaptado à sociedade de informação para redimensionar os valores humanos, aprofundar as habilidades de pensamento e tornar as atividades entre mestre e alunos mais participativas e motivantes (OLIVEIRA *et al*, 2015, p.83).

Quando um aluno está motivado, ele se envolve nas atividades e tarefas sem esperar por algo em troca, pois as compreende como agradáveis e isso gera satisfação - que, por sua vez, funciona como recompensa interna. Além disso, a motivação aumenta a autonomia, o espírito reflexivo e crítico e ainda atenua a dificuldades de atenção e melhora o comportamento (CAMACHO, 2017).

Embora a motivação durante a aula com a realidade virtual tenha sido evidente, ela não foi observada nos momentos de responder aos questionários. Isso porque os alunos do 1º ano do Ensino Médio foram informados que não perderiam pontos pelas respostas, era necessário apenas responder. Tal procedimento pode ter feito com que eles não tenham se empenhado o suficiente em suas respostas. Com isso, sugere-se que em outra aplicação seja destacada para os alunos a importância de responderem com precisão ao questionário, a fim de que possa aumentar a chance dos estudantes se empenharem mais. Vale lembrar que os alunos do 3º ano participaram de forma espontânea, sem que houvesse avaliação envolvida.

Ainda de acordo com a visão dos alunos sobre a aula com a utilização da realidade virtual, observam-se expressões como "mais real e interativo", "possibilidade de ver como funciona as reações", "visão prática da teoria" e "muito intuitivo". Essas expressões se dão, principalmente, pelo fato da Química ser uma ciência demasiadamente abstrata, pois além da intensa presença das abstrações, há também as abstrações sobre as abstrações (POZO; CRESPO, 2009). De acordo com Pauletti e Catelli,

Os alunos são desafiados a compreender e analisar as propriedades e transformações da matéria, mas para isso, eles precisam manipular com desenvoltura um número grande de leis e conceitos, novos (para eles) e fortemente abstratos, eles precisam estabelecer conexões entre esses conceitos e certos fenômenos e, como se fosse pouco, deparam-se com a necessidade de utilizar uma linguagem altamente simbólica e formalizada junto com modelos de representações analógicas que ajudam a representar aquilo que não é observável (PAULETTI; CATELLI, 2013, p.388).

Pauletti e Catelli (2013) seguem dizendo que é evidente que a utilização das tecnologias pode favorecer o ensino e aprendizagem da Química, pois, dentre outras funções, elas são fontes de interação, possibilitam a modelização e podem potencializar os processos de comunicação. Os autores também citam que os programas computacionais de alta performance conseguem representar o mundo submicroscópico inacessível à percepção humana por meio de imagens refinadas e sofisticadas dos fenômenos químicos. O uso dessas tecnologias surge como uma alternativa de aprendizagem para atender às necessidades dos nativos digitais.

## CONCLUSÃO

A discussão do uso das novas tecnologias na sala de aula é imprescindível, principalmente quando se trata de alunos que são nativos digitais. As tecnologias fazem parte da vida da maioria dos estudantes e sua utilização como recurso educacional pode ajudá-los imensamente a compreender os conceitos abstratos da Química. A realidade virtual veio para trazer uma clareza ainda maior devido às suas características de interação em tempo real em ambientes tridimensionais. Essas características aliadas ao relativo baixo investimento no *Google Cardboard* e ao massivo uso de *smartphones* pelos estudantes tornam a utilização de tal tecnologia em sala de aula possível.

Assim como as tecnologias, o tema escolhido para a aula também está muito presente no cotidiano dos alunos. A reação de combustão é utilizada nas mais diversas áreas na nossa sociedade, desde as mais comuns, como no carro e no fogão, até em áreas mais complexas, como no lançamento de foguetes e na geração de energia elétrica. Entretanto, conforme observado neste trabalho, não é bem percebida e compreendida pelos estudantes.

A utilização da realidade virtual através do *Google CardBoard* e do aplicativo Google Expedições em uma aula sobre reação de combustão possibilitou uma melhora significativa na compreensão do conteúdo, mesmo diante da dificuldade de alguns alunos quanto ao próprio conceito de combustão. Tal conceito geralmente é abordado de maneira superficial, fragmentada e descontextualizada durante o Ensino Médio. Observou-se uma melhor compreensão sobre as reações químicas e os conteúdos que elas envolvem, como a identificação de produtos e reagentes e a Lei da Conservação das Massas, pois estas foram explicadas por meio da realidade virtual e contextualizadas com a combustão. A empolgação dos alunos foi evidente durante as aulas e testificada nos questionários respondidos. Tal fato auxilia no aprendizado do aluno, pois aumenta sua satisfação em aprender. Em suma, a utilização desta tecnologia foi proveitosa para as duas turmas nas quais a aula foi aplicada.

Para finalizar, a partir dos conteúdos desenvolvidos para este trabalho, é possível notar o quão relevante é seguir pesquisando a utilização da realidade virtual na educação, principalmente na Química, a fim de facilitar o aprendizado de conteúdos abstratos e/ou de difícil compreensão. O próprio aplicativo utilizado neste trabalho possui outros temas que podem ser estudados mais profundamente. Além disso, o *app* vem sofrendo alterações e complementos que tendem a trazer melhorias e novas possibilidades de aplicação.

## REFERÊNCIAS

ALVES, F. C. M. **Uma proposta para utilização dos óculos de realidade virtual no processo de ensino-aprendizagem.** 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/181875>. Acesso em: 12 ago. 2018.

BLACK, E. R. **Learning then and there: An exploration of virtual reality in K-12 History education.** 64 f. Tese (Doutorado), The University of Texas at Austin, 2017. Disponível em: <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/63616>. Acesso em: 13 ago. 2018.

BRASIL. Casa Civil. **Decreto nº 6.300, de 12 de dezembro de 2007.** Dispõe sobre o Programa Nacional de Tecnologia Educacional – ProInfo. Brasília, DF: 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6300.htm). Acesso em: 15 set. 2018.

CAMACHO, C. M. L. P. **Recursos Tecnológicos e Motivação para a Aprendizagem.** 122 f. Dissertação (Mestrado em Docência e Gestão da Educação) – Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Fernando Pessoa, 2017. Disponível em:

[https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6042/3/DM\\_Carmen\\_Camacho.pdf](https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6042/3/DM_Carmen_Camacho.pdf). Acesso em 12 set. 2018.

CHASSOT, A. **Ensino ConSciência**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2007.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET. **Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras**. Comitê Gestor da Internet no Brasil, São Paulo, 2017. Disponível em: <[https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC\\_EDU\\_2016\\_LivroEletronico.pdf](https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_EDU_2016_LivroEletronico.pdf)>Acessado em: 20 jan. 2018

FARAUM JUNIOR, D.; CIRINO, M. M. A utilização de tecnologias no ensino de química: um olhar para a formação inicial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1992-1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.

FARIAS, R. R. **Uma análise das reações químicas homogêneas e elementares via método de monte carlo**. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2012. Disponível em: <http://www2.uesb.br/matematicajq/images/Monografia%20-%20Ravir%20Rodrigues%20Farias.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2018.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas? In: \_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002. p. 41-58.

GOOGLE. **Google Cardboard**. Disponível em: <https://vr.google.com/cardboard>. Acesso em: 08 jan. 2018

IBGE. **PNAD Contínua TIC 2017**: internet chega a três em quatro domicílios do país. Agência de notícias IBGE, 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23445-pnad-continua-tic-2017-internet-chega-a-tres-em-cada-quatro-domicilios-do-pais>. Acesso em: 15 set. 2018

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R.. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 9, 2007. Petrópolis. **Anais [...]**. Petrópolis: LNCC, 2007. Disponível em: [http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2007\\_svrps.pdf](http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2007_svrps.pdf). Acesso em: 12 ago. 2018.

MENESES, F. M. G.; NUÑEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 1, p. 175-190, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v24n1/1516-7313-ciedu-24-01-0175.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2018.

MINOCHA, S.; TUDOR, A. D.; TILLING, S. (2017, July). Affordances of mobile virtual reality and their role in learning and teaching. In THE 31ST BRITISH HUMAN COMPUTER INTERACTION CONFERENCE, 2017, University of Sunderland's St. Peter's Campus, UK.

MORAN, J. **Novos desafios na educação**: a Internet na educação presencial e virtual. Pelotas, 2001, p. 19-44. Disponível em: [http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias\\_eduacao/novos.pdf](http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacao/novos.pdf). Acesso em: 20 jan. 2018

\_\_\_\_\_. **Tecnologias digitais para uma aprendizagem ativa e inovadora**. 2017. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2017/11/tecnologias\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2017/11/tecnologias_moran.pdf). Acesso em: 20 jan. 2018.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C.. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 23-26, novembro, 1995. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc02/aluno.pdf>. Acesso em: 08 set. 2018.

OLIVEIRA, C. *et al.* Tic's na educação: A utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**, v. 7, n. 1, 2015. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/view/11019/8864>. Acesso em: 20 ago. 2018.

PANTELIDES, V. Reasons to use Virtual Reality in Education, **VR in the Schools**, v. 1, n. 1, junho, 1995. Disponível em: <http://vr.coe.edu.edu/vrits/1-1pante.htm>. Acesso em: 20 fev. 2018.

PAULETTI, F.; CATELLI, F. Tecnologias Digitais: possibilidades renovadas de representação da química abstrata/Digital technologies: Opportunities for renewed representation of chemical abstract. **Acta Scientiae**, v. 15, n. 2, p. 383-396, 2013. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/329>. Acesso em: 22 set. 2018.

PIAI, D. **Hipóteses sobre a combustão entre alunos do ensino médio**: a epistemologia de Gaston Bachelard. 135 f. Dissertação (mestrado - Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática), Universidade Estadual de Maringá, 2007. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp038217.pdf>. Acesso em: 22 set. 2018.

PINHO, M. S. Realidade Virtual como ferramenta de Informática na Educação. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7, Belo Horizonte, 1996. **Anais [...]** Belo Horizonte, 1996. Disponível em: <http://grv.inf.pucrs.br/tutorials/realidade-virtual-como-ferramenta-informatica-na-computacao/>. Acesso em: 08 fev. 2018.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRENSKY, M.. Nativos digitais, imigrantes digitais. **Horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001. Disponível em: [http://www.colegiongeracao.com.br/novageracao/2\\_intencoes/nativos.pdf](http://www.colegiongeracao.com.br/novageracao/2_intencoes/nativos.pdf). Acesso em: 08 fev. 2018.

SARTI, L. R. **Uso de TIC por professores em aulas do ensino médio e suas percepções sobre o ensino e a aprendizagem dos alunos em física, química, biologia e matemática**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual de Campinas, 2014. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/253948/1/Sarti\\_LuisRicardo\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/253948/1/Sarti_LuisRicardo_M.pdf). Acesso em: 22 ago. 2018.

SCHMITZ, E. X. S. S. **Sala de aula invertida**: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem. 185 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Educacionais em Rede) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016. Disponível em: [http://coral.ufsm.br/ppgter/images/Elieser\\_Xisto\\_da\\_Silva\\_Schmitz\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Mestrado.pdf](http://coral.ufsm.br/ppgter/images/Elieser_Xisto_da_Silva_Schmitz_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf). Acesso em: 20 set. 2018.

SILVA, A. K. A.; CORREIA, A. E. G. C.; LIMA, I. F. O conhecimento e as tecnologias na sociedade da informação. **Revista Interamericana de Bibliotecologia**, v. 33, n. 1, p. 213-239. Jan.-Jun. 2010. Disponível em: <http://smeduquedecaxias.rj.gov.br/nead/Biblioteca/Forma%C3%A7%C3%A3o%20Continuada/Tecnologia/O%20conhecimento%20e%20as%20tecnologias%20na%20sociedade%20da%20informa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 23 set. 2018.

SILVA, D. R.; PINO, J. C. I. Como estudantes compreendem uma reação química? Concepções sobre um processo de combustão. **Ciências & Cognição**, v. 19, n. 3, p. 352-367, 2014. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/935>. Acesso em: 20 jan. 2018.

SILVA, M. A. E.; PITOMBO, L. R. M.. Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir das representações sociais. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 23-26, maio, 2006. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc23/a06.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

TORRE, A.; SÁNCHEZ-JIMÉNEZ, J. M. La masano se creani se destruye. ¿Estais seguros? **Enseñanza de lãs Ciências**, v.10, n.2, p. 165-171. 1992. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/39817/93184>. Acesso em: 10 mai. 2018.

TRINDADE, J.;FIOLHAIS, C. A realidade virtual no ensino e aprendizagem da física e da química. **Gazeta de Física**, v. 19, p. 11-15, 1996. Disponível em: <https://eg.uc.pt/handle/10316/40791>. Acesso em: 22 ago. 2018.



Revista  
Ciências & Ideias