

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Géssica do Nascimento

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA QUÍMICA SUBMICROSCÓPICA:  
ALGUNS ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS PARA O PLANEJAMENTO DE  
ATIVIDADES NA EDUCAÇÃO BÁSICA.**

Porto Alegre

2021

Géssica do Nascimento

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA QUÍMICA SUBMICROSCÓPICA:  
ALGUNS ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS PARA O PLANEJAMENTO DE  
ATIVIDADES NA EDUCAÇÃO BÁSICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de mestra em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. José Cláudio Fonseca Moreira. Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Michelle Camara Pizzato.

Porto Alegre

2021

### CIP - Catalogação na Publicação

do Nascimento, Gêssica  
REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA QUÍMICA  
SUBMICROSCÓPICA: ALGUNS ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS  
PARA O PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES NA EDUCAÇÃO BÁSICA.  
/ Gêssica do Nascimento. -- 2021.  
79 f.

Orientador: José Cláudio Fonseca Moreira.

Coorientador: Michelle Camara Pizzato.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da  
Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em  
Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre,  
BR-RS, 2021.

1. Realidade Aumentada. 2.  
Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação. 3.  
Educação Química. 4. Conhecimentos dos Professores. I.  
Fonseca Moreira, José Cláudio, orient. II. Camara  
Pizzato, Michelle, coorient. III. Título.

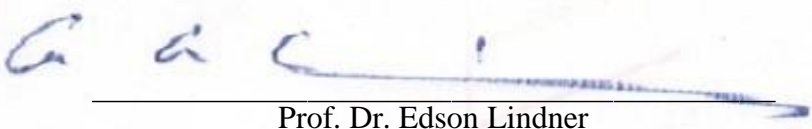
Géssica do Nascimento

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA QUÍMICA SUBMICROSCÓPICA:  
ALGUNS ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS PARA O PLANEJAMENTO DE  
ATIVIDADES NA EDUCAÇÃO BÁSICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências:  
Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de mestre  
em Educação em Ciências.

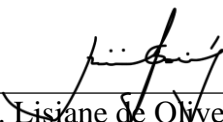
Aprovado em: 27 de Maio de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**



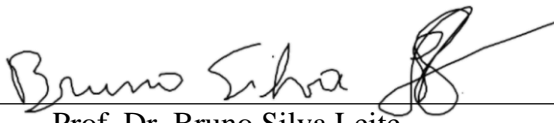
---

Prof. Dr. Edson Lindner  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul



---

Profa. Dra. Lisiane de Oliveira Porciúncula  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul



---

Prof. Dr. Bruno Silva Leite  
Universidade Federal Rural de Pernambuco



---

Prof. Dr. José Cláudio Fonseca Moreira (orientador)  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul



---

Profa. Dra. Michelle Camara Pizzato (coorientadora)  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas as pessoas que me estimularam a estudar e a buscar realizar meus sonhos.

À minha mãe Izabel Cristina do Nascimento, por todo apoio, paciência e fé em mim.

Agradeço também à minha coorientadora Professora Dra. Michelle Camara Pizzato, pela infinita paciência com as minhas limitações e pela escuta nos momentos difíceis. Espero ter um dia, como profissional e pessoa, tua competência e honradez; agradeço-te pela amizade e por tudo que me ensinou.

Ao meu orientador Professor José Cláudio, pela paciência e disposição em me auxiliar. Devo muito ao professor, pois soube respeitar e entender os momentos em que não consegui dar o meu melhor.

Por fim, agradeço ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências – Química da Vida e Saúde, aos funcionários da secretaria, principalmente ao Leonardo da Luz Penz, bem como à Representação Discente, pois sempre estiveram presentes e dispostos a auxiliar.

À minha mãe, Izabel.

À minha família e a todos os professores e professoras que participaram da minha formação acadêmica e que me ensinaram a ver o mundo de outra forma.

## RESUMO

Esta dissertação teve como objetivos conhecer os trabalhos desenvolvidos que se utilizam da Realidade Aumentada (RA) para o ensino da Química submicroscópica e as percepções de professores de Química do ensino médio de escolas públicas e privadas sobre o uso das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC), em especial a RA, em sala de aula. Por meio de levantamento de artigos científicos nas bases de dados do Educational Resources Information Center (ERIC) e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), para os quais não foi delimitado período de pesquisa, buscamos por trabalhos que proporcionassem experiências em RA no ensino de Química. Os trabalhos foram analisados segundo categorias tais como: ano de publicação, público-alvo, conteúdos de Química, sistema operacional utilizado, entre outras. Os resultados obtidos constituíram o primeiro artigo que compõe esta dissertação. Para conhecer qual a relação que os docentes de Química têm com as TDIC e a RA, realizou-se uma pesquisa com um grupo de professores do ensino médio de escolas públicas e privadas da região metropolitana de Porto Alegre no Rio Grande do Sul por meio de entrevistas que possibilitaram conhecer seus percursos formativos; se as TDIC estão presentes no planejamento de suas aulas e se conheciam a RA aplicada para o Ensino da Química. A análise das entrevistas se deu por Análise de Conteúdo e os dados obtidos deram origem ao segundo artigo que compõe este trabalho. As principais repostas obtidas para atender aos objetivos dessa dissertação estão associadas à relação entre o desenvolvimento de *softwares* e aplicativos de RA e o crescente avanço e a popularização das tecnologias móveis (*smartphones e tablets*). Com a rápida evolução das tecnologias, os *softwares* para desenvolvimento de programas que proporcionam experiências em RA tendem a se tornar cada vez mais acessíveis, proporcionando o aumento da disponibilidade desses recursos prontos na forma de aplicativos, os quais poderão ser acessados pelos usuários sem a necessidade de criar algo novo. Outro ponto importante é o desenvolvimento de recursos com RA para atender a demandas do Ensino de Química relacionadas às dificuldades de entender o universo invisível da química submicroscópica. No que diz respeito ao uso dessas tecnologias pelo grupo de professores entrevistados e principalmente sua relação com a RA, fica evidente que tecnologias atuais quando presentes na ação docente são de uso genérico, ou seja, não são recursos específicos para a compreensão da química e suas nuances mais complexas. Isso sugere a necessidade de formações, sejam iniciais ou continuadas, que proporcionem uma atualização em TDIC específicas para o Ensino de Química.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada; Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação; Educação Química; Conhecimentos dos Professores.

## ABSTRACT

This dissertation had as objectives to know the works developed that use Augmented Reality (AR) for the teaching of submicroscopic chemistry and the perceptions of high school chemistry teachers from public and private schools on the use of Digital Information and Communication Technologies (TDIC), especially RA, in the classroom. Through a survey of scientific articles in the databases of the Educational Resources Information Center (ERIC) and in the Portal of Journals of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), for which there was no delimited research period, we seek works that provide AR experiences in chemistry teaching. The works were analyzed according to categories such as: year of publication, target audience, chemistry content, operating system used, among others. The results obtained constituted the first article that composes this dissertation. To find out what the relationship that Chemistry teachers have with TDIC and AR, a survey was conducted with a group of high school teachers from public and private schools in the metropolitan region of Porto Alegre in Rio Grande do Sul through interviews that made it possible to know their training paths; if TDIC are present in the planning of their classes and if they knew the applied AR for the Teaching of Chemistry. The analysis of the interviews took place through Content Analysis and the data obtained gave rise to the second article that composes this work. The main answers obtained to meet the objectives of this dissertation are associated with the relationship between the development of AR software and applications and the growing advance and popularization of mobile technologies (smartphones and tablets). With the rapid evolution of technologies, software for developing programs that provide AR experiences tends to become increasingly accessible, providing an increase in the availability of these ready-made resources in the form of applications, which can be accessed by users without the need for create something new. Another important point is the development of resources with AR to meet the demands of Chemistry Teaching related to the difficulties of understanding the invisible universe of submicroscopic chemistry. With regard to the use of these technologies by the group of teachers interviewed and, mainly, their relationship with AR, it is evident that current technologies when present in the teaching action are of generic use, that is, they are not specific resources for understanding chemistry its most complex nuances. This suggests the need for training, either initial or continued, that provide an update in specific TDIC for Chemistry Teaching.

**Keywords:** Augmented Reality; Digital Information and Communication Technologies; Chemical Education; Teachers' knowledge.



## **LISTA DE SIGLAS**

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

EAD – Ensino a Distância

EF – Ensino Fundamental

EM – Ensino Médio

ERIC – Educational Resources Information Center

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PPG – Programa de Pós-Graduação

RA – Realidade Aumentada

RECM – Revista de Educação, Ciências e Matemática

REnCiMa – Revista de Ensino de Ciências e Matemática

TDIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## LISTA DE QUADROS

Os quadros estão numerados aqui separadamente, conforme aparecem em seus respectivos artigos.

### Artigo 1

<b>Quadro 1: Identificação dos trabalhos.</b> .....	28
<b>Quadro 2: Categorias: Público-Alvo, Justificativa do Trabalho e Conteúdos de Química</b> .....	29
<b>Quadro 3: Categorias: Sistemas, Tipos de Dispositivos Móveis e <i>Software</i></b> .....	31

### Artigo 2

<b>Quadro 1: Perfil dos entrevistados</b> .....	47
<b>Quadro 2: Questões aplicadas na entrevista.</b> .....	48
<b>Quadro 3: Categorias e subcategorias.</b> .....	50
<b>Quadro 4: Descrição das Subcategorias.</b> .....	51
<b>Quadro 5: Fragmentos representativos referente a categoria TU e suas subcategorias.</b> ..	53
<b>Quadro 6: Fragmento representativo referente a categoria OB e suas subcategorias.</b> ...	54
<b>Quadro 7: Fragmentos representativos referente a categoria FI e suas subcategorias.</b> ...	56
<b>Quadro 8: Fragmentos representativos referente a categoria PO e suas subcategorias.</b> ..	57
<b>Quadro 9: Fragmentos representativos referente a categoria LI e suas subcategorias.</b> ...	57
<b>Quadro 10: Fragmentos representativos referente a categoria MU e suas subcategorias.</b> .....	61

## LISTA DE FIGURAS

As figuras estão numeradas aqui separadamente, conforme aparecem em seus respectivos artigos.

### **Artigo 1**

Figura 1. Componentes da Química.....24

### **Artigo 2**

Figura 1. Componentes da Química.....43

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo geral.....	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
2. METODOLOGIA.....	18
3. APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS.....	20
ARTIGO 1.....	21
ARTIGO 2:.....	40
4. DISCUSSÃO GERAL.....	68
5. CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICES.....	73
Apêndice 1 – Carta de Anuência Institucional.....	73
Apêndice 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	74
Apêndice 3 – Questionário aplicado aos entrevistados.....	76
ANEXOS.....	77

## APRESENTAÇÃO

Esta pesquisa buscou entender o fenômeno da Realidade Aumentada no contexto do ensino de Química, seu potencial didático e a relação que os professores de Química do ensino médio de escolas públicas e privadas da região metropolitana de Porto Alegre têm com essa tecnologia. A presente dissertação está organizada em quatro capítulos que, em conjunto, respondem às questões que motivaram esta pesquisa.

No Capítulo 1 a introdução da pesquisa é apresentada, possibilitando conhecer a motivação deste trabalho, os objetivos gerais e específicos, bem como os referenciais teóricos que embasaram a pesquisa – em relação à estrutura do conhecimento químico; dados relevantes sobre a presença de internet, microcomputador, *smartphones* e *tablets* por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) (IBGE, 2018) e considerações sobre o momento em que o planeta está atravessando em virtude do coronavírus.

O Capítulo 2 trata da metodologia da pesquisa, suas características, assim como o referencial escolhido para a análise dos dados produzidos.

No capítulo 3 estão contidos os artigos escritos durante o trabalho. O primeiro artigo buscou responder ao primeiro objetivo específico de conhecer os *softwares* que proporcionam vivências com a RA para o ensino da Química e a aprendizagem no âmbito da estrutura da matéria. O segundo artigo buscou responder aos dois últimos objetivos específicos, os quais tratavam de verificar se os professores de Química em exercício conhecem a RA e seu potencial didático e investigar se os professores de Química, durante sua formação inicial ou continuada, cursaram alguma disciplina que tratava das TDIC para fins educativos. Portanto, cada um dos artigos procura responder aos objetivos dessa pesquisa de forma separada, mas mantendo uma sequência que os torna complementares.

O Capítulo 4 traz um fechamento das ideias e conhecimentos produzidos; no entanto, não encerra a discussão sobre o potencial didático das TDIC, em especial da RA e a necessidade de promover oportunidades de formação aos docentes para que conheçam novas possibilidades para ensinar.

Por fim, o Capítulo 5 é destinado às conclusões, onde serão revisitados os objetivos do trabalho que foram atendidos nessa pesquisa.

## 1. INTRODUÇÃO

O final do ano de 2019 foi marcado pelo surgimento de um novo vírus e até o presente momento em que se realiza a escrita dessa dissertação o mundo se encontra em meio a uma pandemia.

Como em vários setores, a pandemia acertou em cheio a Educação, e seus impactos mais severos estão nas instituições de ensino público. Deste modo, instaurou-se, por motivos do isolamento social, o ensino a distância mediado pelas tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) para a educação básica, desde de os anos iniciais até o ensino médio.

O uso das tecnologias digitais para a continuidade do ano letivo de 2020 foi fortemente incentivado pela Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul (SEDUCRS). No entanto, a estrutura para que isso ocorresse de forma tranquila exigiu não só a disponibilidade de recursos físicos por parte dos docentes, como também exigiu conhecimentos básicos de informática para manipular e adequar as TDIC para cada especificidade de suas componentes curriculares.

A inserção de aulas remotas se deu em meio a um cenário caótico, em que os discentes não estavam tão familiarizados com as TDIC como se pensava. Embora as crianças e os jovens pertençam a uma geração que nasceu em um contexto onde as tecnologias digitais já estão consolidadas, eles não apresentam o suposto domínio natural dos recursos tecnológicos quando se trata de utilizá-los no formato de aulas à distância.

Além disso, e considerando que a migração de um modelo de ensino baseado em aulas presenciais para um formato de educação à distância se deu de modo abrupto e não planejado, discute-se o quanto as TDIC de fato facilitam o desempenho e a aprendizagem do discentes e questiona-se se ela substitui o docente e a aula presencial. Algumas respostas serão obtidas a partir da experiência vivida neste momento por meio de estudos futuros que analisarão o impacto na aprendizagem de crianças e jovens que experienciaram essa forma de ensino no período da pandemia.

O que se tem de concreto é que, segundo o informativo de 2018 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referente à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua), o tema Tecnologia da Comunicação e Informação (TIC) no que diz respeito à existência de microcomputador ou *tablet* no domicílio revela o seguinte panorama:

Os resultados de 2016 a 2018 mostraram sentido de declínio, ainda que lento, no número de domicílios em que havia microcomputador. No total de domicílios, aqueles em que havia microcomputador representavam 43,4%, em 2017, e 41,7%, em 2018. De 2017 para 2018, esse percentual caiu de 47,9% para 46,0%, em área urbana, enquanto que, em área rural, a diminuição foi insignificante (de 14,7% para 14,3%). O tablet é muito menos comum nos domicílios que o computador. Em 2018, nos domicílios do País, o número de domicílios em que havia tablet representava 30,0% daquele em que existia microcomputador. Nos domicílios do País, de 2017 para 2018, o percentual daqueles em que havia tablet passou 13,8% para 12,5%. Em área urbana, esse indicador passou de 15,1% para 13,8% e, em área rural, de 4,7% para 3,8% (IBGE, 2018, p. 5-6).

Com base neste informativo, percebe-se que houve redução da presença do microcomputador assim como de *tablets* nas residências do país. Essa informação é importante para o cenário atual porque reflete a realidade de crianças e jovens sobre o acesso a equipamentos para a realização das tarefas a distância. Outro fator é o acesso à internet: segundo a mesma pesquisa do IBGE (2018), 79,1% dos domicílios brasileiros têm acesso à internet.

O acesso à internet pode ser realizado por meio de dispositivos móveis como *smartphones* e, segundo a pesquisa, 93,2% dos domicílios do território nacional dispõem de telefone móvel. Cabe ressaltar que a posse do telefone móvel não garante que o acesso à modalidade de ensino a que foram sujeitos os discentes de todo país ocorra de forma tranquila, principalmente em relação a modelos e compatibilidade dos aparelhos com as plataformas utilizadas e à facilidade de manejar as TDIC.

Nesse contexto, destacamos que as TDIC vêm para auxiliar o professor na sua tarefa de ensinar, sendo ferramentas que facilitam e, em alguns casos, proporcionam uma melhor compreensão de determinados conteúdos. Contudo, não há como afirmar que as TDIC substituem o docente, pois o contato social e afetivo estabelecido no ambiente escolar é determinante para o aprendizado, isto é, aprender tem relação com a afetividade.

De posse dos dados fornecidos pelo IBGE, podemos entender que as TDIC estão cada vez mais próximas da população e, apesar das dificuldades, uma grande parte da população tem algum tipo de acesso a elas. O problema é que para promover a educação remota se faz necessário uma equidade de recursos, já que, na realidade, a população não tem aparelhos ou internet de qualidade que permitam a adoção plena da modalidade de aula à distância.

Enquanto ferramenta empregada em uma situação diferente da que se está vivenciando hoje, ou seja, em aulas presenciais nas quais ela pode ser compartilhada por mais de uma pessoa durante atividades em grupo e associada a uma proposta didática, as TDIC podem proporcionar oportunidades de aprendizagem que, por meio de outros recursos ou ausência destes, sofreriam

prejuízos para compreensão.

Esta dissertação tem como justificativa a observação do significativo aumento do acesso às TDIC através de internet, telefones celulares e *tablets* pela população. Verifica-se ainda que as tecnologias digitais móveis (*smartphones*, *tablets*) propiciam um maior acesso à informação, uma maior capacidade comunicacional com pessoas em diferentes lugares, em especial ao portarem um aparelho com acesso à internet.

Na atualidade, com o maior acesso dos estudantes a essas tecnologias, principalmente aos *smartphones* e *tablets*, aumentam as possibilidades de adotá-las na escola. As TDIC têm potencial pedagógico por apresentarem recursos que lhe são próprios e característicos e que estimulam no discente o desenvolvimento de algumas capacidades cognitivas que no ensino convencional não é tão facilitado.

No que se refere ao ensino de Química, por exemplo, problemas como a impossibilidade de observação de alguns fenômenos e a dificuldade de abstração para compreensão de conceitos durante o processo de aprendizado podem ser atribuídos à necessidade de articulação – e compreensão – entre as três dimensões do conhecimento químico (GIORDAN, 2008).

Ademais, os alunos apresentam não só resistência em relação ao componente curricular de Química como também dificuldades em perceber a presença dessa ciência no cotidiano. Existe uma dissociação por parte dos discentes entre o conhecimento e a aplicação no cotidiano que pode ser atribuído, justamente, à falta de entendimento de que a química, além de estar em tudo que os rodeia, está presente também neles.

Junto com isso, transitar entre o micro e o macro também pode se constituir num entrave para o ensino e o aprendizado. Contudo, mesmo que a química tenha uma dimensão representacional que materializa a química no âmbito submicroscópico – e esta diferença entre a representação e a realidade deve ser bem frisada –, nada impede que se usem recursos que deem movimento e dinâmica a essas representações, podendo ajudar tanto o professor quanto o aluno no processo de ensino e aprendizagem. A combinação entre recursos que agreguem dinamicidade a essas representações e estratégias didáticas que optem por atividades mais práticas podem ajudar a criar um novo ambiente de ensino e aprendizagem e uma perspectiva diferente em relação à disciplina de Química, que tem sido pouco atrativa para os alunos.

Com o desenvolvimento e a evolução das TDIC, novos *softwares* para os dispositivos como *smatphones* e *tablets* foram (são) desenvolvidos, proporcionando a eles diversos usos e funcionalidades. Uma tecnologia que vem ganhando espaço tanto para fins de entretenimento quanto para fins educativos é a Realidade Aumentada (RA). A RA é uma ferramenta digital que permite sobrepor ao ambiente real imagens e animações, dando a impressão estarem inclusas



no ambiente em que são visualizadas.

Contudo, os docentes precisam conhecer esses recursos e considerá-los como uma opção no momento de planejar as aulas de Química. Por isso, faz-se necessário conhecer se os docentes em exercício fazem uso de TDIC em suas aulas e se conhecem a RA. Além disso, tendo em vista que existe um potencial didático na RA que permite a mediação de conteúdos mais complexos e abstratos, é importante investigar se os processos formativos dos docentes contemplam o uso de TDIC na rotina escolar, como forma de identificar possíveis motivos para a presença ou a ausência desses recursos nas aulas de Química.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Conhecer como as TDIC, em especial as relacionadas à RA, têm sido adotadas no ensino de Química para a compreensão da estrutura da matéria e verificar se tais tecnologias foram contempladas nas formações de professores de Química em exercício.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Conhecer os trabalhos que associaram a RA ao ensino de Química.
- Verificar como a RA vem sendo adotada no ensino da Química para compreensão da Química submicroscópica no âmbito da estrutura da matéria.
- Verificar se os professores de Química do ensino médio de escolas públicas e privadas da região metropolitana de Porto Alegre/RS em exercício conhecem a RA e seu potencial didático.

## 2. METODOLOGIA

Neste capítulo são explicados os aspectos metodológicos adotados para o desenvolvimento deste trabalho de forma ampla, pois apresentaremos a caracterização da pesquisa e como se deu o processo na sua totalidade.

Esta pesquisa, de natureza qualitativa conforme a definição de Bogdan e Biklen (1999), classifica-se, quanto aos objetivos, como de caráter exploratório, uma vez que tem o objetivo de estudar um fenômeno atual e pouco investigado (GIL, 2007). A pesquisa foi dividida em duas etapas, descritas a seguir.

Na primeira etapa realizou-se uma pesquisa bibliográfica, a fim de conhecer o que já havia sido publicado a respeito dos temas chave da investigação – realidade aumentada, ensino de Química. Para tanto, foram utilizados as bases de dados do Educational Resources Information Center (ERIC) e o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A busca em ambas as bases de dados se deu com as seguintes associações de termos: “augmented reality”, o descritor “and” e o termo “chemical education”, sem delimitação do período de produção dos trabalhos. Os resultados obtidos e a análise do material serão tratados no artigo 1, presente no Capítulo 3 desta pesquisa.

A segunda etapa refere-se às entrevistas dos docentes, da qual trata o segundo artigo desta dissertação. Esta pesquisa foi realizada com professores de Química do Ensino Médio de escolas públicas e privadas da região metropolitana de Porto Alegre/RS. As entrevistas foram agendadas previamente e realizadas durante os meses de agosto a outubro de 2019.

A participação na pesquisa estava condicionada ao tempo de magistério do docente no componente curricular de Química, não podendo ser inferior a 2 (dois) anos de experiência, e à formação acadêmica na área de conhecimento das Ciências da Natureza (Química, Física ou Biologia). Participaram da pesquisa 6 (seis) docentes.

No que se refere à produção dos dados, primeiramente as escolas foram contatadas por e-mail, no qual foi anexado a Carta de Anuência (Apêndice 1), pois caso a instituição permitisse o acesso dos pesquisadores ao estabelecimento, a escola deveria devolver a carta assinada para dar andamento à pesquisa. Após o aval das instituições, contatou-se os docentes, para os quais foi apresentada a proposta da pesquisa e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 2) para assinatura e concordância do registro em áudio das entrevistas. As questões elaboradas para condução das entrevistas com os docentes estão disponíveis no Apêndice 2.

A análise dos dados se deu pela Análise de Conteúdo, que segundo Moraes (1999)

envolve “[...] a categorização, descrição e interpretação como etapas essenciais desta metodologia de análise” (MORAES, 1999, p. 1). Ademais,

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum (MORAES, p. 2, 1999).

A respeito do processo da análise de conteúdo, seguiram-se as etapas conforme indicada por Moraes (1999):

- 1– Preparação das informações;
- 2– Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades;
- 3– Categorização ou classificação das unidades em categorias; 4 – Descrição;
- 5 – Interpretação (MORAES, 1999, p. 4).

A organização das informações foi feita pela escuta das entrevistas e transcrição dos trechos significativos que se revelam relacionados. A preparação das informações está relacionada ao processo de escuta das entrevistas e transcrição dos trechos significativos, ou seja, trechos que se revelaram relacionados com os objetivos da pesquisa. Na unitarização, a natureza da análise adotada foi a transcrição de frases para compor as unidades de análise, e o agrupamento se deu de acordo com a similaridade de pontos de vista ou com os respectivos contrapontos de opiniões entre os entrevistados, o que permitiu categorizar e subcategorizar os dados obtidos. A descrição busca expressar os significados das unidades de análise, e a interpretação envolve a construção de novos sentidos com vistas a uma compreensão mais aprofundada dos dados.

### 3. APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS

Conforme determinação do Programa de Pós-Graduação (PPG) – Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), esta dissertação foi estruturada sob a forma de artigos. Os dois artigos apresentados a seguir foram produzidos e organizados segundo as regras e normas de publicação próprias das revistas a que foram submetidos.

O primeiro artigo, intitulado “Realidade Aumentada no Ensino da Química Submicroscópica: Estado do Conhecimento”, buscou conhecer os trabalhos que estão sendo desenvolvidos envolvendo o ensino de Química e a RA, bem como os conteúdos de Química abordados, *softwares* e sistemas operacionais utilizados, justificativas dos trabalhos e os públicos para os quais o uso de RA era destinado. Este artigo foi elaborado com vistas a atingir o primeiro objetivo específico da pesquisa, sendo submetido à Revista de Educação, Ciências e Matemática (RECM).

O segundo artigo, intitulado “Ensino de Química Submicroscópica: Percepções dos Professores Sobre o Uso da Realidade Aumentada nas Aulas de Química” apresenta os resultados obtidos a partir da análise de entrevistas realizadas com um grupo de professores de química da Educação Básica, as quais pautaram o uso de TDIC nas aulas de Química e questionaram se os participantes conheciam RA. Este artigo foi direcionado a realizar o segundo e o terceiro objetivos específicos da pesquisa, sendo submetido à Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa).



## **ARTIGO 1**

### **1. REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA QUÍMICA SUBMICROSCÓPICA: ESTADO DO CONHECIMENTO.**

Esse trabalho foi submetido na Revista de Educação, Ciências e Matemática (RECM)<sup>1</sup> com Qualis A2 na área de Ensino da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal deNível Superior) sob o ID 6781 (Anexo 1).

---

<sup>1</sup> <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm>

# REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA QUÍMICA SUBMICROSCÓPICA: ESTADO DO CONHECIMENTO

## *AUGMENTED REALITY IN THE TEACHING OF SUBMICROSCOPIC CHEMISTRY: STATE OF KNOWLEDGE*

Autor

1

email

*Afiliação Institucional*

Autor 2

Email

*Afiliação Institucional*

Autor

3

email

*Afiliação Institucional*

### RESUMO

Animações e simulações podem ajudar a entender conceitos abstratos envolvidos em Química. Uma das possibilidades com animações e simulações envolve a adoção da Realidade Aumentada (RA), através da qual um objeto virtual é inserido em um ambiente real. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo verificar como a RA vem sendo adotada no ensino de Química para compreensão da Química submicroscópica no âmbito da estrutura da matéria. Para este propósito foi realizado um levantamento de artigos científicos na base de dados do Educational Resources Information Center (ERIC) e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram “augmented reality” e “chemical education”, sem delimitação de um período para pesquisa. Foram identificados 8 (oito) trabalhos que apresentavam uma relação com esse estudo, e a partir da leitura dos mesmos foi possível conhecer como a RA tem sido usada para ensinar e aprender Química, quais conteúdos abordados e outras informações que foram organizadas em categorias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Química; Realidade Aumentada; Tecnologias Digitais.

### ABSTRACT

Animations and simulations can help to understand abstract concepts involved in Chemistry. One of the possibilities with animations and simulations involves the adoption of Augmented Reality (AR), through which a virtual object is inserted in a real environment. In this context, this work aimed to verify how AR has been adopted in the teaching of chemistry for the understanding of submicroscopic chemistry within the scope of the structure of matter. For this purpose, a survey of scientific papers was carried out in the database of the Educational Resources Information Center (ERIC) and in the Journal Portal of the Coordination for the

Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). The keywords used for the research were “augmented reality” and “chemical education”, without delimiting a period for research. Eight (8) papers were identified that presented a relationship with this study, and after reading them, it was possible to know how AR has been used to teach and learn Chemistry, what contents were covered and other information that has been organized into categories.

**KEYWORDS:** chemical education; augmented reality; digital technologies.

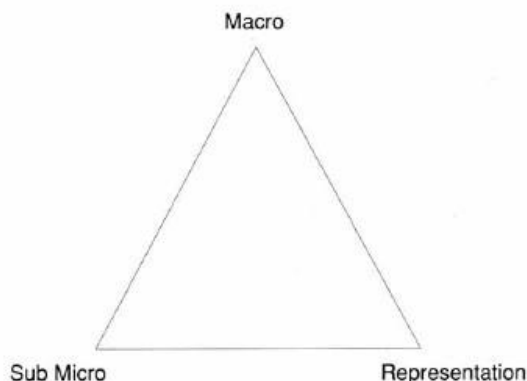
## INTRODUÇÃO

A dimensão submicroscópica e representacional da química (GIORDAN, 2008), associada a conteúdos envolvendo a estrutura da matéria (átomo, ligações químicas, geometria molecular, entre outros), é a dimensão do conhecimento químico sobre a qual os alunos apresentam muitas dificuldades de compreensão. Pode-se atribuir essas dificuldades ao caráter abstrato da química, pois é uma ciência cujas teorias formuladas no decorrer do seu desenvolvimento permitiram a construção de modelos que demonstrassem comportamentos das entidades químicas, que não são visualizáveis.

O conhecimento produzido no âmbito submicroscópico exigiu dos cientistas a formulação de modelos para representar entidades pequenas demais para serem observadas, representações que para o público que não está inserido no ambiente científico se tornam incompreensíveis em função de suas especificidades. Por exemplo, uma imagem estática de um átomo na forma de uma figura em duas dimensões (2D) não permite a observação de movimento nem a noção de tridimensionalidade, o que contribui para a percepção equivocada de que a matéria é estática e, ainda, contínua. Além disso, por se tratarem de representações baseadas em conhecimentos teóricos e práticas experimentais que não fazem parte do cotidiano, é necessário um certo nível de abstração por parte dos discentes para compreender os conteúdos do universo submicroscópico em sala de aula.

Para construir um raciocínio químico, é preciso que o discente consiga integrar os três componentes básicos da química: a submicroquímica, a macroquímica e a química representacional (JOHNSTONE, 1993). Esses componentes foram acomodados na forma de um triângulo (figura 1), sendo necessário que o discente transite dentro desse triângulo tranquilamente sem ênfase em nenhum lado, devendo ser integral a conexão entre os componentes. Infelizmente, os estudantes tendem a restringir sua percepção química a apenas um dos lados desse triângulo, sem articulação com os demais lados, o que contribui para um entendimento incompleto dos fenômenos químicos.

Figura 1. Componentes da Química.



Fonte: Johnstone (1993).

Durante muito tempo, a química se ocupou de dois componentes desse triângulo, o representacional e o macro; o componente submicro foi suprimido pela compreensão dos efeitos observáveis e das formas de representá-los, sem levar em conta que o comportamento submicro é a causa do fenômeno. Parte disso é resultado da química enquanto processo industrial, onde era manipulada para fins de produção; o foco não era o ensino formal e sim atender a demanda produtiva (JOHNSTONE, 1993). No entanto, atualmente busca-se entender os processos da matéria por meio de suas estruturas submicroscópicas, conforme Giordan e Góis (2005) comentam:

Se no passado, o ser humano se concentrava em produzir e transformar os materiais tendo como referência apenas suas propriedades tangíveis, nos dias de hoje o controle sobre a manipulação da matéria ocorre no âmbito de sua constituição molecular. (GIORDAN; GÓIS, 2005 p. 42)

Nesse ponto, ainda reside o problema de como compreender um universo que não é visível, mas que possui uma forma de representar, e a descrição de seu comportamento que somente é possível entender a partir da capacidade de abstração. A abstração não é um fenômeno que ocorre de igual forma para todos: a criação dentro do imaginário obedece a recursos que cada indivíduo traz de acordo com seu cabedal de experiências e estímulos que receberam para exercitar a imaginação. Logo, não é tarefa simples ensinar Química sem alguma ferramenta que proporcione igual oportunidade de perceber certas especificidades que são próprias dessa ciência.

Atualmente temos as Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC's), tais como *smartphones* e *tablets*, que são amplamente usadas na Educação como ferramentas de apoio didático. Embora explorar as TDIC's para o ensino de Química pareça mais uma tendência para atender aos anseios de uma educação tecnológica, é para além disso que podem ser utilizadas, em razão de terem recursos próprios que permitem uma interação diferente do discente com o conteúdo.

Entre as ferramentas disponíveis para TDIC's, além de jogos educativos e aplicativos para dispositivos móveis, existem os *softwares* de animações e simulações que trazem justamente o movimento, o que pode auxiliar na percepção da matéria em movimento. No ensino de Química, esse recurso pode ajudar a entender conceitos abstratos que exigem dos alunos a criação de construções mentais elaboradas que são muitas vezes o resultado da união



de mais de uma teoria. Alguns desses *softwares* utilizam a chamada realidade aumentada (RA), que permite sobrepor imagens sobre os ambientes físicos reais por meio de dispositivos tecnológicos criando um ambiente onde as imagens (de estruturas moleculares, por exemplo) estão representadas em três dimensões (3D), proporcionando uma percepção de movimento e profundidade, o que não ocorre com ilustrações em um plano bidimensional.

A RA tem suas bases na realidade virtual (RV); enquanto a RV “é uma interface computacional que permite ao usuário interagir em tempo real, em um espaço tridimensional gerado por computador, usando seus sentidos, através de dispositivos especiais” (KIRNER, 2011 apud KIRNER, 2011, p. 14). Na RA o objeto virtual está inserido em um ambiente real, ou seja, “a realidade aumentada mantém o usuário no seu ambiente físico e transporta o ambiente virtual para o espaço do usuário, permitindo a interação com o mundo virtual, de maneira mais natural e sem necessidade de treinamento ou adaptação” (KIRNER; TORI, 2006, p. 22). Logo, “a RA é uma variação da RV” (AZUMA, 1997, p. 2).

O termo RA foi cunhado pelo professor e pesquisador Thomas Caudell<sup>2</sup> em 1990, durante uma visita à empresa de aviação Boeing, referindo-se a um dispositivo de RV. Os operários da empresa usavam um capacete head-mounted display (HMD) que os auxiliavam na montagem da parte eletrônica das aeronaves (KIRNER, 2011).

A RA se consolidou na década de 80 e tem-se como um dos primeiros registros um projeto elaborado pela Força Aérea Americana em 1981, do simulador SuperCockpit, que permitia ao piloto visualizar informações do avião através de um capacete de visão óptica (KIRNER, 2011, p. 18). Contudo, as bases da RA estão nos anos 60, com o pesquisador Ivan Sutherland,

As bases da realidade aumentada surgiram na década de 1960, com o pesquisador Ivan Sutherland, que prestou duas contribuições principais: a) escreveu um artigo, vislumbrando a evolução da realidade virtual e seus reflexos no mundo real [Sutherland 1965]; b) desenvolveu um capacete de visão óptica direta rastreado para visualização de objetos 3D no ambiente real [Sutherland 1968]. (KIRNER; KIRNER, 2011, p. 16)

Pode-se dizer que a RA é uma TDIC recente, pois somente em 2000 ficou mais acessível devido à integração das técnicas de visão computacional, além de *softwares* e dispositivos com valores mais atrativos. (KIRNER; SISCOOTTO, 2007)

Outros fatores vêm contribuindo para evolução das TDIC, como a RV e a RA, conforme Kirner e Tori:

(...) o aumento da largura de banda das redes de computadores também vem influenciando positivamente na evolução da multimídia, permitindo a transferência de imagens e outros fluxos de informação com eficiência. A realidade aumentada, enriquecendo o ambiente físico com objetos virtuais, beneficiou-se desse progresso, tornando viáveis aplicações dessa tecnologia, tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares. (KIRNER; TORI, 2006, p. 22)

Segundo Azuma (1997), as características de um sistema de RA são: combinar o real com o virtual; criar uma interação em tempo real; e disponibilizar apresentação (objetos) em três dimensões (3D). Tais características conferem à RA um status de ferramenta com potencial didático para o ensino de Química, pois as animações e as simulações podem auxiliar na compreensão de conceitos abstratos. Por isso, segundo Lévy (1999),

Tais simulações podem servir para testar fenômenos ou situações em todas suas variações imagináveis, para pensar no conjunto de consequências e de implicações de uma hipótese, para conhecer melhor objetos ou sistemas complexos ou ainda para

explorar universos fictícios de forma lúdica. (LÉVY, 1999, p.68)

---

<sup>2</sup> Professor Emérito da Universidade do Novo México no Departamento de Engenharia Elétrica e da Computação.

A RA tem o potencial de criar ambientes de aprendizado dinâmicos, proporcionando a combinação da teoria com elementos visuais como animações e simulações representacionais pertencentes ao universo invisível de forma virtual e, assim, inserindo-os em um ambiente real.

Considerando isso, este trabalho busca conhecer o potencial didático da RA enquanto ferramenta para o ensino da Química. Para tanto, foi concebida uma pesquisa na base de dados do *Educational Resources Information Center* (ERIC) e no Portal de Periódicos da CAPES com o objetivo de identificar e analisar trabalhos que aplicaram RA dentro do espectro da química submicroscópica para fins didáticos.

## METODOLOGIA

É importante destacar que as pesquisas bibliográficas procuram

explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos (...). (...) buscam conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado existentes sobre um determinado assunto, tema ou problema. (CERVO; BERVIAN, 2002, p. 65)

Assim, pesquisar em fontes que permitam explorar e conhecer trabalhos desenvolvidos traz contribuições para o estudo, em virtude de conter as experiências e os relatos sobre o assunto de interesse. Em muitos casos, a pesquisa bibliográfica assume um caráter exploratório em razão da necessidade de buscar informações sobre o tema que é relativamente atual, como é o caso da temática de interesse. Ainda sobre esse aspecto, Oliveira ressalta que:

Segundo Selltiz et al. (1965), enquadram-se na categoria dos estudos exploratórios todos aqueles que buscam descobrir ideias e intuições, na tentativa de adquirir maior familiaridade com o fenômeno pesquisado. (SELLTIZ, 1965 apud OLIVEIRA, 2011, p. 20)

Por meio dessa pesquisa, buscou-se conhecer como a RA tem sido empregada no ensino da química submicroscópica no âmbito da estrutura da matéria, bem como identificar *softwares* utilizados que proporcionam vivências em RA. Optou-se pela busca de artigos nacionais e internacionais na base de dados do *Educational Resources Information Center* (ERIC) e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Não foi definido um período de busca, a fim de identificar o período em que se iniciaram as produções científicas sobre a realidade aumentada associada à educação química.

Para a busca, optou-se pelo idioma Inglês para os termos em português “realidade aumentada” e “educação química”. Na base de dados do ERIC, para a palavra-chave “augmented reality”, foram encontrados 445 (quatrocentos e quarenta e cinco) resultados organizados em 25 (vinte e cinco) descritores, dos quais 215 (duzentos e quinze) trabalhos são relacionados à Tecnologia da Educação. Como o objetivo da revisão bibliográfica é encontrar trabalhos de realidade aumentada no ensino de Química, incluiu-se à palavra-chave “augmented reality” o descritor “and” e o termo “chemical education” para o qual se obteve 4 (quatro) achados.

Da mesma forma, em relação ao Portal de Periódicos da CAPES não foi definido período para busca e optou-se também pelo idioma Inglês para os termos em português “realidade aumentada” e “educação química”. Para a palavra-chave “augmented reality”, foram encontrados 31.665 (trinta e um mil, seiscentos e sessenta e cinco) resultados organizados em

20 (vinte) descritores, dos quais 670 (seiscentos e setenta) trabalhos são relacionados à Tecnologia Educacional e 1.511 (hum mil, quinhentos e onze) são relacionados com o descritor Educação. Como o interesse da pesquisa são trabalhos de RA no ensino de Química, realizou-se o mesmo procedimento empregado na base de dados do ERIC e incluiu-se a “augmented reality” o descritor “and” e o termo “chemical education” para os quais se obteve 20 (vinte) achados.

Os trabalhos foram lidos na íntegra e organizados em categorias, sendo algumas definidas a priori (ano de publicação, conteúdos de Química, público-alvo, tipo de dispositivo) enquanto outras surgiram a partir da análise dos dados (países das instituições de pesquisa, justificativa, sistema operacional e *software/aplicativo*).

## RESULTADOS

Como optou-se por não estipular um período para efetuar a pesquisa bibliográfica nas bases de dados, foi possível conhecer o intervalo de tempo em que se iniciam as publicações relacionadas à RA e ao ensino de Química. Verificamos que os trabalhos foram publicados entre os anos de 2009 a 2019, indicando que as pesquisas utilizando essa tecnologia ocorreram por causa da popularização da RA, que se deu a partir do ano 2000.

O total de trabalhos que corresponderam à combinação das palavras-chave “augmented reality”, o descritor “and” e o termo “chemical education” somam um total de 24 (vinte e quatro), dos quais 20 (vinte) trabalhos pertencem ao Portal de Periódicos da CAPES e 4 (quatro) pertencem à base de dados do ERIC. Não foram encontrados trabalhos comuns em ambas plataformas de busca.

Após a leitura dos trabalhos na sua integralidade, identificou-se os que tinham relação com o presente estudo. Do universo de 24 (vinte e quatro) achados, 8 (oito) trabalhos apresentaram relação com esta pesquisa, dos quais 6 (seis) artigos fazem parte da base de dados do Portal de Periódicos da CAPES e 2 (dois) da base de dados do ERIC.

Os trabalhos foram organizados em 3 (três) Quadros, nos quais constam o título, a base de dados de origem e as categorias resultantes das análises realizadas. No Quadro 1, estão os dados relacionados à identificação dos trabalhos. Os Quadros 2 e 3 são destinados à organização dos trabalhos em categorias. No Quadro 2 constam as categorias: público-alvo, conteúdos de Química que foram abordados e as justificativas para o uso da RA no ensino de Química. No Quadro 3 estão presentes as categorias: sistemas operacionais, tipos de dispositivos de visualização e *softwares/aplicativos/plataformas* de programação usados para promover a experiência com a RA.

**Quadro 1: Identificação dos trabalhos**

ARTIGO*	TRABALHOS/ AUTORES	BASE DE DADOS	PERIÓDICOS	ANO DE PUBLICAÇÃO	PAÍS(ES) DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA
1	Mobile Augmented Reality Assisted Chemical Education: Insights from Elements 4D Shuxia Yang, Bing Mei, Xiaoyu Yue	ERIC	Journal of Chemical Education	2018	China e Nova Zelândia
2	Developing and Demonstrating an Augmented Reality Colorimetric Titration Tool Nicholas Yee Kwang Tee, Hong Seng Gan, Jonathan Li, Brandon Huey-Ping Cheong, Han Yen Tan, Oi Wah Liew, Tuck Wah Ng	ERIC	Journal of Chemical Education	2018	Austrália e Singapura
3	Designing and Developing an Augmented Reality Application: A Sample Of Chemistry Education Zeynep Taçgım, Nazlıcan Uluçay, Ersin Özüağ	Portal de Periódicos da CAPES	Journal of the Turkish Chemical Society Section C Chemical Education	2016	Turquia
4	Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química Cristian Merino, Sonia Pino, Eduardo Meyer, José Miguel Garrido y Felipe Gallardo	Portal de Periódicos da CAPES	Educación Química	2015	Chile
5	Augmented Reality Experimentation on Oxygen Gas Generation from Hydrogen Peroxide and Bleach Reaction Hong Seng Gan, Nicholas Yee Kwang Tee, Mohammad Raziun Bin Mamtaz, Kevin Xiao, Brandon Huey-Ping Cheong, Oi Wah Liew, Tuck Wah Ng	Portal de Periódicos da CAPES	Biochemistry and Molecular Biology Education	2018	Austrália e Singapura

6	RealityConvert: A tool for preparing 3D models of biochemical structures for augmented and virtual reality  Alexandre Borrel and Denis Fourches	Portal de Periódicos da CAPES	Bioinformatics (Oxford Academic)	2017	Estados Unidos da América
7	Augmented Immersive Reality (AIR) for Improved Learning Performance: A Quantitative Evaluation  Ling Cen, Dymitr Ruta, Lamees Mahmoud Mohd Said Al Qassem and Jason Ng	Portal de Periódicos da CAPES	IEEE Transactions on Learning Technologies	2019	Emirados Árabes Unidos
8	Dynamics in Tangible Chemical Reactions. Patrick Maier, Marcus Tönnis, and Gudrun Klinker.	Portal de Periódicos da CAPES	International Journal of Chemical and Molecular Engineering.	2009	Alemanha

Fonte: Elaboração própria.

\* Numeração a título de organização e orientação da pesquisa.

## Quadro 2: Categorias: Público-Alvo, Justificativa do Trabalho e Conteúdos de Química

ARTIGO	PÚBLICO-ALVO	CONTEÚDOS DE QUÍMICA	JUSTIFICATIVAS
1	Professores	Elementos da Tabela Periódica e suas propriedades, reações químicas possíveis	Possibilidade de visualizar algumas propriedades dos elementos químicos. Possibilidade de visualizar reações que apresentam riscos para a saúde de maneira segura e, ainda, suprir a falta de material e espaço para realizar atividades práticas.
2	Alunos da Graduação	Titulação Colorimétrica	Simulação à manipulação de produtos que oferecem riscos, principalmente a iniciantes, em aulas práticas. Ferramenta usada de forma assíncrona. Redução de impactos (reduz produção de resíduos).

3	Estudantes de Química de nível K12	Tabela Periódica, Modelos Atômicos, VSEPR e Combinações dos elementos químicos	Preocupação com aprendizagem colaborativa e significativa. Nesses trabalhos são mencionadas as dificuldades que o aluno apresenta para aprender conceitos sobre algo que não se consegue ver. Além disso, o aluno não entende tais conceitos e memoriza ao invés de os compreender. Também o uso da RA está relacionado à motivação para aprender.
4	Docentes do curso de formação inicial em Ciências	Reatividade em Química Orgânica	O artigo propôs o uso da realidade aumentada aliada a uma sequência de ensino e aprendizagem (SEA) que estimula a aprendizagem pela pesquisa se apoiando no recurso visual da RA que permite visualizar fenômenos de forma virtual. Além disso, chama a atenção para importância de associar teoria e prática, o que pode ser também entendido como visualizar o fenômeno sem necessariamente executar uma prática em laboratório, apenas observar por meio de um <i>software</i> .
5	Alunos de ensino médio	Reação redox entre soluções de peróxido de hidrogênio e hipoclorito de sódio	Neste trabalho os autores justificam o uso da realidade aumentada ao reconhecerem na atividade prática uma ferramenta essencial para o aprendizado significativo e o desenvolvimento de habilidades para atividades em laboratório, mas que muitas vezes pode ser de difícil visualização por ocorrer rapidamente, e ainda, uma prática com riscos de segurança. Neste estudo, o uso da realidade aumentada simula uma prática onde as reações que ocorrem são de pouca duração (do fenômeno) e estabilidade.
6	Biólogos estruturais, químicos medicinais, modeladores moleculares e professores e estudantes	Moléculas biológicas complexas	Facilitar a criação de conteúdo em realidade aumentada, com foco em um público que não tem conhecimentos técnicos para o manuseio de <i>softwares</i> de realidade aumentada.
7	Alunos de ensino médio	Moléculas orgânicas e reações inorgânicas.	Garantir melhor atenção, foco e entretenimento, aumentar a motivação e a realização dos alunos.

8	Ensino (sem especificação de nível) e pesquisadores	Catalisadores, ligações química, reações químicas e geometria química	Neste trabalho, os pesquisadores expõem que para entender reações químicas é necessário conhecer as mudanças das estruturas espaciais das moléculas. O programa desenvolvido também proporciona a experiência de visualizar o potencial de ligação e se há mais de uma possibilidade de estabelecer ligações químicas entre átomos ou moléculas, permitindo a compreensão da formação de novas substâncias.
---	---	---	---

Fonte: Elaboração própria.

**Quadro 3: Categorias: Sistemas, Tipos de Dispositivos Móveis e Software**

ARTIGO	SISTEMAS OPERACIONAIS	TIPOS DE DISPOSITIVOS PARA VISUALIZAÇÃO	SOFTWARES / APLICATIVOS / PLATAFORMAS DE PROGRAMAÇÃO
1	iOS e Android	<i>Tablets e smartphones</i>	Elements 4D (aplicativo)
2	iOS e Android	<i>Tablets e smartphones</i>	Unity e AR Vuforia kit (SDK)
3	Não mencionado.	Head-mounted display (HMD) A aplicação também é suportada por dispositivos móveis e Óculos 3D.	Unity 3D e Maya3D
4	Não mencionado.	Computador com webcam e Projetor	Visual Studio 2010 e SDK de Metaio
5	Android e iOS	<i>Tablets e smartphones</i>	Unity e AR Vuforia kit (SDK)
6	Não mencionado.	Não mencionado.	RealityConverter

7	Android e iOS	<i>Tablets e smartphones</i>	Unity e AR Vuforia kit (SDK)
8	Não mencionado.	Webcam e computador	AR-ToolKit (Augmented Reality ToolKit), UbiTrack e TINKER ( <i>Software Tools for Molecular Design</i> )

Fonte: Elaboração própria.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, serão exploradas as categorias de forma a apresentar os principais aspectos que proporcionam reflexões para a compreensão e aplicação da RA no ensino de Química. A discussão acerca das categorias se dá no formato de subseções, porém algumas categorias estão agrupadas para melhor alicerçar a análise.

### Identificação dos Trabalhos

Embora o quadro em que os trabalhos são identificados (Quadro 1) não seja propriamente destinado à categorização, e sim à organização das produções, é possível observar nele algumas informações que merecem ser mencionadas.

Em relação ao ano de publicação (Quadro 1), foram verificadas 3 (três) publicações no ano de 2018 e 1 (uma) no ano de 2019. Para os demais (2009, 2015, 2016 e 2017), cada ano apresentou 1 (uma) publicação, indicando que estudos sobre RA no ensino de Química têm se mantido ao longo dos anos, embora ainda em número reduzido. Em 2018, ano com maior número de publicações, duas ocorreram no *Journal of Chemical Education*, um dos periódicos de ensino de Química em língua inglesa mais importantes da área.

Ainda sobre os periódicos em que foram publicados os trabalhos (Quadro 1), percebe-se que a publicação mais antiga encontrada (artigo 8) é de um periódico sem especificidade em educação, coincidindo de certa forma com a origem não-educacional da RA. Além desse, apenas mais um trabalho (artigo 6), dentre os encontrados, não tem relação com a área educacional ou ensino de ciências, o que nos leva a pensar que existe um campo promissor de desenvolvimento da RA para fins de pesquisa de substâncias e que de alguma forma o material desenvolvido para RA poderá ser aproveitado para o ensino de Química.

No que diz respeito aos países de origem dos trabalhos (Quadro 1), o que chamou atenção foi a predominância de países asiáticos com interesse no desenvolvimento de estudos relacionados a RA no ensino de Química. Como foi mencionado anteriormente, dois periódicos não pertencem à área de educação (artigos 6 e 8), e estes são de pesquisadores dos Estados Unidos da América e Alemanha, voltados a bioinformática e engenharia molecular. Chama a atenção, ainda, que dois trabalhos publicados em 2018 em periódicos diferentes possuem autores em comum (artigos 2 e 5). Como discutiremos posteriormente, tratam-se de estudos de fenômenos químicos distintos utilizando os mesmos recursos de RA.

### Público-Alvo

Os trabalhos com RA estão direcionados para diversos públicos (Quadro 2). Com relação a estudantes, destacam-se dois níveis do ensino: trabalhos com foco em alunos do Ensino Médio e alunos da graduação, não havendo predominância de um nível sobre o outro.



Também foram encontrados trabalhos voltados para professores em formação inicial e já graduados, além de pesquisadores em Química e áreas afins.

### **Justificativas e Conteúdos de Química**

Em relação aos conteúdos de Química (Quadro 2), percebe-se que além da química submicroscópica (elementos da tabela periódica, estrutura molecular, geometria molecular, entre outros) como objeto de visualização, a química macroscópica (reatividade, reações químicas, titulação colorimétrica) também é contemplada pelo ensino mediado pela RA. Em relação à química macroscópica, a RA está associada a práticas experimentais, ficando evidente a preocupação com a relação entre o comportamento submicroscópico definindo o macroscópico.

Os conteúdos de Químicas associados às justificativas para uso da RA trouxeram quatro pontos relevantes para discutir (Quadro 2): (i) o uso da RA para auxiliar a compreensão do que não é visível, com isso contemplando a dificuldade de abstração; (ii) o fator motivacional; (iii) relação da química submicroscópica com a macroscópica; (iv) o uso da RA para substituir aulas experimentais – o que pode ser visto como vantagem, mas ao mesmo tempo traz uma desvantagem que pode ser vista como um prejuízo ao aprendizado.

O primeiro ponto vai ao encontro de uma das principais funções da RA, que é tornar visual um universo invisível. É evidente que o universo submicroscópico está amparado e descrito por teorias e que possivelmente esse ambiente possua muitas informações visuais que desconhecemos, mas mesmo assim a RA permite interagir por meio da visão com algo que nos fugiria à percepção dos sentidos.

O segundo ponto está relacionado a motivação: como se trata de uma ferramenta de ensino embutida em tecnologias que os discentes têm intimidade (*tablets e smartphones*), pode ser considerado um atrativo e um diferencial para as aulas de Química. No entanto, é importante que, ao inserir qualquer tipo de tecnologia, esta tenha um real propósito para estar sendo utilizada, para que não perca o sentido e seu potencial de aplicação (BILLINGHURST, 2002).

O terceiro ponto diz respeito à capacidade de relacionar o comportamento submicroscópico e seus efeitos na esfera observável, ou seja, no macroscópico. Nesse sentido, RA pode auxiliar o discente a transitar entre esses dois vértices do triângulo de componentes da Química (JOHNSTONE, 1993), fazendo com que compreenda e não permaneça apenas no nível macroscópico enquanto entendimento do comportamento da matéria.

O quarto ponto pode ser considerado como crítico. Ao usar a RA como uma opção para simular situações de laboratório com variáveis controladas, e ainda, para evitar situações de risco à saúde, provocadas pelo uso reagentes que são perigosos ou que geram resíduos tóxicos, essa ferramenta também desestimula o discente de ter contato com situações que são comuns à prática científica, como a questão do erro experimental. Ensinar ciências é preocupar-se em problematizar e criar situações para que o discente reflita sobre o conhecimento científico como um processo em construção que não acontece sem percalços. Ao se deparar com situações de erro experimental, o professor pode usar esse momento como uma oportunidade de ensinar, conforme comentam Freitas et al. (2017):

Acredita-se então que neste momento o professor tem o importante papel de valorizar a ocorrência deste erro para instigar os estudantes a buscarem explicações que justifiquem o que ocorreu. A abordagem dos resultados obtidos permite também que os estudantes tomem conhecimento de que a ciência nem sempre traz resultados concretos e precisos. À luz dessa perspectiva, o erro torna-se parte importante na construção do saber e não deve ser tratado de forma excludente, uma

vez que pode atuar como uma fonte rica de informações para a compreensão do conhecimento. (FREITAS et al., 2017, p. 3)

Tendo em vista a natureza da Química como ciência experimental, conforme Giordan (1999),

A elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. (GIORDAN, 1999, p. 44)

E por isso deve-se tentar o máximo possível proporcionar a vivência prática, para o qual nem sempre é necessário dispor de materiais sofisticados ou reagentes de alto custo.

### Sistemas Operacionais

Os *softwares*/aplicativos (Quadro 3) são na maioria para sistemas operacionais como iOS e Android. Em 3 (três) trabalhos, os sistemas operacionais não foram mencionados, contudo esses trabalhos estão relacionados pelo tipo de dispositivos utilizados para visualização: computadores e *webcam*; e capacete HMD. Apenas 1 (um) trabalho não mencionou diretamente o tipo de dispositivo, mas havia indicativos de que os dispositivos de interesse para visualização são *tablets* e *smartphones*, já que o produto final era uma conversor de moléculas biológicas para RA, RV e impressoras 3D.

### Tipos de Dispositivos para Visualização

Esta categoria está reservada para os tipos de dispositivos utilizados para visualizar as animações ou simulações em RA (Quadro 3). Os dispositivos identificados na maior parte dos trabalhos foram *tablets* e *smartphones*, tendo suas presenças identificadas em 4 (quatro) trabalhos. Foram identificadas ainda, visualizações utilizando o computador por meio da *webcam* (dois trabalhos). Em termos de mobilidade, os *tablets* e *smartphones* são mais fáceis de transportar, ao contrário do computador; e dado o número de publicações envolvendo esses dispositivos, podemos dizer que há uma tendência ao desenvolvimento de aplicativos para esses dispositivos móveis. Segundo Lemos (2007), a mobilidade ocorreu do seguinte modo:

O desenvolvimento da computação móvel e das novas tecnologias sem fio (*laptops*, *palms*, celulares) estabelece, no começo do século XXI, a passagem do acesso por «ponto de presença» (internet fixa por cabos), ao «ambiente generalizado de conexão» (internet móvel sem fio, telefones celulares, redes *bluetooth* e etiquetas de radiofrequência, RFID), que envolvem o usuário, em plena mobilidade. (LE MOS, 2007, p. 128)

Além de computadores, *tablets* e *smartphones*, o uso de capacete HMD também foi encontrado em 1 (um) trabalho. No caso desse equipamento, o fato de estar presente em um único trabalho pode estar relacionado ao valor de custo e a limitação em relação aos demais usos disponíveis nos demais dispositivos, tornando a tecnologia menos acessível. A respeito desse tipo de dispositivo, Rauschnabel et al. (2015) afirmam:

A quinta geração de mídia é chamada de dispositivo de realidade aumentada vestível (*wearable augmented reality devices* - WARD), ou seja, tecnologias vestíveis que mesclam realidades virtuais e físicas. Em outras palavras, essas tecnologias fundem o mundo real com elementos virtuais. Um exemplo dessa quinta geração de mídia são os óculos inteligentes de realidade aumentada. (RAUSCHNABEL et al., 2015, p. 5)

Contudo, também pode ser um indicativo de uma tendência das chamadas tecnologias vestíveis ou *wearable*, termo cunhado por De Souza e Silva (2004a) que o define da seguinte forma,

Wearable significa, literalmente, “o que se pode vestir”. O termo também está ligado aos *wearable computers*, ou computadores que são acoplados ao corpo e carregados com o usuário. (DE SOUZA E SILVA, 2004a, p. 6)

### **Softwares/Aplicativos**

Nessa categoria foram identificados *softwares*/aplicativos utilizados para promover experiências em RA (Quadro 3). As plataformas de programação empregadas nos trabalhos foram: Unity ou Unity 3D, Visual Studio 2010 e ARToolKit.

O *software* Unity ou Unity 3D é um *game engine* ou motor de jogo criado pela Unity Technologies com versões gratuitas para estudantes e usuários individuais. Esse *software* está presente em 4 (quatro) dos trabalhos. Um dos possíveis motivos para sua maior presença nos trabalhos é que esse software permite aos usuários desenvolverem jogos com uma “ferramenta profissional a baixo custo” (SILVA, 2020 p. 39). Por ser uma ferramenta que detém recursos que permitem produzir programas para além dos jogos e de baixo custo, o *software* possui um grande potencial para aplicação no desenvolvimento de programas ou aplicativos de RA para o ensino de Química, fato que é corroborado pela sua frequência nos trabalhos aqui analisados.

O Visual Studio é “um dos principais pacotes de programas de desenvolvimento da plataforma .NET<sup>3</sup>” (MURAKANI et al., 2013 p. 20) desenvolvido pela Microsoft. Apresenta um conjunto completo de ferramentas de desenvolvimento, dentre outras funcionalidades, para construção de aplicativos da área de trabalho e aplicativos móveis (MURAKANI et al., 2013).

Já o ARToolKit é considerado segundo Kirner e Tori (2006, p. 29) “um dos recursos mais populares da realidade aumentada”, e ainda,

Este ambiente de desenvolvimento baseia-se no uso de marcadores (cartões com uma moldura retangular e com um símbolo marcado em seu interior, funcionando como um código de barra), permitindo o uso de técnicas de visão computacional para calcular a posição da câmera real e sua orientação em relação aos marcadores, de forma a fazer com que o sistema possa sobrepor objetos virtuais sobre os marcadores. ARToolKit é um código aberto que possibilita alteração e ajustes para aplicações específicas. (KIRNER e TORI, 2006, p. 30)

O TINKER, Maya e o RealityConverter são ferramentas de *softwares* ou aplicativos de RA. O RealityConverter gera modelos 3D de biomoléculas que são compatíveis com a maioria dos programas de RA. (BORREL e FOURCHES, 2017), ou seja, não é uma ferramenta de programação e sim um complemento. O TINKER e o Maya também são usados para modelagem em 3D. Ambos aparecem uma vez em trabalhos distintos.

Também foi identificado o uso de Kits para Desenvolvimento de *Softwares* (*Software Development Kit* – SDK), que segundo Cuperschmid et al. (2013) “pode facilitar o desenvolvimento de aplicativos que utilizem RA. Esses SDKs possibilitam vasta gama de aplicabilidade e podem ser customizados de acordo com a necessidade individual”. Dentre os SDK existentes, foram identificados nos trabalhos: Vuforia e Metaio.

O *Augmented Reality Vuforia Software Development Kit* (AR Vuforia SDK) é utilizado em conjunto com o Unity, pois ambos são compatíveis com sistemas como iOS e Android e

seu uso se faz necessário porque segundo Panegalli et al. (2015),

Dentro do pacote do Vuforia, quando importado para o Unity3D, existe uma estrutura de pasta que é considerada importante, pois é nela onde ficam armazenados todos os arquivos para trabalharmos a RA e também para identificarmos onde ficam os marcadores que são essenciais para o jogo. (PANEGALLI et al., 2015 p. 5)

O Vuforia foi o SDK mais frequente nos trabalhos analisados, sendo usado em conjunto com o Unity nos 3 (três) trabalhos em que foi empregado. Assim como o Unity, o Vuforia se apresenta como opção mais frequente, na confecção de projetos com RA para o ensino de Química. O SDK Metaio possui as mesmas funcionalidades do Vuforia, está presente em apenas um (1) trabalho e está associado à plataforma de desenvolvimento de *software* Visual Studio.

---

<sup>3</sup>Plataforma .NET “é uma nova Interface de Programação de Aplicativos, API (Application Programming Interface) para programar em Windows”. (ROBINSON, 2004 apud MURAKANI et al., 2013)

A partir da análise das categorias foi possível verificar tendências sobre o uso da RA no ensino de Química, bem como as possíveis vantagens e desvantagens em aplicá-la, que serão descritas nas considerações finais deste trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A RA, enquanto objeto de pesquisa dos trabalhos analisados, apresentou-se como uma alternativa a fim de trazer o universo invisível para mais próximo do estudante ou pesquisador por meio da visualização das representações e comportamentos das entidades a nível submicroscópico que são observados em suas manifestações macroscópicas.

A importância de fazer o movimento de ligação entre as esferas submicroscópica e macroscópica está no fato de que embora as entidades de forma isoladas não confirmam as características à matéria, a oportunidade de visualizar entidades tão pequenas pode favorecer o estudante a conseguir relacionar as interações e seus reflexos no comportamento do todo.

Além disso, a mesma tendência em relacionar o submicroscópico e o macroscópico é tido como uma opção para substituir situações de laboratório. Ao se trabalhar com *softwares* que simulam um experimento, o docente se exime de lidar com situações que são comuns a prática científica, como por exemplo o erro experimental, os cuidados com o manuseio para a redução do erro, e no que diz respeito ao aprendizado, abdica de outra gama de informações que somente a prática experimental realizada presencialmente pode fornecer. Por exemplo, quando se executa uma prática, estão sendo trabalhados os cinco sentidos do indivíduo, enquanto que com um *software* os sentidos que são usados são os da visão e audição. Logo, o papel da RA pode ser de complemento nos casos experimentação e não como uma substituta da atividade experimental.

Nesse sentido, deve-se ter cautela em adaptar certas atividades que por si só tem um valor didático único e enriquecedor. A prática experimental proporciona algumas vivências que outras formas alternativas, embora sejam interativas, não proporcionam – isto é, não trabalham as múltiplas percepções sensoriais e, portanto, não proporcionam uma experiência completa de aprendizagem. Cabe ao docente estabelecer uma dosagem entre as ferramentas de acordo com quais habilidades e competências se busca desenvolver quando se opta por um ou por outro recurso.

Em termos de *softwares*/aplicativos, tem-se um amplo espectro a ser explorado, desde recursos que exigem um conhecimento avançado em programação e alto investimento aos que são de fácil manipulação, baixo custo ou, dependendo da finalidade e do tipo de usuário, são gratuitos.

Em virtude da rápida evolução das tecnologias de uma forma geral, os *softwares* para desenvolvimento de programas e aplicativos que proporcionam experiências em RA tendem a se tornar cada vez mais acessíveis, além de proporcionar o aumento da disponibilidade desses recursos prontos na forma de aplicativos, os quais poderão ser acessados pelos usuários sem a necessidade de criar algo novo.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à Universidade Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ao Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade e pelo aprendizado.

### **REFERÊNCIAS**

AZUMA, Ronald T. A. Survey of augmented reality. **Teleoperators and virtual environments**, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.

BILLINGHURST, Mark. Augmented Reality in Education. **New Horizons for Learning**, dez. 2002.

BORREL, Alexandre; FOURCHES, Denis. RealityConvert: a tool for preparing 3D models of biochemical structures for augmented and virtual reality. **Bioinformatics**, v. 33, n. 23 p. 3816- 3818, 2017.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Alcino. **Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy; MONTEIRO, Ana Maria Reis de Góes; RUSCHEL, Regina Coeli. Desenvolvimento de aplicativo de realidade aumentada para uso em projeto participativo de áreas de lazer. **Educação Gráfica**, v. 20, n. 3, 2016.

DE SOUZA E SILVA, Adriana Araújo. **Interfaces móveis de comunicação e subjetividade contemporânea**: de ambientes de multiusuários como espaços (virtuais) a espaços (híbridos) como ambientes de multiusuários. 2004. Tese (Doutorado em Comunicação) – Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro. 2004a.

FREITAS, Julia Campos; KADOOCA, Luciana Nami; MATILDES, Bibiane Lindsay. G.; MACIEL, Matheus Henrique F.; LOBATO, Anderson Cezar; SILVA, Nilma. Soares; RODRIGUES, Rosilene. T. O papel do erro na construção do conhecimento em atividades experimentais. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC; 2017, Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

GIORDAN, Marcelo. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva**

**sociocultural para compreender a construção de significados.** 1 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

GIORDAN, Marcelo; GÓIS, Jackson. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (RELATEC)**, v.3, n.2, p.41-59, 2004.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43- 49, 1999.

JOHNSTONE, Alex H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p.701-705, 1993.

KIRNER, Cláudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In: Livro pré-simpósio, XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2011, Uberlândia. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências.** Uberlândia, Sociedade Brasileira de Computação, 2011.

KIRNER, Claudio; SISCOUTTO, Robson Augusto. Fundamentos da Realidade Virtual e Aumentada. In: Livro do pré-simpósio, IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis, 2007. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações.** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2007.

KIRNER, Cláudio; TORI, Romero; SISCOUTTO, Robson Augusto. Fundamentos de realidade aumentada. In: Livro do pré-simpósio, VIII Symposium on Virtual Reality, Belém, 2006. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2006.

LEMOS, André. Cidade e mobilidade. Telefones celulares, funções pós-massivas e territórios informacionais, **Matrizes**, v. 1, n. 1, p. 121-137, 2007.

LÉVY, Pierre. Tradução Carlos Irineu da Costa. **Cibercultura.** 1 ed. São Paulo: Ed. 34, 1999, 264 p.

MURAKAMI, Ives Sagadi; LIMA, João Junior Marques de; LIMA, Wilian Carlos de. **Análise de bibliotecas para webservices no desenvolvimento em smartphones baseado no sistema operacional Microsoft® Windows Phone™.** 2013. Monografia (Engenharia de Computação), Universidade São Francisco, Itatiba, 2013.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração.** Catalão: UFG, 2011.

PANEGALLI, F. S., CAGLIARI, D.C., BERNARDI, G., CORDENONSI, A. Z. e MALLMANN, E. M.. Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Jogos Educacionais: um Estudo de Caso de um Jogo de Língua Inglesa. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE)**, v. 13, n. 1, 2015.

RAUSCHNABEL, P. A., BREM, A., RO, Y. K. Augmented Reality Smart Glasses: Definition, Conceptual Insights, and Managerial Importance. **Unpublished Working Paper, The University of Michigan-Dearborn, College of Business**, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Alexander\\_Brem/publication/279942768\\_Augmented\\_R\\_eality\\_Smart\\_Glasses\\_Definition\\_Conceptual\\_Insights\\_and\\_Managerial\\_Importance/links/5721ec2e08aee857c3b5dd6c/Augmented-Reality-Smart-Glasses-Definition-Conceptual-](https://www.researchgate.net/profile/Alexander_Brem/publication/279942768_Augmented_R_eality_Smart_Glasses_Definition_Conceptual_Insights_and_Managerial_Importance/links/5721ec2e08aee857c3b5dd6c/Augmented-Reality-Smart-Glasses-Definition-Conceptual-)

Insights-and-Managerial-Importance.pdf. Acesso em Agosto de 2021.

SILVA, Rafael Model da. **Difusão em meios confinados**: modelagem e simulação baseada na dinâmica de Langevin usando o motor gráfico Unity3D. 2020. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada), Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2020



### Artigo 2:

## 2. ENSINO DE QUÍMICA SUBMICROSCÓPICA: PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE O USO DA REALIDADE AUMENTADA NAS AULAS DE QUÍMICA

Esse trabalho foi aceito e será publicado na Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RenCiMa)<sup>4</sup> com Qualis A2 na área de Ensino da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) sob o ID 2985 (Anexo 2).

<sup>4</sup> <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/index>



eISSN 2179-426X

doi  
10.26843/rencima.vXXnXaXX

## Ensino de Química submicroscópica: percepções dos professores sobre o uso da realidade aumentada nas aulas de química

Gessica do Nascimento<sup>1</sup>  
José Cláudio Fonseca Moreira<sup>2</sup>  
Michelle Camara Pizzato<sup>3</sup>

**Resumo:** As tecnologias digitais, especialmente da Realidade Aumentada (RA), apresentam um potencial didático para o ensino de Química por possuírem recursos que permitem visualizar, em três dimensões (3D), representações do universo da química submicroscópica. Isso contribui para compreensão dos fenômenos que esse universo produz no âmbito macroscópico e permite um melhor trânsito entre as dimensões que compõem esse ramo do conhecimento. Sendo assim, o presente estudo, de caráter qualitativo e exploratório, teve por objetivo analisar a relação de um grupo de professores de ensino médio de Química com as tecnologias digitais em seus percursos acadêmico- profissionais, mais especificamente com a RA, por meio de entrevistas semi-estruturadas individuais. Os entrevistados são professores de escolas públicas e particulares da região metropolitana de Porto Alegre - RS. Os




dados obtidos a partir das entrevistas foram analisados através de Análise de Conteúdo. Por meio dessa Análise, foi possível identificar o desconhecimento sobre RA especificamente aplicada no ensino de Química, bem como os fatores que interferem na efetiva apropriação desta tecnologia nas aulas desta disciplina. Diante do exposto, cabe ressaltar que, ao entrarem em contato com os aplicativos de RA, os entrevistados demonstraram interesse e disposição em conhecer mais sobre a RA.


**Palavras-chave:** Realidade Aumentada. Ensino de Química. Tecnologias da Informação e da Comunicação. Conhecimentos dos Professores.


## Submicroscopic Chemistry Teaching: Teachers Perceptions About The Use Of Augmented Reality In Chemistry Classes

**Abstract:** Digital technologies, especially Augmented Reality (AR), present a didactic potential for teaching Chemistry because they have resources that allow visualizing, in three dimensions (3D), representations of the universe of submicroscopic Chemistry. It contributes to understanding the phenomena that the universe produces in the macroscopic scope and allows a better connection among the dimensions that make up this branch of

---

<sup>1</sup> Licenciada em Ciências da Natureza. Professora da Secretaria da Educação. Brasil, Rio Grande do Sul. ✉ gessikan@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-6915-8816>

<sup>2</sup> Doutor em Ciências (Bioquímica). Professor Titular do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Brasil, Rio Grande do Sul. ✉ 00006866@ufrgs.br.  <https://orcid.org/0000-0002-0619-4913>.

<sup>3</sup> Doutora em Ensino de Ciências. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre (IFRS-Campus Porto Alegre). Brasil, Rio Grande do Sul. ✉ michelle.pizzato@poa.ifrs.edu.br.  <https://orcid.org/0000-0002-3394-1179>.

Artigo recebido em xx/xx/2020; aceito em xx/xx/2020; publicado em xx/xx/2020

Knowledge. Therefore, the present study, of a qualitative and exploratory character, aimed to analyze the relationship of a group of high school teachers of Chemistry with digital technologies in their academic-professional paths, more specifically with AR, through interviews individual semi-structured. The interviewees are teachers in public and private schools from the metropolitan region of Porto Alegre - RS. The data obtained from the interviews were analyzed using Content Analysis. Through this Analysis, it was possible to identify the lack of knowledge about AR specifically applied in the teaching of Chemistry, as well as the factors that interfere in the effective appropriation of this technology in classes of this same subject. In view of the above, it is worth mentioning that, when they came into contact with AR applications, the interviewees showed interest and willingness to learn more about AR.

**Keywords:** Augmented Reality. Chemistry Teaching. Information and Communication Technologies. Teachers' Knowledge.

## Enseñanza De La Química Submicroscópica: Las Percepciones De Los Profesores Sobre El Uso De La Realidad Aumentada En Las Clases De Química

**Resumen:** Las tecnologías digitales, especialmente la Realidad Aumentada (RA), tienen un potencial didáctico para la enseñanza de la Química porque cuentan con los recursos que permiten visualizar en tres dimensiones (3D) representaciones del universo de la química submicroscópica. Esto contribuye a comprender los fenómenos que este universo produce en el alcance macroscópico y permite un mejor tránsito entre las dimensiones que componen este ramo del conocimiento. Así, el presente estudio, de carácter cualitativo y exploratorio, tuvo como objetivo comprender la relación de un grupo de profesores de secundaria de Química con las tecnologías digitales en sus trayectorias académico- profesionales, más específicamente con la RA, a través de entrevistas individuales semiestructuradas. Los entrevistados son profesores de escuelas públicas y privadas de la región metropolitana de Porto Alegre - RS. Los datos obtenidos de las entrevistas se analizaron mediante análisis de contenido. A través de este Análisis, fue posible identificar la falta de conocimiento sobre RA aplicado específicamente a la enseñanza de la química, así como los factores que interfieren en la apropiación efectiva de esta tecnología en las clases de este mismo contenido. En vista de lo anterior, cabe mencionar que, al entrar en contacto con las aplicaciones de RA, los entrevistados mostraron interés y disposición por conocer más sobre RA.

**Palabras clave:** Realidad Aumentada. Enseñanza de la Química. Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Conocimientos de los Profesores.

### Introdução

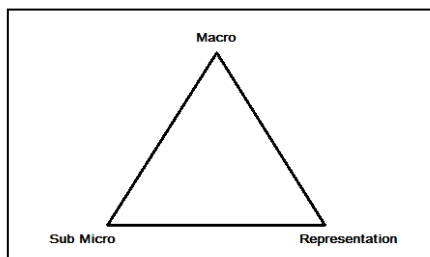
A Química é uma área de conhecimento que comporta teorias, métodos e técnicas que possibilitam a compreensão do mundo que nos rodeia. Entender os diversos conceitos da Química é, em grande parte, relacionar seus conceitos abstratos com o mundo visível. O que não se trata de uma tarefa fácil para quem ensina e, nem mesmo, para quem aprende.

Para compreender a Química, é necessário transitar entre as três dimensões que a compõem e que não podem ser dissociadas: as dimensões representacional, macroscópica e submicroscópica (GIORDAN, 2008). Embora cada dimensão dê conta de estruturar uma parte do conhecimento químico dando a impressão, para quem está iniciando nesse universo, de que cada parte possa ser aprendida separadamente, trata-se de uma estrutura de aprendizado simultâneo já que essas dimensões não existem isoladamente.

Essa visão de complementariedade é melhor explicitada com o Triângulo de Johnstone (figura 1), com o qual, o autor explica que para compreender a Química,

o discente necessita desenvolver a capacidade de transitar entre os vértices do triângulo estabelecendo ligações, sem limitar-se a uma região (JOHNSTONE, 1993).

Figura 1: Componentes da Química



Fonte: Johnstone (1993).

Além disso, se por um lado o ensino de Química aborda alguns conceitos por meio de experimentos, por outro, alguns não são facilmente compreendidos através de atividades práticas, como por exemplo a estrutura da matéria (átomos, ligações químicas, geometria molecular, etc). As teorias sobre estrutura da matéria e suas interações resultam, em parte, das manifestações que são percebidas pelos sentidos, mas é no mundo invisível (submicroscópico) que tais estruturas e interações se processam. Esse é um dos motivos para as dificuldades de entendimento dos estudantes sobre o papel de cada dimensão e as relações entre elas.

Para que os processos de aprendizagem da Química se deem de forma mais articulada, o professor se utiliza dos recursos que estão ao seu alcance e, ainda, de muita criatividade para explicar certos conceitos. No entanto, somente a criatividade não dá conta de criar situações que demonstrem os conceitos baseados em modelos e representações. Mesmo que esses modelos tenham evoluído no decorrer do tempo, ainda assim, dizem respeito ao universo submicroscópico e, portanto, inviáveis de visualizar. Por isso, tem-se buscado recursos didáticos que proporcionem ao discente vislumbrar algo ao menos próximo do que se tratam as teorias relacionadas a esse ramo do conhecimento. Com a crescente evolução das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), muitos recursos para fins didáticos acabaram por ser contemplados com versões digitais das mais diversas áreas de conhecimento. Nesse sentido, as tecnologias digitais podem fornecer ferramentas para fins educativos no ensino de Química, pois, têm o potencial de ajudar os discentes a entenderem conceitos abstratos que exigem construções mentais mais elaboradas e que, muitas vezes, são o resultado da união de mais de uma teoria

Entre as ferramentas disponíveis para TDIC, como jogos educativos e aplicativos para dispositivos móveis, existem os *softwares* de animações e simulações que utilizam a chamada Realidade Aumentada (RA). Tecnologia que permite imagens superpostas sobre os ambientes físicos reais por meio de dispositivos tecnológicos. A RA tem suas bases na Realidade Virtual (RV) (AZUMA, 1997) cuja primeira aparição e aplicação ocorreu na Força Aérea Americana na década de 80 (KIRNER; KIRNER, 2011).

Dos anos 80 até os dias atuais, a RA evoluiu e se tornou popular por estar adaptada para os dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets*. O que permitiu ao público em geral o acesso a essa tecnologia, que vai de aplicativos para entretenimento a objetos de aprendizagem nos mais variados campos do conhecimento. Para a Química, a RA apresenta um grande potencial por permitir a simulação de ambientes e objetos que o ser humano não percebe com seus sentidos e que exigem imaginação para elaborar suas representações.

Contudo, pode-se dizer que o uso de RA em aulas de Química ainda é pouco explorado, haja visto o reduzido número de publicações sobre experiências que abordem essa temática (NASCIMENTO; MOREIRA; PIZZATO, 2021, no prelo). Isso nos fez questionar sobre o conhecimento e a apropriação (ou não) desta tecnologia pelos professores e, com isso, compreender e traçar estratégias para o efetivo uso da RA como recurso didático no ensino de Química.

Assim, este artigo apresenta um estudo cujo objetivo foi verificar se professores de Química em exercício conhecem a RA e qual a relação deles com tal tecnologia, tanto durante processos de formação inicial ou continuada como quanto em suas práticas docentes cotidianas.

RA e o Ensino de Química A compreensão da Química, para alguns autores, está relacionada à “natureza particulada, abstrata e não observável da Química, e da necessidade de rápida transferência entre os três níveis de representação” (GIORDAN, 2008, p.180), ou ainda, à percepção de complementariedade dos lados do Triângulo de Johnstone (figura 1) (JOHNSTONE, 1993). Entender que a Química trata de transformações que ocorrem na matéria no âmbito submicroscópico faz com que o conhecimento dessa ciência se torne mais compreensível, por dimensionar fatores que habitam um terreno tão distante do observável, mas imprescindíveis para compreender as reações químicas que ocorrem o tempo todo na natureza.

Por exemplo, para atestar que ocorreu alguma modificação química na matéria, alguns requisitos ensinados nas aulas de Química devem ser observados, como a mudança de cor das substâncias, desprendimento de gás ou formação de precipitado, entre outros. No entanto, esses fenômenos podem não ser de longa duração, estáveis ou mesmo perceptíveis a olho nu. Além disso, atrelar a identificação da ocorrência dos fenômenos de transformações químicas a aspectos macroscópicos é uma das maneiras de ensinar que a matéria sofre mudanças e, também, de demonstrar que isso se dá devido às mudanças na estrutura da matéria. Portanto, o que se apresenta visualmente é a consequência dos rearranjos que ocorrem a nível submicroscópico.

Nesse sentido, a RA permite conhecer os comportamentos dos elementos invisíveis, o que é positivo quando precisamos compreender propriedades a nível atômico (YANG; MEI; YUE, 2018). Além disso, a RA pode proporcionar uma visão tridimensional de átomos e moléculas, o que permite relacionar aspectos teóricos que tratam justamente dessas características como fatores determinantes de certos comportamentos da matéria (MERINO et al., 2015).

Outro aspecto no qual a RA pode contribuir para o ensino de Química diz respeito às atividades práticas experimentais. Embora se reconheça que as práticas experimentais têm valor significativo para aprendizagem, muitas vezes elas não ocorrem por não haver materiais para execução, espaço físico específico (laboratório) ou tempo para a pesquisa e organização da atividade.

Um argumento para a não execução de atividades práticas refere-se aos riscos que os docentes e discentes podem estar sujeitos durante a atividade prática (YANG, MEI, YUE; 2018). Há também, a preocupação com a produção de resíduos que, em alguns casos, necessitam de uma destinação específica devido a seus efeitos tóxicos e reativos. Nesses casos, a RA é vista como uma forma de apresentar uma determinada prática experimental de modo virtual, evitando assim a prática física e, com isso, reduzindo a produção de resíduos de laboratório (TEE et al., 2018).

Com a inserção de representações de uma rotina de laboratório por meio de TDIC, mais especificamente da RA, pode se ter a possibilidade de apresentar uma circunstância ideal de laboratório. Outra opção é o uso em treinamento para o manuseio de equipamentos de laboratório, tanto no âmbito da segurança quanto em relação à complexidade, para operar alguns equipamentos (TEE et al., 2018). Em

qualquer uma das situações, a RA é um recurso complementar e não um substituto às atividades práticas experimentais.

## **Metodologia**

A presente pesquisa é de natureza qualitativa e descritiva (BOGDAN; BIKLEN, 1999) e, quanto aos objetivos, assume um caráter exploratório (GIL, 2008) por buscar analisar como os professores se relacionam com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e, também, averiguar se nos seus percursos acadêmico-profissionais realizaram alguma formação voltada ao uso das TDIC em sala aula.

A fim de atender aos objetivos da pesquisa, foram convidados professores da rede de ensino pública e privada da região metropolitana de Porto Alegre. Para participarem da pesquisa, os professores deveriam ter no mínimo 2 (dois) anos de experiência e formação em licenciatura ou bacharelado em Química, Biologia ou Física.

Foram entrevistados 6 (seis) professores, dos quais, 4 (quatro) são do gênero feminino e 2 (dois) do masculino, entre a faixa etária de 30 (trinta) e 60 (sessenta) anos. Para fins de organização e proteção das identidades dos participantes, optou-se por não definir o gênero dos entrevistados individualmente e, por isso, serão todos denominados de “Entrevistado”. Para que houvesse fluidez na leitura, cada entrevistado recebeu uma identificação em forma de sigla, composta pela letra “E” seguida de uma numeração entre 1 e 6 (por exemplo, para o entrevistado 1 a sigla correspondente é E1).

No quadro 1, as informações sobre os entrevistados são relacionadas à formação inicial e continuada, tempo de docência, tipo de instituição em que exercem suas atividades e outras informações que possam contribuir para entender o perfil de cada participante.

**Quadro 1: Perfil dos entrevistados**

Sigla	Formação/ Ano de Conclusão	Tempo de Docência	Instituição	Formação em TDIC (Inicial ou Continuada)
E1	Licenciatura em Química/2004.	16 anos.	Pública e Privada.	Não possui.
E2	Engenharia Química Industrial/2005. Licenciatura em Química/2011. Mestrado/2007 e Doutorado/2012.	10 anos.	Pública.	Não possui.
E3	Graduação em Ciências – Habilitação em Química/1986.	42 anos.	Pública.	Não possui.
E4	Técnico em Química/não mencionou ano de formação, Bacharelado e Licenciatura em Química.	28 anos.	Pública.	Não possui.
E5	Licenciatura em Química/1992. Especialização em Ensino de Química/1997 e Toxicologia Aplicada/2001.	28 anos.	Pública.	Não possui.
E6	Licenciatura em Química/2008. Especialização em Psicopedagogia.	7 anos.	Pública.	Não possui.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira etapa que precedeu a entrevista foi contatar as escolas solicitando a entrada no ambiente escolar para convidar os professores a participarem da pesquisa. As instituições, por sua vez, informaram o dia e o turno que seria possível conversar com os educadores de Química que estavam interessados em participar do presente estudo.

O primeiro contato objetivou apresentar, de forma sucinta, sobre o que se tratava a pesquisa e os professores que aceitaram participar receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para lerem e assinarem. Também, nesse primeiro encontro, foram agendadas as entrevistas com data e horário estipulados pelos discentes.

A coleta de dados se deu por meio de entrevistas gravadas por áudio e norteadas por 8 (oito) questões abertas (quadro 2). Após conhecer a trajetória formativa dos entrevistados, saber se faziam uso de TDIC em suas aulas e questioná-los se conheciam a RA (questões 1 a 4), eles eram apresentados a dois aplicativos de RA. Durante o uso dos aplicativos, os professores foram convidados

a comentarem suas impressões e a tirarem suas dúvidas, caso surgissem. A duração média de cada entrevista foi de 45 (quarenta e cinco) minutos.

### Quadro 2: Questões aplicadas na entrevista.

nº.	Questões
1	Em que ano tu te formaste (formação inicial e continuada)? Qual tua formação?
2	Há quanto tempo lecionas Química?
3	Fazes uso das TDIC em tuas aulas? Quais? Por quê?
4	As Tecnologias Digitais (TD) como <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> são dispositivos móveis que evoluem constantemente e estão presentes na rotina das pessoas. Com essa evolução, essas ferramentas foram ganhando cada vez mais atributos, como meios para ouvir músicas, baixar arquivos e jogos, entre outros. Acompanhando essa revolução das ferramentas digitais, para fins educativos, também foi desenvolvida a ferramenta digital da Realidade Aumentada (RA), na qual é possível inserir objetos virtuais em ambientes reais. Tu já conheces a RA? Qual?
5	Fazes ou já utilizas, em algum momento, nas suas aulas a RA? Se sim, como? Se não, por quê?
6	Para quais conteúdos tu identificas a RA como uma ferramenta facilitadora do processo de aprendizagem?
7	Quais os impedimentos e limites que tu identificas no uso da RA em sala de aula?
8	Durante a tua formação (inicial ou continuada) tiveste alguma disciplina específica ou algum estudo que proporcionasse uma discussão sobre o uso das TDIC, no qual , fora explicitamente mencionado a RA como uma ferramenta com potencial educativo?

Fonte: Elaborado pelos autores.

O primeiro aplicativo apresentado tratava da visualização da geometria de algumas moléculas (*Géométrie des molécules*) e o segundo de isomeria (*Izomérie Z/E*). Ambos aplicativos foram desenvolvidos pela Plataforma de Realidade Virtual e Aumentada *Mirage* e estão disponíveis para as versões *iOS* e *Android*. Estes aplicativos foram escolhidos em razão de permitirem a visualização e utilização de conteúdos diversificados e permitem abordar temas como polaridade das moléculas, ligações químicas, teoria da repulsão dos pares não ligantes, isomeria, além de apresentarem uma boa estética na apresentação das moléculas e serem de fácil manuseio.

Depois de os entrevistados conhecerem os aplicativos e verem na prática do



que realmente se tratava, eles foram novamente questionados sobre se conheciam a RA (questão 5). O motivo de se trazer novamente esse questionamento foi porque eles poderiam já ter visto ou conhecerem algumas das tecnologias apresentadas, mas não estarem associando elas aos nomes que recebem. Nas 3 (três) últimas perguntas (questões de 6 a 8), os professores foram convidados a refletir sobre a possibilidade de usarem a RA em suas aulas; se haviam impedimentos para não a utilizarem; e, por fim, questionou-se se durante as suas formações, inicial ou continuada, houve alguma disciplina ou discussão sobre o uso de TDIC e se a RA alguma vez fora mencionada. Além disso, foi questionado se nas formações que ocorreram nas escolas em que trabalham, em algum momento, contemplaram o uso de tecnologias digitais em sala de aula.

Os dados produzidos nas entrevistas foram analisados e organizados em categorias e subcategorias por meio da Análise de Conteúdo (MORAES, 1999) como método de análise do material obtido. As categorias e subcategorias originaram-se do exame dos dados obtidos a partir da organização em unidades de análise. Tendo em vista que os entrevistados traziam suas percepções sobre o tema pesquisado, de acordo com sua relação próxima ou distante às tecnologias digitais, as categorias emergiram da análise das entrevistas, não ficando circunscritas somente às questões.

## **Resultados e Discussão**

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise das entrevistas realizadas. O quadro 3 apresenta as categorias e subcategorias.

**Quadro 3: Categorias e subcategorias.**

	Categoria	Sigla	Subcategoria
Sobre os usos das TDIC	Tipos de Usos	TU	Outros Recursos
			Recursos para Química
	Objetivos	OB	TDIC complementar
Realidade aumentada	Finalidade	FI	Comercial
			Recreativa
			Educativa
	Potencialidade	PO	Atitudinal
			Didática
	Limitações	LI	Estrutural
			Desconhecimento/Falta de Treinamento
			Tradicionalismo/Tendência conservadora
			Uso de Tecnologia Multifuncional
			Ensino de Química
Percepções sobre o ensino de química atual	Mudanças	MU	Presença do EAD
			Motivação
			Praticidade
			TDIC e Autonomia

Fonte: Elaborado pelos autores.

O quadro 4 apresenta a descrição das subcategorias.

**Quadro 4: Descrição das Subcategorias.**

Categoria	Subcategoria	Descrição
TU	Outros recursos	Recursos associados a TDIC, mas que não são necessariamente associados à Química. Exemplo: cronômetro, navegador da internet, câmera para fins de ampliar imagens).
	Recursos para Química	Recursos associados a TDIC que são associados à Química. Exemplo: aplicativo de tabela periódica e outros aplicativos e soluções para atender a demanda de assuntos relacionados à química.
OB	TDIC Complementar	TDIC usada como recurso complementar ou concomitante a outros recursos.
FI	Comercial	RA associada a produtos de consumo.
	Recreativa	RA associada a brinquedos ou produtos de entretenimento infantil.
	Educativa	RA associada a recursos utilizados para fins educativos.
PO	Atitudinal	Mudança de atitude com relação à sua maneira de ver o uso das TDIC, ampliando a ideia da diversidade de recursos disponíveis para além de projetos e plataformas de postagem de conteúdo.
	Didática	Relação entre os aplicativos de RA para o ensino de Química e os conteúdos das aulas, e/ou identificação/elaboração de novas abordagens utilizando os aplicativos de RA.
LI	Estrutural	Falta de estrutura como internet (escola e domicílio).

	Desconhecimento/Falta de Treinamento	Falta de formação para operar as TDIC.
	Tradicionalismo / Tendência conservadora	Reprodução das experiências de aprendizagem vivenciadas na educação básica e na própria formação docente.

LI	Uso de tecnologia multifuncional	Dificuldades em ministrar aulas com a presença das TDIC sem perder o foco na aula.
	Ensino de Química	Problemáticas associadas ao ensino de química como por exemplo ensinar a partir do cotidiano, a ausência de conhecimentos prévios dos discentes, etc.
MU	Presença do EAD	Identificação da possibilidade da presença do EAD na educação básica em razão da evolução e crescimento de recursos digitais.
	Motivação	Identificação da RA como uma potencial motivadora para aprender conteúdos de Química.
	Praticidade	Comparação entre os modelos físicos disponíveis em relação ao aplicativo de RA, que apresenta as estruturas prontas e de fácil manipulação.
	TDIC e Autonomia	Identificação de uma mudança de comportamento da sociedade em relação a tempo e autonomia que as TDIC proporcionam.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### Sobre os Usos das Tecnologias Digitais

Quando questionados se os entrevistados faziam uso de alguma tecnologia digital em suas aulas, duas categorias emergiram das respostas a esse questionamento: uma, segundo os tipos de uso (TU), e outra, quanto aos objetivos (OB). A primeira categoria que está relacionada aos tipos de uso da TDIC (TU) foi dividida em duas subcategorias: Recursos para Química e Outros Recursos. A segunda categoria identificada foi quanto ao objetivo (OB) do uso das tecnologias digitais nas aulas e subcategorizada em TDIC complementar.

Na categoria TU, a subcategoria “Outros Recursos” englobou as tecnologias

digitais que podem ser usadas em aulas de qualquer área do conhecimento.

Ou seja, não são tecnologias desenvolvidas para atenderem em especial às aulas de Química. Na subcategoria “Recursos para Química” (TU), os entrevistados mencionaram o uso de tecnologias digitais desenvolvidas com o foco no ensino de conteúdo desse componente, como por exemplo os *softwares* de Química.

Em Outros Recursos, são citados, uma plataforma digital (tecnologia recente) e um equipamento (tecnologia não tão recente). Em Recursos para Química, é mencionado um *software* de construção e edição de estruturas e equações químicas para computador que existe há bastante tempo (o *ISIS/Draw*) e o uso de um *software* de tabela periódica, porém o entrevistado não mencionou qual. A tecnologia mais recente utilizada e citada é de uso inespecífico. Ou seja, a plataforma Google Sala de Aula é atual, no entanto, sua aplicação é ampla e não está restrita e nem fora desenvolvida, exclusivamente, para o Ensino de Química.

No quadro 5, apresentam-se algumas das falas representativas das subcategorias referentes à categoria TU.

**Quadro 5: Fragmentos representativos referente a categoria TU e suas subcategorias.**

Categoria	Subcategoria	Fragmentos das entrevistas
TU	Outros recursos	<i>“Bom então, tecnologia digital são aquelas bem tradicionais né. A gente tem uma plataforma no Google Sala de Aula. (...) às vezes eu faço projeção com Datashow (...)” (E6)</i>
	Recursos para Química	<i>“(...) alguma coisa de interação com softwares como por exemplo: tabela periódica usa também, (...) então algumas vezes nós usamos o laboratório de informática para eles usarem o ISIS/Draw(...)” (E1)</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante as entrevistas, identificou-se que as TDIC, quando faziam parte das aulas, eram introduzidas como complemento de alguma explicação ou de estudo (TDIC Complementar - Quadro 6). Além disso, nenhum dos entrevistados acenou com a possibilidade de ter elaborado uma aula em que a TDIC era empregada de modo central com objetivo de promover o desenvolvimento de um conteúdo da Química. O uso de TDIC como recurso complementar pode estar associado, como manifestou E2 (Quadro 6), às dificuldades ou mesmo aos impedimentos de acesso aos recursos necessários, tais como falta de internet e equipamentos (computadores,

tablets, smartphones).

**Quadro 6: Fragmento representativo referente a categoria OB e suas subcategorias.**

Categoria	Subcategoria	Fragmento da entrevista
OB	TDIC complementar	<p><i>“Na parte de inorgânica tem um aplicativo pra nomenclatura de sais, de ácidos, mas eu não uso em sala de aula, porque às vezes a internet não funciona, então eu comento em sala de aula e os alunos usam em casa, mais para forma de estudo deles”. (E2)</i></p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Comumente, nas aulas de Química convencionais, os professores têm a preocupação de demonstrar as estruturas moleculares com o objetivo de afirmar ou confirmar as teorias trabalhadas em aula. Portanto, quando as TDIC se fazem presentes, são para instrumentalizar a aula como forma de atestar a veracidade ou validade de uma explicação.

Para possibilitar que uma TDIC deixe de ser um acessório e passe a ser empregada como ferramenta principal para o ensino da Química, a configuração das aulas também deveria sofrer mudanças como, por exemplo, passarem de aulas expositivas/demonstrativas para colaborativas/de pesquisa, nas quais os discentes elaborariam os conceitos a partir da análise, socialização e pesquisa, utilizando como instrumento as TDIC.

Semelhante aos resultados obtidos nesta pesquisa, no trabalho desenvolvido por Yang *et al.* (2018), que teve como público-alvo professores de Química em formação inicial, a RA foi utilizada para visualizar as representações de elementos químicos, suas propriedades e reações químicas possíveis. Seis dos participantes desse trabalho identificaram que a RA auxiliou “a reforçar os conteúdos do curso”, ficando evidente o caráter demonstrativo que a RA assumiu quando utilizada para reforçar a explicação e validar um conteúdo.

Na categoria TU, mesmo os recursos específicos para o Ensino de Química, como *softwares* e aplicativos que apresentam estruturas moleculares ou a própria versão da tabela periódica em formato digital, são empregados como recursos acessórios no ensino. Pode-se dizer que pelo mesmo motivo que na categoria OB, a RA não assume um papel de TDIC principal para o desenvolvimento do

conhecimento sobre Química, em razão da preocupação em provar para o discente, depois de uma explicação, que de fato o fenômeno ocorre perfeitamente da forma exposta, também, restringe-se o uso da TDIC a uma atividade ou ferramenta opcional para reforçar um conceito.

### **Realidade Aumentada**

Durante as entrevistas, o termo Realidade Aumentada não fora mencionado pelos entrevistados quando questionados se aplicavam alguma TDIC em suas aulas. Somente atentaram a que se tratava essa tecnologia e ao termo RA após a leitura da questão 4 da entrevista (quadro 2). No entanto, nenhum dos entrevistados teve contato com a RA para o uso no Ensino da Química e, o entrevistado que reconheceu esse recurso, somente o fez por meio de outras formas de aplicação. Fato que resultou na criação da categoria finalidade (FI).

Ao manipularem os aplicativos, os entrevistados demonstraram interesse pela tecnologia e teceram comentários acerca do que observaram durante o manuseio. A partir disso, identificamos e organizamos além da FI em torno da Realidade Aumentada, as categorias: potencialidade (PO) e limitações (LI). Cabe ressaltar que a categoria FI surgiu a partir da explicação sobre do que se tratava a RA, antes dos entrevistados terem acesso aos aplicativos. As categorias PO e LI surgiram da análise dos comentários gravados a partir do contato dos entrevistados com os aplicativos.

Como a RA pode ser aplicada em diversos seguimentos e o seu uso não é exclusivamente para fins educativos, apenas um dos entrevistados conhecia a RA sem saber que se tratava dessa tecnologia aplicada para outras finalidades. Por esse motivo, foi possível identificar a existência de uma categoria relacionada à finalidade ou ao contexto, a qual foi empregada e subdividida de acordo à sua aplicação em três fins: comercial, recreativo e/ou educativo.

No quadro 7 estão alguns fragmentos das entrevistas em que a RA se apresenta aplicada às três finalidades.

**Quadro 7: Fragmentos representativos referente a categoria FI e suas subcategorias.**

Categoria	Subcategoria	Fragmentos das entrevistas
FI	Comercial	<i>(...) uns produtos que a gente compra com, às vezes embalagem de leite, alguma coisa assim, tu faz a leitura do código de barras e aparece alguma coisa”. (E1)</i>
	Recreativa	<i>“(...) tem livrinhos que também tem realidade virtual, perdão, realidade aumentada (...) mas tu coloca ali e lê o código QR e tu vê imagens passando no celular, no tablet (...)”. (E1)</i>
	Educativa	<i>“Já vi, mas não acessei porque não era meu o livro. Livros didáticos com códigos QR para essas realidades aumentada, mas não cheguei a acessar (...)”. (E1)</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na fala do entrevistado E1, quanto ao uso da RA com finalidade comercial, não foi possível identificar qual o tipo de imagem ou animação que fora visualizado e tampouco qual o tipo de informação que esse recurso apresentou. No entanto, nestes casos, a RA permite ao consumidor acessar informações de forma dinâmica por meio de animações ou figuras que são projetadas no ambiente físico a partir de um marcador presente na embalagem.

Para o fim recreativo, o entrevistado mencionou a presença dessa tecnologia em produtos infantis. Vários setores utilizam as TDIC como forma de reinventar algum produto ou, até mesmo, como forma de atrair a atenção do consumidor para um novo produto. Porém, vale salientar que não é objetivo deste trabalho analisar esses fins (comercial e recreativo) e que eles estão somente sendo citados por serem usos recorrentes na atual sociedade.

A categoria potencialidade (PO) e suas subcategorias emergiram durante as entrevistas enquanto os entrevistados testavam os aplicativos de realidade aumentada. As subcategorias estão relacionadas às falas dos entrevistados que, ao mesmo tempo que, apresentavam encantamento e motivação (subcategoria atitudinal), expressaram algumas ideias para as aulas com o auxílio do aplicativo (subcategoria didática). No Quadro 8 estão alguns trechos das entrevistas que representam as duas subcategorias relacionadas a PO.



**Quadro 8: Fragmentos representativos referente a categoria PO e suas subcategorias.**

Categoria	Subcategoria	Fragmentos das entrevistas
PO	Atitudinal	<i>“Ai que legal! Como imprime esse papel aqui (o marcador)? Cara, como é que consegue num papel que não diz nada! (o entrevistado está visualizando a molécula usando o app de RA e o marcador impresso) Olha aqui, que máximo!” (E2)</i>
	Didática	<i>“(…) já estou pensando em competições fora da sala de aula, tipo... Nossa, se o nome da molécula é tal, vai para tal lugar; se o nome da molécula for tal, vai para tal lugar e aí tipo mandar tipo, um...um ...eu estou viajando muito longe... (…)” (E1)</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

A terceira e última categoria relacionada a RA está associada às limitações (LI) dessa tecnologia. Ela surgiu da identificação de situações em que os entrevistados percebem algumas dificuldades para o uso da RA em sala de aula, e, ainda, de algumas lacunas no ensino de Química que a RA não preenche até o momento.

Para a categoria LI foram identificadas cinco subcategorias: Estrutural, Desconhecimento/Falta de Treinamento, Tradicionalismo/Tendência Conservadora, Ensino de Química e uso de Equipamento Multifuncional (Quadro 9).

**Quadro 9: Fragmentos representativos referente a categoria LI e suas subcategorias.**

Categoria	Subcategoria	Fragmentos das entrevistas
	Estrutural	<i>“(…) pra baixar eles vão precisar internet, às vezes a gente não tem, porque aqui a gente trabalha com alunos de todos os “níveis”(financeiro) , do mais alto ao mais baixo (...), então a minha dúvida seria essa só, a questão de tu ter ...equalizar isso (...)” (E4)</i> <i>“(…) temos Wi-fi (na escola), agora já está melhor, não está perfeito, mas está melhorando(...) algumas salas não(...) uma sala que eu trabalho bastante, não pega o sinal (...)” (E6)</i>
	Desconhecimento/Falta de Treinamento	<i>“O principal empecilho de todos, de aplicar a tecnologia nunca é o aluno e às vezes não é falta de tecnologia - é o professor mesmo, sabe? ”. (E1)</i>

LI	Tradicionalismo/ Tendência Conservadora	<i>“(...) É... eu já sou...vamos dizer assim...minha formação toda foi com aquele sistema tradicional, métodos tradicionais de quadro negro e giz e eu praticamente continuo reproduzindo esse sistema, pouco faço uso de tecnologia...uso às vezes o retroprojeter ainda (fala alongada) um retroprojeter mais é quadro negro e canetinha (hoje), nem o giz mais (...)”.</i> (E3)
	Uso de Tecnologia Multifuncional	<i>“(...) com certeza com isso aí dá para ver melhor, dá para se interessar mais...e outra, o principal que eu acho, não brigar com o celular né, utilizar ele para o nosso lado (...)”.</i> (E1)
	Ensino de Química	<i>“(...) muitos deles, nunca viram um produto de limpeza. Eles não sabem quando tu fala em desengraxar (...)”.</i> (E4)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Um ponto que chamou a atenção foi que, quando questionados, os entrevistados apontaram a dificuldade de a escola não proporcionar acesso à tecnologia, principalmente, à internet. A realidade é que muitas escolas públicas não possuem nem mesmo boa parte da infraestrutura básica como classes, cadeiras, iluminação de qualidade - ou mesmo se possuem, estão em péssimo estado de conservação e uso -, assim, quando tratamos da inserção de TDIC na sala de aula, é preciso ter em mente que essa realidade é acrescida de uma população que acessa as tecnologias, mas de forma precária e que o acesso à internet não é uma realidade em todos os domicílios do país.

Conforme apontam os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2018, houve um aumento em 2018 em relação a 2017 de 74,9% para 79,10% dos domicílios do país que possuem acesso à internet (IBGE, 2018). Ainda, na mesma pesquisa, apontou-se os motivos para a não utilização da internet nos domicílios pesquisados,

Em 2018, nos 14 991 mil domicílios do País em que não havia utilização da Internet, os três motivos que mais se destacaram representavam, em conjunto, 84,4%. Esses três motivos foram: falta de interesse em acessar a Internet (34,7%), serviço de acesso à Internet era caro (25,4%) e nenhum morador sabia usar a Internet (24,3%). O motivo de o serviço de acesso à Internet não estar disponível na área do domicílio abrangeu 7,5% das residências em que não havia utilização da Internet e o motivo de o equipamento eletrônico para acessar a Internet ser caro, 4,7% (IBGE, p.7 2018).

A julgar por esses dados, principalmente pelo fato de que 25,4% consideram o acesso à internet caro, é importante que as escolas tenham condições de proporcionar o acesso à internet para que se possa proporcionar aulas com o uso das tecnologias digitais como a RA.

Em relação ao porte de dispositivos móveis, a pesquisa do IBGE de 2018 mostra que, no Brasil, 79,3% da população de 10 anos ou mais de idade possuem telefone móvel celular para uso pessoal. Nesse sentido, embora 20,7% dos entrevistados não portavam dispositivos móveis celulares, cabe ressaltar que não há necessidade de cada discente portar um aparelho de telefone para desenvolver atividades em sala de aula. Estas tarefas e trabalhos podem ser realizados em grupos, por meio de aplicativos de RA em equipamentos compartilhados. Logo, pode-se afirmar que um dos pontos críticos, em termos na estrutura disponível para que se possa usar TDIC na sala de aula, está a falta de disponibilidade de acesso à internet para baixar os aplicativos e não na necessidade de cada indivíduo portar um aparelho celular.

Na subcategoria Desconhecimento/Falta de Treinamento (LI), é perceptível o reconhecimento de que existem recursos tecnológicos disponíveis, mas que, muitas vezes, o professor não tem treinamento ou experiência para manipular tais ferramentas e, por isso, não os utiliza em sala de aula. Esse resultado coincide com o encontrado na pesquisa de De Jesus Ramos e Amaral (2013), realizada com 57 (cinquenta e sete) professores que trabalham com Ensino de Ciências da Natureza e Matemática no Ensino Médio, sobre como eles se relacionam com as TDIC. Neste estudo os autores identificaram que:

[...] ao serem questionados sobre se se sentem à vontade para utilizar, avaliar criticamente e criar novas possibilidades pedagógicas, a partir da integração dos recursos das TICs ao processo de ensino e aprendizagem, as justificativas apresentadas são permeadas por dúvidas e incertezas. Como, por exemplo, “por não ter o domínio ou desconhecer a ferramenta em toda sua potencialidade eu não me sinto confortável para utilizar tais recursos” (PF2). (DE JESUS RAMOS; AMARAL, 2013 p. 592)

Em relação à fala do entrevistado E3, que deu origem à subcategoria Tradicionalismo/Tendência Conservadora (LI), verificou-se a presença de métodos tradicionais na abordagem dos conteúdos, devido às experiências formativas vivenciadas e que são familiares ao docente. Nesse sentido, ele elabora uma figura durante o processo formativo do que é “ser professor” atrelado ao método utilizado

para ensinar, reproduzindo no seu fazer docente o que acredita ser o modelo a seguir. Schuhmacher *et al.* (2017) analisam em seus estudos a deficiência nos cursos de formação de licenciatura em preparar ou, mesmo de, proporcionar uma relação mais íntima entre os futuros educadores e as TDIC. Essa lacuna se manifesta em forma de barreiras para inserção das TDIC na sala de aula. Como apontam os autores:

[...] o professor passa por todo um ciclo de formação, aprendendo “a como ser professor”. Nessa construção, espelha-se em seus formadores, no que acredita ser ideal ou conveniente, no perfil profissional do professor. Acreditamos que o licenciado, durante sua formação inicial, tenha construído um obstáculo didático de origem cultural, pois acabará por repetir o formato apresentado durante os anos de sua formação (SCHUHMACHER *et al.*, 2017 p. 572).

Em relação à subcategoria Uso de Tecnologia Multifuncional (LI), alguns dos entrevistados comentaram que a tecnologia tira a atenção dos alunos nas aulas, o que gera uma tensão entre o docente e os discentes. Além disso, existe um desconforto por parte dos discentes quando se trata de manipular a tecnologia multifuncional, em razão da falta de familiaridade com esses equipamentos.

Segundo um dos entrevistados, muitos docentes preferem não utilizar recursos tecnológicos multifuncionais em suas aulas por não dominarem o seu manuseio. Temem que, com isso, possam passar por algum constrangimento ou, ainda, que, por qualquer razão, a aula possa não ocorrer conforme o planejado.

### **Percepções Sobre o Ensino de Química Atualmente**

Para a subcategoria Ensino de Química Atualmente foi possível identificar antigos anseios como o de ensinar a Química relacionando esse conhecimento com o cotidiano, além de novos dilemas que surgiram em razão das TDIC.

A última categoria Mudanças (MU) e suas subcategorias referentes às percepções sobre o “Ensino de Química Atualmente” surgiram especialmente após os entrevistados manipularem os aplicativos de RA e também porque, possivelmente, estavam em um momento mais relaxado em relação à entrevista, pois tinham acabado de ser colocados frente a frente com um novo recurso didático. As subcategorias relacionadas a MU são: Presença do Ensino à Distância (EAD), Motivação, Praticidade do Recurso e TDIC e Autonomia, cujos trechos representativos das entrevistas estão apresentados no quadro 10.

**Quadro 10: Fragmentos representativos referente a categoria MU e suas subcategorias.**

Categoria	Subcategoria	Fragmentos das entrevistas
MU	Presença do Ensino a Distância (EAD)	<i>"(...) no futuro vão ser assim as aulas, a gente vai filmar as aulas, vai dar a melhor aula ali, vai oferecer elas ali. As instituições vão oferecer e se a gente vai tentar vender o peixe dessa forma, talvez ali aquela aula presencial, seja uma aula que às vezes num futuro, muito cara". (E1)</i>
	Motivação	<i>"(...) e isso é uma coisa que os alunos gostam né, eles vão aprender muito mais rápido do que eu, por exemplo, a dominar o aplicativo". (E4)</i>
	Praticidade do Recurso	<i>"(...) eu tenho um kit com os modelinhos eu faço essas moléculas em isomeria, (...) mas só que o trabalho é ter que montar e desmontar aquilo tudo depois e aqui elas já estão montadas só girar o cartão ou celular ali e a gente tem todos esses efeitos que é ...visuais que facilitam a imaginação de uma molécula né, por parte do aluno". (E3)</i>
	TDIC e Autonomia	<i>"(...) esse horário, horário para tudo e nós seguimos aquilo ali e talvez a geração, as gerações que estão vindo se desvincilhem disso de horário"(E1)</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação à presença do EAD (MU), durante a entrevista, identificou-se a percepção por parte de um entrevistado de que futuramente as aulas na educação básica seguirão a tendência de aulas não presenciais, indo ao encontro do que indica Silva (2001) ao afirmar que:

[...] é preciso considerar que a distinção “presencial” e “à distância” será cada vez menos pertinente quanto mais se popularizarem as tecnologias digitais. As duas modalidades coexistirão: o uso da web, dos suportes multimídia e a sala de aula tradicional com professor e alunos frente a frente. O aluno terá a aula na escola, na universidade, e terá também o site da disciplina com exercícios e novas proposições configurando a sala de aula virtual. Porém é certo que esteja apenas iniciando a proliferação do “ensino exclusivamente à distância” via Internet (SILVA; 2001, p. 11-12).

Essa previsão está se consolidando, principalmente, por causa da popularização das TDIC e dos Recursos Tecnológicos cada vez mais avançados. Nesse sentido, Silva (2001) também chama a atenção para essa tendência como forma de superar o modelo de transmissão de conhecimento ainda tão presente nas

escolas. É urgente, tanto nas aulas presenciais quanto nas aulas à distância, que esse modelo seja substituído pela interatividade, no qual, tanto o docente quanto o discente são cocriadores no processo de aprendizado (SILVA, 2001).

Na subcategoria Motivação (MU), a RA é vista como um componente motivacional por ser parte do arcabouço de ferramentas que os jovens acessam e possuem facilidade de manejar. As tecnologias estão na rotina das crianças e jovens como meio de comunicação e socialização, podendo ser utilizadas para fins didáticos, dando uma nova funcionalidade, já que os jovens se sentem motivados a desvendar os recursos por elas disponibilizados.

Com relação à subcategoria Praticidade (MU), alguns dos entrevistados veem a RA como um recurso que facilita o trabalho do docente em razão das estruturas e representações já estarem prontas e disponíveis para visualização se opondo aos modelos físicos que necessitam de montagem prévia. Embora os modelos físicos tragam igualmente a tridimensionalidade, alguns *softwares/aplicativos* permitem que no objeto visualizado sejam projetadas outras particularidades, como os pares de elétrons não ligantes, nuvem eletrônica e os ângulos formados nas moléculas.

A subcategoria TDIC e Autonomia (MU) está relacionada à percepção de um novo cenário para o ensino (não somente para o Ensino de Química) mediado pelas TDIC e que se estenderá para as relações de trabalho no que diz respeito a tempo e lugar. Isso dará às pessoas a liberdade de decisão para escolher qual o melhor momento de realizar as tarefas, sejam elas relacionadas à sua formação, aos compromissos profissionais ou às rotinas de trabalho.

Essa percepção é coerente com o que comenta Lee (2012), sobre a RA ser uma tecnologia que proporciona uma mudança no tempo e localização, nos quais o ensino vai ocorrer. Nas perspectivas do Ensino de Química Atualmente, a RA fornece um material de prático manuseio, dando autonomia ao discente para desenvolver seus estudos tanto durante a aula presencial quanto fora do ambiente escolar. Além disso, o autor trouxe também uma reflexão sobre os impactos nos demais campos da vida humana que estão se modificando em virtude do crescente desenvolvimento das TDIC.

Todos os entrevistados afirmaram não haver cursado no seu percurso formativo, seja ele na formação inicial ou continuada, disciplinas que

contemplassem o uso de TDIC na sala de aula. Em relação à formação inicial, todos os entrevistados já as concluíram há mais de 10 (dez) anos e os docentes que realizaram formação continuada (especialização, mestrado e doutorado) não vivenciaram nenhuma oportunidade de discussão sobre os usos das TDIC no contexto escolar.

Há uma preocupação, desde a década de 80, sobre o uso das tecnologias na sala de aula, porém a tecnologia referida, nessa época, era a inserção de computadores nas escolas. Além disso, naquele período, já havia a preocupação com a capacitação dos profissionais da educação nesse sentido. Esses assuntos foram debatidos nos Seminários Nacionais de Informática na Educação I e II, ocorridos respectivamente em 1981 na Universidade de Brasília (UnB) e em 1982 na Universidade Federal de Bahia (UFB), e, a partir do segundo seminário, foram coletadas informações para implantação de projetos pilotos. Os quais geraram materiais que embasaram as políticas sobre a inserção da informática na educação (NASCIMENTO, 2007).

Passados 40 anos desses eventos, podemos partir do princípio de que os currículos de formação inicial já possuem, em suas propostas, componentes curriculares que atendam à demanda do uso das TDIC a fim de subsidiar os futuros professores. Desse modo, eles já irão elaborar os seus planejamentos considerando o uso de alguma tecnologia e, para além de inserir, sem propósito claro, uma tecnologia, saibam avaliar o potencial didático do recurso. Afinal, desde os anos 80 até o presente, as tecnologias digitais evoluíram muito e continuam evoluindo constantemente.

### **Considerações Finais**

Esta pesquisa buscou analisar se os professores de Química inseriam em suas aulas as TDIC, mais especificamente, se conheciam a RA. Identificou-se que mesmo os professores que não possuem uma relação próxima com as TDIC, reconhecem nelas o seu potencial didático, mormente, quando relacionada a conteúdos abstratos.

Para além das categorias encontradas e da RA, os professores participantes da pesquisa demonstraram preocupação, principalmente, com o uso de *smartphones* em sala de aula, evidenciando o receio de que os discentes percam o

foco na aula e acabem utilizando o aparelho para recreação em momentos indevidos. Nesse sentido, percebe-se a relação conflituosa entre TDIC e sala de aula. Na fala de um entrevistado, ficou evidente a percepção de que lutar contra as tecnologias não tem sido uma boa estratégia, até porque, ao proibir o uso, por exemplo, de *smartphones* na aula, perde-se a oportunidade de utilizar os recursos que esse equipamento possui de agregar às aulas, principalmente às aulas de Química.

Cabe destacar, contudo, que ao defender o uso de TDIC nas aulas, não se está defendendo a substituição da mediação docente. O papel do professor no processo de ensino nada sofre ou é desqualificado, pois, também é tarefa do docente escolher recursos, planejar e abordar os conteúdos para que a aprendizagem se dê de forma mais efetiva.

Por outro lado, reside no imaginário de muitas pessoas que as aulas possam ser substituídas por interações à distância. A fala de um entrevistado remeteu à ideia de que, com a evolução das TDIC, as aulas presenciais acabarão sendo extintas. Na atualidade, vivencia-se uma pandemia ocasionada pelo Coronavírus, situação em que a população está obrigada a restringir sua circulação e vida social, o que também atingiu as escolas.

Nessa experiência que os discentes estão experimentando, principalmente aqueles que são frequentadores das escolas públicas, não é de um ensino pleno e acessível. Para além das dificuldades de acesso às TDIC, o aprendizado não é um ato de transferir conteúdo. Aprender tem relação com afetividade e interação, principalmente quando se trata de crianças e jovens que têm na escola o seu ambiente social, pois, lá estão seus colegas, amigos e professores.

A RA tem o papel de complementar a aula ao proporcionar recursos que nossos sentidos não permitem acessar, ainda que ela seja desenvolvida tendo a RA como principal ferramenta. Para os entrevistados, conhecer a RA foi uma oportunidade de repensar a relação que mantêm com as TDIC e de dar-se conta que esse tipo de recurso é de fácil acesso e manipulação. É importante destacar que, em revisão realizada anteriormente (NASCIMENTO; MOREIRA; PIZZATO, 2021, no prelo) foram identificados trabalhos que abordam o uso da RA no Ensino da Química, no entanto, não trazem uma reflexão profunda sobre o desconhecimento por parte dos docentes em torno dessa tecnologia.



Durante as entrevistas, ficou claro que o desconhecimento sobre a RA ou, até mesmo, a ausência do uso de outras TDIC, não estão relacionados à rejeição das TDIC ou ao conservadorismo e tradicionalismo, mas sim, à falta de treinamento e insegurança que inibe alguns professores de se utilizarem destes recursos nas aulas de Química.

Cabe ressaltar que nos momentos em que fora proporcionado aos entrevistados a oportunidade de manipularem aplicativos de RA, voltados ao Ensino de Química, notou-se uma grande mudança de atitude e o despertar da curiosidade em relação a como obter e usar o aplicativo. Portanto, o que faltava não era interesse por parte dos entrevistados, mas oportunidade para conhecerem melhor as tecnologias disponíveis.

Como foi visto, na categoria Tipos de Usos (TU) uma das tecnologias citadas era mais atual e vinculada à internet (A Plataforma do Google Sala de Aula); no entanto, esse recurso é de aplicação inespecífica, ou seja, não foi desenvolvido especificamente para o uso no ensino de conteúdos da Química. Já o recurso mencionado pelos entrevistados e classificado como uso específico para o ensino da Química é uma ferramenta mais antiga, o *ISIS Draw*, o que tornou evidente a ausência de conhecimento do que está disponível na atualidade para o Ensino da Química.

Diante disso, identifica-se a necessidade de que sejam promovidos momentos em que docentes tenham a oportunidade de se atualizarem, não só em relação aos conhecimentos específicos de seu componente curricular, mas também, sobre as tecnologias atuais que podem fomentar sua ação docente e contribuir para a não permanência somente na metodologia do “quadro e giz” (SILVA *et al*, 2019).

Além disso, a presença de componentes curriculares nos cursos de licenciatura que abordem as TDIC, diretamente relacionadas a área do conhecimento para a qual o docente está sendo habilitado, é fundamental. Tanto para a futura e efetiva aplicação de tais tecnologias em sala de aula, quanto para o seu uso no desenvolvimento dos conhecimentos específicos dos estudantes.

Para tanto, é necessário que os cursos proporcionem uma atualização dos docentes de Química nas formações continuadas e nas formações iniciais, priorizando apresentar *softwares* e aplicativos atuais desenvolvidos especificamente para o ensino de conteúdos da Química.

## Referências

- AZUMA, Ronald T. A. Survey of augmented reality. **Teleoperators and virtual environments**, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.  
Disponível em: <<http://www.ronaldazuma.com/papers/ARpresence.pdf>> Acesso em: 25 mar. 2021.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1999.
- DE JESUS RAMOS, Ivo; AMARAL, Luiz Henrique. Relações e interações dos professores de ciências e matemática com as tecnologias. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, p. 579-593, 17 mar. 2013.
- GIL, Antônio Carlos **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIORDAN, Marcelo. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. 1. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua. Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/17270-pnadcontinua.html?edicao=27138&t=sobre>>. Acesso em: 03 out. 2020.
- JOHNSTONE, Alex H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.
- KIRNER, Cláudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In: Livro pré-simpósio, XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2011, Uberlândia. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. Uberlândia, Sociedade Brasileira de Computação, 2011.
- LEE, Kangdon. Augmented Reality in Education and Training. **TechTrends**, v. 56, n. 2, p. 13-21, 2012.
- MERINO, Cristian; PINO, Sonia; MEYER, Eduardo; GARRIDO, José Miguel; GALHARDO, Felipe. Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. **Educación química**, v. 26, n. 2, p. 94-99, 2015.
- NASCIMENTO, Géssica; MOREIRA, José Cláudio Fonseca; PIZZATO, Michelle Camara. Realidade Aumentada no Ensino de Química: estado do conhecimento. **Revista Educação de Ciências e Matemática**. 2021. No prelo.
- NASCIMENTO, João Kerginaldo Firmino do. **Informática aplicada à educação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. 84 p.
- MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

SILVA, Diego Oliveira; MOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite; SILVA, Bento Duarte. Metodologias Ativas de Aprendizagem: relato de experiência em uma oficina de formação continuada de professores de Ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 206-223, 7 out. 2019.

SILVA, Marco. Sala de aula interativa: a educação presencial e a distância em sintonia com a era digital e com a cidadania. In: **XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação**. Mato Grosso: Campo Grande. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. 2001. p. 1-20.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. In: **Métodos de pesquisa**. GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.) Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso da Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS (Coord.). Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SCHUHMACHER, Vera Rejane Niedersberg; ALVES FILHO, José de Pinho; SCHUHMACHER, Elcio. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 23, n. 3, p. 563- 576, Julho, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/CQDVrhwxNPYtWzyzSTk4XFf/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 27 nov. 2020.

YANG, Shuxia; MEI, Bing; YUE, Xiaoyu. Mobile Augmented Reality Assisted Chemical Education: Insights from Elements 4D, **Journal of Chemical Education**, v. 95, n. 6, p. 1060-1062, 2018

TEE, Nicholas Yee Kwang; GAN, Hong Seng; LI, Jonathan; CHEONG, Brandon Huey-Ping; TAN, Han Yen; LIEW, Oi Wah; NG, Tuck Wah. Developing and demonstrating an augmented reality colorimetric titration tool. **Journal of Chemical Education**. v. 95, n. 3, p. 393-399, 2018.

#### 4. DISCUSSÃO GERAL

A presente pesquisa se dispôs a investigar como a RA vem sendo utilizada no ensino de Química, seu potencial didático e averiguar se os professores de química do Ensino Médio de escolas públicas e privadas têm algum conhecimento relacionado a esta ferramenta.

Por meio de uma revisão de literatura, conhecemos as potencialidades da RA para o ensino da química submicroscópica, as justificativas para seu uso, o amplo leque de conteúdos que podem ser abordados, os *softwares*/aplicativos desenvolvidos para este fim e a aceitação por parte dos participantes dos trabalhos selecionados na pesquisa.

Para os objetivos deste trabalho, essa primeira parte foi fundamental para perceber as particularidades e as motivações para o uso da RA. Se, por um lado, o objetivo é trabalhar com um recurso que dê conta de processos de abstração que são um entrave para compreender os conteúdos da química a nível submicroscópico; por outro lado, percebeu-se a intenção de substituir situações que funcionem e promovem o aprendizado de forma satisfatória, como é o caso das atividades práticas.

A tendência de suprir a deficiência de laboratórios de ciências das escolas substituindo por simulações pode dar a impressão de que se encontrou uma solução para uma situação que não deveria ser ignorada como fonte de aprendizado. Cabe ressaltar que a ausência de um ambiente destinado para aulas práticas de ciências não deve ser um empecilho para a realização destas, já que o objetivo é produzir momentos de reflexão sobre a teoria e para isso pode-se optar por atividades adaptadas aos recursos disponíveis. O que não pode ocorrer é a substituição de aulas experimentais, pois funcionam muito bem para promover o aprendizado. Em alguns casos, a RA foi aplicada como um recurso de treinamento para o manuseio de equipamentos de laboratório. No entanto, essa realidade está mais próxima dos laboratórios das universidades, pois estes contam com uma estrutura e equipamentos mais complexos e, neste caso, o treinamento virtual é uma opção para reduzir acidentes e danos.

A presença constante em relação ao uso dos dispositivos móveis (*smartphones, tablets*) para visualização de objetos em RA nos trabalhos analisados indica que essa tecnologia está cada vez mais próxima do universo escolar em virtude da popularização desses equipamentos. Porém, o cenário ainda não pode ser considerado igualitário, no sentido de que todos portam um *smartphone*, mas levando em consideração que a RA tem sido desenvolvida com acesso via dispositivos móveis, é possível adaptar atividades em que grupos trabalhem com um único dispositivo para visualização. O que se propõe é que se criem atividades que envolvam a análise em grupo de situações em que uma problemática seja desenvolvida, e não atividades de mera

ilustração do conteúdo exposto.

É importante que ocorra uma mudança nas formas de ensinar, proporcionando a busca por respostas por parte dos discentes. Usar as TDIC implica mudar os atores do processo de aprendizagem. Proporcionar uma aula utilizando recursos como a RA e manter a dinâmica da aula centralizada no professor como expositor e certificador do conhecimento acarreta na mesma sistemática de apreciação do conhecimento pelo conhecimento pronto, sem descobertas ou desafios. Aderir às TDIC em sala de aula exige um planejamento direcionado ao desenvolvimento da autonomia do discente e da pesquisa como forma de aprender, distanciando-se do modelo de aula em que se recebe o conhecimento pronto.

Além disso, a relação que se tem com o tempo (períodos) também deve sofrer mudanças. O desenvolvimento do aprendizado com TDIC necessita, por parte do docente, a elaboração de um percurso de aprendizagem onde o espaço físico, o tempo para relacionar o que se está aprendendo e a construção do conhecimento sejam flexíveis. Sabe-se que isso afetará diretamente os processos avaliativos e a forma com que os conteúdos dos componentes curriculares estão organizados, mas se as TDIC adentrarem de forma efetiva na sala de aula, obrigatoriamente toda a estrutura se modificará por não caber nessa nova forma de interagir com o conhecimento.

Para que isso ocorra, é imprescindível que os professores, por meio de suas formações iniciais ou continuadas, acessem o que se tem disponível para suas áreas de conhecimento no âmbito das TDIC. Tem-se atualmente em sala de aula docentes de gerações diferentes, com tempo de docência que ultrapassam 30 (trinta) anos e, conseqüentemente, suas formações antecedem a era digital. Possibilitar a formação constante desses profissionais é dar subsídios para adesão em suas aulas aos recursos digitais e, ainda, proporcionar uma reflexão sobre sua ação docente. Contudo, para que essa autoanálise ocorra, é preciso instrumentalizar esses professores.

A partir dessa pesquisa foi possível identificar que os professores têm disposição em usar as TDIC na sala de aula, mas sentem-se inseguros em efetivar essa atividade por não terem domínio sobre as tecnologias digitais. Pode-se reverter essa situação a partir de treinamento e formações na própria instituição em que lecionam; uma oportunidade para que ocorram esses momentos são as formações pedagógicas que ocorrem no decorrer do ano.

Esta pesquisa permitiu conhecer as possibilidades da RA como ferramenta para o Ensino de Química e a necessidade de proporcionar treinamento dos profissionais da educação para a era digital. Além disso, acrescentou outros questionamentos, por exemplo: como poderiam ser organizados esses treinamentos; qual o foco ao inserir uma tecnologia digital na

sala de aula – se no conteúdo ou nas possibilidades que o recurso didático oferece; deve-se se ater a uma ordem fixa dos conteúdos ou, a partir de uma problematização, buscar um encadeamento entre eles; e, em todas essas questões, considerar as TDIC como recurso para o desenvolvimento do aprendizado.

## 5. CONCLUSÕES

No que tange os objetivos desta dissertação, ao se propor conhecer os trabalhos que associaram a RA ao ensino de Química e verificar como a RA vem sendo adotada no ensino da Química para a compreensão da Química submicroscópica no âmbito da estrutura da matéria, foram encontrados, por meio de pesquisa bibliográfica, 8(oito) trabalhos que tratavam do uso dessa tecnologia para ensinar química. A partir disso, foi possível classificá-los tendo em vista as justificativas para o emprego no ensino de Química da RA, os conteúdos abordados, os públicos-alvo, os tipos de dispositivos utilizados para visualizar o material em RA e sistema operacional e, ainda, possibilitou conhecer plataformas e aplicativos que proporcionam a experiência com RA possibilitando o atendimento desses objetivos.

Além disso, também se constituíram como objetivos desta dissertação verificar se os professores de Química em exercício conhecem a RA e seu potencial didático e investigar se os professores de Química, durante sua formação inicial ou continuada, tiveram as TDIC para fins educativos como foco de estudo. Por meio das entrevistas foi possível verificar o desconhecimento dos discentes em relação à RA aplicada no ensino da Química, bem como a deficiência nas formações iniciais e continuadas de professores em relação a uma abordagem atual e focada em recursos específicos para a Química – a partir dos relatos dos professores sobre as suas formações. Embora tenha-se verificado esse distanciamento dos docentes com essa tecnologia, a experiência proporcionada durante a manipulação de aplicativos de RA promoveu o interesse e o questionamento sobre as possibilidades de uso dessa tecnologia em sala de aula. Portanto, considera-se que foram atingidos os objetivos, além de despertar o interesse pelas TDIC específicas para o ensino da Química.

## REFERÊNCIAS

BOGDAN, Robert. C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação**. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1999.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIORDAN, Marcelo. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. 1. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua. Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/17270-pnadcontinua.html?edicao=27138&t=sobre>> Acesso em: 03 out. 2020.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

ROSA, Paulo Ricardo da S. **Uma introdução à Pesquisa Qualitativa em Ensino**. (Material didático) Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS. Campo Grande: 2013. Disponível em: <[http://www.paulorosa.docente.ufms.br/Uma\\_Introducao\\_Pesquisa\\_Qualitativa\\_Ensino\\_Ciencias.pdf](http://www.paulorosa.docente.ufms.br/Uma_Introducao_Pesquisa_Qualitativa_Ensino_Ciencias.pdf)> Acesso em: 05 set. 2020.



## APÊNDICES

### Apêndice 1 – Carta de Anuência Institucional



#### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos, para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora GÉSSICA DO NASCIMENTO, inscrita sob o RG nº. , orientada pelo Prof. Dr. José Cláudio Fonseca Moreira, inscrito sob RG nº 713712 SSP/DF e coorientada pela Profa. Dra. Michelle Câmara Pizzato, inscrita sob RG nº. 8031808093 SJS/RS, a desenvolver sua pesquisa: **REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA QUÍMICA SUBMICRÓSCÓPICA** na nossa instituição, cujo objetivo é conhecer e compreender como são aplicadas as tecnologias digitais no ensino de Química bem como as dificuldades em inseri-las em uma proposta de ensino e aprendizagem de Química. Para tanto, a pesquisadora entrevistará professores de Química do Ensino Médio e Ciências do 9 ano do ensino fundamental.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento da pesquisadora aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

\_\_\_\_\_, em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

Nome/assinatura e **carimbo** do responsável onde a pesquisa será realizada

## Apêndice 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Prezado Professor (a),

Convidamos a participar da pesquisa realizada pela Mestranda Géssica do Nascimento sob a orientação do Professor Dr. José Cláudio Fonseca Moreira e coorientação da Professora Dra. Michelle Câmara Pizzato do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGQVS) com associação entre UFRGS/UFSM/FURG – sede UFRGS. A pesquisa visa verificar se os professores de Química em exercício conhecem as Tecnologias Digitais (TD), em especial a Realidade aumentada (RA); e se, em seus percursos formativos, houve algum tipo de preparação para a aplicação desses recursos em sala de aula. O objetivo da pesquisa é conhecer e compreender como são aplicadas as tecnologias digitais no ensino de Química, bem como as dificuldades em inseri-las em uma proposta de ensino e aprendizagem de Química. A pesquisa se dará por meio de entrevista que será gravada em áudio, com duração de no mínimo 30 minutos e no máximo 60 minutos, onde o participante será convidado a responder algumas questões sobre o tema RA e formação de professores. Asseguramos total sigilo nos dados coletados, que serão utilizados somente para fins de pesquisa e analisados de uma forma geral e não individual; os dados coletados serão guardados por no mínimo 5 anos. Os riscos são classificados como mínimos e estão relacionados à entrevista. Como usualmente, esta poderá evocar lembranças e provocar desconfortos relacionados ao tempo da entrevista e ao compartilhamento de informações pessoais ou confidenciais. Caso sintam-se constrangidos com as perguntas realizadas durante a entrevista, o entrevistado não precisará responder a qualquer pergunta se entender que ela possui caráter demasiado pessoal ou se sentir desconforto em falar, além disso, o entrevistado poderá desistir de participar da pesquisa, sem nenhuma implicação. É importante ressaltar que a pesquisa poderá trazer benefícios diretos ao participante, como o potencial de estimular a reflexão sobre outras maneiras de ensinar, podendo despertar um maior interesse na aplicação de RA no ensino. Além disso, a pesquisa poderá contribuir com o ensino da Química.

Não haverá necessidade de identificação do entrevistado durante a pesquisa. Desde já agradecemos sua colaboração. Mestranda Géssica do Nascimento, Orientador Dr. José Cláudio Fonseca Moreira e coorientadora Dra. Michelle Câmara Pizzato. Para quaisquer esclarecimentos segue endereço do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)-UFRGS (Av. Paulo Gama, 110 - Sala 321 - Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro - Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 - Fone: +55 51 3308 3738 - E-mail: [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br)) e telefone e e-mail para contato da pesquisadora (mestranda) Géssica do Nascimento: +55 51 999888442 e [gessikan@hotmail.com](mailto:gessikan@hotmail.com) e do Orientador Dr. José Cláudio Fonseca Moreira: +55 51 99852696 e [00006866@ufrgs.br](mailto:00006866@ufrgs.br).

Eu, \_\_\_\_\_ venho, por meio deste instrumento, comprovar minha participação voluntária na pesquisa realizada pela Mestranda Gécica do Nascimento sob a orientação do Professor Dr. José Cláudio Fonseca Moreira e coorientação da professora Dra. Michelle Câmara Pizzato do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGQVS) com associação entre UFRGS/UFSM/FURG – sede UFRGS sobre as Tecnologias Digitais (TD), em especial a Realidade Aumentada (RA), se conheço esse recurso e se em meu percurso formativo houve algum tipo de preparação para a aplicação desses recursos em sala de aula, bem como as dificuldades em seu uso.

Estou ciente que me submeterei a responder às perguntas, com coleta de dados via gravação de áudio, de maneira voluntária sobre os respectivos assuntos mencionados anteriormente.

Estou ciente, também, que posso deixar de responder às perguntas a qualquer momento, sem que nenhuma implicação recaia sobre mim, além de concordar para fins científicos com a utilização das informações obtidas nesse estudo, desde que não seja divulgada a minha identidade.

---

Assinatura do Participante

---

Dr. José Cláudio Fonseca Moreira-Orientador  
RG. nº. 713712 SSP/DF

---

Gécica do Nascimento-Mestranda  
RG. nº. 6070775603 SSP/RS

### Apêndice 3 – Questionário aplicado aos entrevistados.



#### Questionário


1. Em que ano tu te formaste (formação inicial e continuada)? Qual tua formação?
2. Há quanto tempo leciona Química?
3. Faz uso das TDIC em suas aulas? Quais? Por quê?
4. As Tecnologias Digitais (TD) como *smartphones* e *tablets* são dispositivos móveis que evoluem constantemente e estão presentes na rotina das pessoas. Com essa evolução esses dispositivos foram ganhando cada vez mais atributos, como dispositivo para ouvir músicas, baixar arquivos e jogos, entre outros. Acompanhando essa revolução as ferramentas digitais para fins educativos também foram desenvolvidas. Uma ferramenta digital é a Realidade Aumentada (RA), que insere objetos virtuais em ambientes reais. Tu já conheces a RA? Quais?
  5. Faz ou já utilizou em algum momento em suas aulas a RA? Se sim, Como? Se não, por quê?
  6. Para quais conteúdos você identifica como uma ferramenta facilitadora para o processo de aprendizagem?
  7. Quais os impedimentos e limites que tu identificas para o uso da RA na sala de aula?
  8. Durante tua formação (inicial ou continuada) tivestes alguma disciplina específica ou mesmo fora proporcionando a discussão sobre o uso das TDIC; e explicitamente fora mencionado a RA como uma ferramenta com potencial educativo?

## ANEXOS


## Anexo 1 – Comprovante de submissão de artigo à Revista de Educação, Ciências e Matemática (RECM)

#6781 Sinopse

<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/author/submissio...>



UNIVERSIDADE  
**UNIGRANRIO**



**RECM**  
REVISTA DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

---

CAPA   SOBRE   PÁGINA DO USUÁRIO   PESQUISA   ATUAL   ANTERIORES

Capa > Usuário > Autor > Submissões > #6781 > **Resumo**

### #6781 Sinopse

RESUMO   AVALIAÇÃO   EDIÇÃO

**Submissão**

Autores	Gésica do Nascimento, José Cláudio Fonseca Moreira, Michelle Camara Pizzato
Título	REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA QUÍMICA SUBMICROSCÓPICA: ESTADO DO CONHECIMENTO
Documento original	<a href="#">#6781-3-7895-1-SM-0001</a> 2021-02-09
Docs. list.	Nenhuma(s) <a href="#">CLIQUE PARA VER O DOCUMENTO SUB-ENVIADO</a>
Submetido por	Gésica do Nascimento <input type="checkbox"/>
Data de submissão	fevereiro 9, 2021 - 10:40
Seção	Artigos
Editor	Nenhuma(s) designado(a)

---

**Situação**

Situação	Aguardando designação
Iniciado	2021-02-09
Última alteração	2021-02-09

**Metadados da submissão**

EDITAR METADADOS

**Autores**

Nome	Gésica do Nascimento <input type="checkbox"/>
Instituição/Afiliação	Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
País	Brasil
Resumo de Biografia	—
Contato principal para correspondência	—
Nome	José Cláudio Fonseca Moreira <input type="checkbox"/>
URL	<a href="https://orcid.org/0000-0002-0619-4181">https://orcid.org/0000-0002-0619-4181</a>
Instituição/Afiliação	Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
País	Brasil
Resumo de Biografia	—
Nome	Michelle Camara Pizzato <input type="checkbox"/>
Instituição/Afiliação	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre.
País	Brasil
Resumo de Biografia	—

**Título e Resumo**

Título	REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA QUÍMICA SUBMICROSCÓPICA: ESTADO DO CONHECIMENTO
Resumo	<p> Animações e simulações podem ajudar a entender conceitos abstratos envolvidos em Química. Uma das possibilidades com animações e simulações envolve a adoção da Realidade Aumentada (RA), através da qual um objeto virtual é inserido em um ambiente real. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo verificar como a RA vem sendo adotada no ensino da química para compreensão da Química submicroscópica no âmbito de estruturas da matéria. Para este propósito foi realizado um levantamento de artigos científicos na base de dados do Educational Resources Information Center (ERIC) e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram "augmented reality" e "chemical education", sem delimitação de um período para pesquisa. Foram identificados 8 (oito) trabalhos que apresentavam uma relação com esse estudo e a partir da leitura dos mesmos foi possível conhecer como a RA tem sido usada para ensinar e aprender Química, quais conteúdos abordados e outras informações que foram organizadas em categorias.</p>

**Indexação**

Área e sub-área do Conhecimento	—
Palavras-chave	Educação química; realidade aumentada; tecnologias digitais .
Idioma	pt

**Agências de fomento**

Agências	—
----------	---

**Metadados específicos OpenAIRE**

ProjectID	—
-----------	---

ISSN: 2218-2280

Indexadores:

Lattes, Diadorim, Google Acadêmico, SummonOne, Capes, periódicos.

Anti-plágio

**OPERA JOURNAL SYSTEM**

[Ajuda do sistema](#)

**USUÁRIO**

Logado como:

**gessica**

- [Nova periódicos](#)
- [Perfil](#)
- [Sair do sistema](#)

**AUTOR**

Submissões

- [Artigos \(1\)](#)
- [Resumos \(0\)](#)
- [Nova submissão](#)

**CONTEÚDO DA REVISTA**

Pesquisa

Escopo da Busca

Todos

Procurar

- [Por Edição](#)
- [Por Autor](#)
- [Por Título](#)
- [Quais revistas](#)

**TAMANHO DE FONTE**

**INFORMAÇÕES**

- [Para leitores](#)
- [Para autores](#)
- [Para bibliotecas](#)

---

PHP Quiz Profiler
Detalhe: Metadados

## Anexo 2 – Decisão Editorial comunicando o aceite para publicação de artigo à Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)

25/06/2021

Nascimento, Ensino De Química Submicroscópica:

Notificações



### [REnCiMa] Decisão Editorial

2021-06-14 09:54

Gessica do Nascimento, Jose Claudio Fonseca Moreira, Michelle Camara Pizzato

Comunicamos que o artigo "*`\${articleTitle}`*" foi aceito para publicação. A partir desta data ele passará por editoração, que inclui atualização e inclusão de metadados dos autores, e diagramação.

Caso queira se comunicar conosco, pedimos que use o endereço eletrônico [rencimaeditor@gmail.com](mailto:rencimaeditor@gmail.com), informando o título do artigo no assunto do e-mail.

O artigo será publicado em um número de 2021 pelo sistema *rolling pass*.

Mais uma vez, agradecemos por ter submetido o artigo e colaborar conosco.

Com os nossos cordiais cumprimentos,

Profa. Dra. Norma Suely Gomes Allevato

— Editora da [REnCiMa](#) —

Prof. Me. Rodrigo Artur Perino Salvetti Professor [rodrigo.salvetti@ceunsp.edu.br](mailto:rodrigo.salvetti@ceunsp.edu.br)