

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO**

JEAN PSCHIEDT WEISS

**PANORAMA DA CIRCULAÇÃO INTRACOLETIVA E INTERCOLETIVA
DE IDEIAS DAS PESQUISAS E PUBLICAÇÕES SOBRE A
REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE QUÍMICA**

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2020

JEAN PSCHIEDT WEISS

**PANORAMA DA CIRCULAÇÃO INTRACOLETIVA E INTERCOLETIVA
DE IDEIAS DAS PESQUISAS E PUBLICAÇÕES SOBRE A
REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Monografia apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Inovação e Tecnologias na Educação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Tarliz Liao

CURITIBA

2020



TERMO DE APROVAÇÃO

PANORAMA DA CIRCULAÇÃO INTRACOLETIVA E INTERCOLETIVA DE IDEIAS DAS PESQUISAS E PUBLICAÇÕES SOBRE A REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE QUÍMICA

por

JEAN PSCHIEDT WEISS

Esta Monografia foi apresentada em 16 de abril de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Inovação e Tecnologias na Educação. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Tarliz Liao
Prof.(a) Orientador(a)

Mônica Regina Garcez
Membro titular

Silvana Da Dalt
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

A minha mãe, meus irmãos, minha sobrinha e meu companheiro.

Ao meu orientador Prof. Dr. Tarliz Liao.

Aos tutores, em especial a Thyssiana de Souza Araujo Steinke.

Aos meus colegas de curso.

A secretária do curso Ana Paula Seciuk, pela cooperação.

A Profa. Dra. Iolanda Bueno de Camargo Cortelazzo, a qual me marcou muito nesse curso.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

WEISS, Jean Pscheidt. **Panorama da circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias das pesquisas e publicações sobre a realidade aumentada no Ensino de Química.** 2020. 40 fls. Monografia (Especialização em Inovação e Tecnologias na Educação (INTEDUC)) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

A realidade aumentada (RA) é uma tecnologia digital que está se desenvolvendo rapidamente e suas aplicações nos vários contextos da sociedade, inclusive na educação, podem trazer vários benefícios. Pesquisas anteriores mostram que há muitos estudos de revisão da literatura sobre a RA na educação, mas poucos com o foco no Ensino de Ciências (Química). Como consequência, pouco se sabe sobre as tendências e os desafios da temática em questão. Assim, o objetivo do trabalho é realizar um panorama da circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias sobre as pesquisas e publicações que abordam a RA no ensino de Química no Brasil. Por meio de uma revisão sistemática da literatura de 14 trabalhos entre os anos de 2008 e 2018, utilizando como referencial teórico a categoria epistemológica circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias de Ludwick Fleck, verificou-se uma baixa incidência de pesquisas e publicações sobre RA no ensino de Química e dentre as analisadas a maioria se concentram nas regiões Sul e Sudeste. Com relação a circulação intercoletiva de ideias, essa é garantida devido ao fato da área ensino de Química ser composta por vários coletivos de pensamento. Já a circulação intracoletiva está em estágio incipiente devido ao compartilhamento distinto de referências e por não haver um pesquisador ou grupo de pesquisadores voltados especificamente para o tema. Além disso, também identificou-se a tendência em utilizar a RA para trabalhar os assuntos de Química no nível de representação submicroscópico.

Palavras-chave: Realidade aumentada. Ensino de Química. Ludwick Fleck. Circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias.

ABSTRACT

WEISS, Jean Pscheidt. **Overview of the intracollective and intercollective circulation of ideas from research and publications on augmented reality in chemistry education.** 2020. 40 pages. Monograph (Specialization in Innovation and Technologies in Education (INTEDUC)) - Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2020.

Augmented reality (AR) is a digital technology that is developing rapidly and its applications in various contexts of society, including education, can bring several benefits. Previous research shows that there are many literature review studies on RA in education, but few with a focus on Science Education (Chemistry). As a consequence, little is known about the trends and challenges of the subject in question. Thus, the objective of the work is to provide an overview of the intracollective and intercollective circulation of ideas about research and publications that address AR in the teaching of Chemistry in Brazil. Through a systematic review of the literature of 14 studies between the years 2008 and 2018, using the epistemological category of Ludwick Fleck's epistemological circulation of ideas as a theoretical reference, there was a low incidence of research and publications on AR in teaching of Chemistry and among those analyzed the majority are concentrated in the South and Southeast regions. Regarding the intercollective circulation of ideas, this is guaranteed due to the fact that the area of Chemistry teaching is composed of several thought collectives. Intracollective circulation, however, is in an incipient stage due to the distinct sharing of references and because there is no researcher or group of researchers specifically focused on the topic. In addition, the tendency to use AR to work with Chemistry subjects at the level of submicroscopic representation was also identified.

Keywords: Augmented Reality. Chemistry teaching. Ludwick Fleck. Intracollective and intercollective circulation of ideas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de revisão e análise das pesquisas e publicações	24
Figura 2 – Nuvem de palavras da frequência dos assuntos de Química	29
Quadro 1 – Pesquisas e publicações analisadas	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ano, quantidade e o tipo das pesquisas e publicações analisadas	25
Tabela 2 – Número de pesquisas e publicações por região do país	26
Tabela 3 – Nome dos trabalhos e autores e a frequência que apareceram nas pesquisas e publicações analisadas	28

LISTA DE SIGLAS

RA	Realidade Aumentada
3D	Terceira Dimensão
OV	Objeto Virtual
OR	Objeto Real
2D	Segunda Dimensão
RV	Realidade Virtual
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TRPEV	Teoria dos Pares Eletrônicos de Valência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REALIDADE AUMENTADA E SUAS APLICAÇÕES	16
3 VIDA E OBRA DO EPISTEMÓLOGO LUDWICK FLECK.....	19
4 METODOLOGIA.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS.....	32
APÊNDICE A – PESQUISAS E PUBLICAÇÕES ANALISADAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

A realidade aumentada (RA) está se desenvolvendo rapidamente e pode trazer grandes benefícios para educação e vários outros contextos da sociedade. Azuma (1997), define a RA como uma tecnologia que pode adicionar ou retirar objetos virtuais em objetos reais com algum tipo de marca ou referência, proporcionando interação e interpretação dos programas resultantes.

A apresentação de objetos virtuais na terceira dimensão (3D), uma das principais características da RA, resulta numa experiência de aprendizado diferenciada, pois é criado nos estudantes o senso de realidade (MORENO; MACINTERY; BOLTER, 2001). A tecnologia de RA, associada a uma sequência didática bem planejada, pode trazer também outros benefícios para a educação, bem como: proporcionar experiências diferenciadas; aumentar a participação, a cooperação, a colaboração, a atenção, a motivação dos estudantes; o entretenimento; e um melhor aproveitamento do tempo da aula. Além de oportunizar uma abordagem construtivista, pois a tecnologia em questão amplia a visualização do objeto de estudo, possibilitando uma maior interação com o indivíduo, o qual é ativo nesse processo (YLMAZ; GOKTAS, 2016).

Na Química, os estudantes encontram grandes dificuldades para aprender os conteúdos programados, por se tratar de uma ciência abstrata. A tecnologia de RA pode ser uma aliada nesse processo de ensino e aprendizagem, pois ela permite uma visualização diferenciada, principalmente, do nível microscópico ou submicroscópico. Segundo Johnstone (1991, 1993), para aprender e ensinar Química é preciso permear pelos três níveis de representação: microscópico ou submicroscópico, macroscópico e simbólico. O nível microscópico ou submicroscópico está relacionado aos modelos que criamos para explicar as representações abstratas; o nível macroscópico é construído a partir da experiência sensorial direta; e o nível simbólico é expresso por fórmulas, equações e outros.

Arici e colaboradores (2019), ao analisarem 62 artigos internacionais publicados entre os anos de 2013 e 2018, que utilizaram a tecnologia RA especificamente no ensino de ciências, perceberam que os benefícios são semelhantes aos da educação em geral. São eles: aprimoramento das atividades dos estudantes, senso de realidade, aprendizado lúdico, aumento da motivação e aprendizagem significativa.

No cenário internacional muitos estudos de revisão sobre RA na educação estão sendo publicados, mas poucos com o foco no ensino de ciências. Assim, pouco se sabe sobre as tendências e os desafios da utilização da RA no ensino de ciências (ARICI et al., 2019).

Diante dessa lacuna e levando em consideração o cenário nacional, exclusivamente o ensino de Química, os seguintes questionamentos se tornam pertinentes: Quais são os referenciais teóricos mais citados na utilização da tecnologia RA no ensino de Química? É possível reconhecer grupos ou pesquisadores voltados especificamente para essa temática? Para quais assuntos da Química essas pesquisas se destinam? Quais são os meios (revistas, anais de congressos etc.) que esses estudos são disponibilizados aos professores de Química e os demais interessados?

Assim, o objetivo geral dessa pesquisa é realizar um panorama da circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias sobre as produções e publicações dos trabalhos acadêmicos sobre a realidade aumentada no ensino de Química no Brasil.

A circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias, citada anteriormente, é uma categoria epistemológica proposta por Ludwick Fleck (1896-1961). Optamos por utilizar o referencial teórico deste epistemólogo para embasar nossa metodologia, pois o mesmo é fortemente recomendado pela literatura para este tipo de análise (PFUETZENREITER, 2002; LORENZETTI, 2008; LORENZETTI; MUENCHEN; SLONGO, 2013, 2018).

Um exemplo de utilização do referencial de Fleck é o trabalho de Lorenzetti, Muenchen e Slogo (2018). Os autores após analisarem 89 dissertações e teses que utilizam a epistemologia de Fleck produzidas no período de 1995 a 2015, identificaram que o maior volume está concentrado nos eixos de “formação dos professores” e “emergência de um fato científico”. Eles também destacaram a significativa contribuição das características epistemológicas propostas por Fleck: estilo de pensamento, coletivo de pensamento e circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias. Sendo a última categoria - a qual será utilizada nesse trabalho - importante para compreender os processos de constituição, disseminação e modificação do conhecimento, bem como, evidenciar as tendências e os desafios da temática em questão.

Vale ressaltar que não temos como objetivo de determinar o estilo de pensamento, outra categoria epistemológica proposta por Fleck, pois é uma tarefa

complexa e demanda muito tempo. Como Pfuetzenreiter (2002) observou, o conceito de estilo de pensamento deve ser mais claro, uma vez que as pesquisas com esse objetivo estão em estágio incipiente, para então, delimitar os critérios que permitam o reconhecimento dessa categoria e garantam conformidade entre as pesquisas.

Nas próximas seções iremos aprofundar um pouco mais sobre Realidade Aumentada (RA) e suas aplicações e descrever brevemente a vida e a obra de Ludwick Fleck (1896-1961), para compreendermos melhor os termos utilizados até então.

2 REALIDADE AUMENTADA E SUAS APLICAÇÕES

Azuma (1997), em sua obra, define a Realidade Aumentada (RA) como qualquer sistema que possua as três seguintes características:

- a) combinação do real com objetos virtuais (OV) em sobreposição;
- b) promove interação em tempo real;
- c) apresentação de objetos virtuais na terceira dimensão.

A partir da definição apresentada, o autor citado não limita as potencialidades que essa tecnologia pode apresentar.

A RA é uma tecnologia digital que utiliza um objeto real (OR) com uma espécie de marca de referência, possibilitando a interpretação e criação de um objeto virtual. A interpretação e criação se dá por um programa de computador e a visualização do objeto virtual sobreposto ao objeto real se dá por uma câmera ou um dispositivo (KYE; KIM, 2008).

Em relação as marcas de referências, essas foram desenvolvidas a partir de etiquetas com códigos de barras. Os códigos de barras já não cumpriam mais a sua função, não era possível obter todas as informações por meio de sua leitura. Assim, foram criados os QR CODES, códigos de duas dimensões (2D), que armazenavam e forneciam muito mais dados e informações. E, ao aprimorar esses marcadores 2D, surgiram as marcas de referência da RA, que permitem apresentar objetos virtuais em 3D (LIAO, 2018).

Levando em consideração o processo de formação do objeto virtual citado, podemos dizer que a RA permite a visualização do mundo real com os objetos virtuais sobrepostos ou compondo a visão do usuário, ou seja, tanto os objetos virtuais como os objetos reais coexistem no mesmo espaço. Assim, a RA completa a realidade e não a substitui, processo de imersão, como acontece na Realidade Virtual (RV), sua complementar (ERBAS; DEMIRER, 2014).

Como mencionado, a RV é a tecnologia complementar da RA. Ela não se desenvolveu tão rapidamente como a RA, devido ao fato de necessitar mais componentes para funcionar, como óculos ou capacetes. Normalmente, esses acessórios estão conectados por fios ou redes sem fios, comprometendo a mobilidade. Já a RA pode ser utilizada por meio de aplicativos de dispositivos móveis que não precisam estar conectados. Além disso, o valor dos acessórios

utilizados pela RV é elevado, o que dificulta o acesso da população (ERBAS; DEMIRER, 2014).

As aplicações da RA podem trazer grandes benefícios para vários contextos da sociedade, pois os objetos virtuais transmitem informações para os usuários que ajudam a executar as tarefas no mundo real. Por exemplo: na área de medicina, a RA pode auxiliar no planejamento de cirurgias, na terapia dos pacientes e na instrução para novos médicos; na indústria, a RA pode ajudar na montagem, manutenção e reparo de máquinas e motores; na área de divulgação de dados e informações, a RA pode ser uma nova forma de organização dos bancos de dados, deixando-os mais acessíveis para o público interessado; na área de construção civil, a RA com seus objetos virtuais em 3D, pode auxiliar na visualização final dos projetos; na área da robótica, a RA pode facilitar o planejamento e a programação dos comandos; na área de entretenimento, a RA pode mesclar as atrações reais com cenários e, até mesmo, atores e cantores virtuais; na área militar, a RA pode sobrepor gráficos e informações nas visões dos combatentes e favorecer o ataque (AZUMA, 1997).

Esses foram exemplos de alguns contextos da sociedade. No entanto, as aplicações da RA podem ser para infinitas áreas, pois o processo de utilização de objetos virtuais em sobreposição de objetos reais depende da necessidade dos usuários e da criatividade dos criadores. Nos próximos parágrafos, vamos explorar um pouco mais sobre as aplicações da RA na educação.

A utilização da realidade aumentada como recurso tecnológico em ambientes educacionais também está crescendo. Estudos realizados mostram que a aplicação da RA na educação contribui para uma melhor percepção e motivação dos estudantes em diversas atividades no âmbito educacional, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem (AYER; MESSNER; ANUMBA, 2016).

Lopes e colaboradores (2019), ao realizarem uma revisão sistemática de 44 trabalhos sobre inovações educacionais com o uso da realidade aumentada concluíram que a RA aumenta a motivação dos estudantes e, como consequência, há uma melhora no desempenho acadêmico dos mesmos. Outra informação encontrada nesta pesquisa, é em relação a como, geralmente, acontece a aplicação da RA na educação, que é por meio de dispositivos móveis, por meio de jogos e projetos e por meio de livros com a RA embutida.

Ainda em relação aos benefícios da RA na educação, os seguintes estudos incluem:

- a) experiências diferenciadas que os estudantes normalmente não vivenciam nas salas de aula, esse benefício foi verificado por Wu e colaboradores (2013) por meio de uma revisão da literatura sobre a definição e a taxonomia da RA na educação e uma breve reflexão de como as tecnologias RA devem estar presentes nas sequencias didáticas;
- b) aumento da participação dos estudantes nas atividades propostas pelos professores, esse item foi verificado por Wojciechowski e Cellary (2013) através de uma pesquisa de campo com estudantes do segundo ano do ensino médio, onde os mesmos tiveram contato com a tecnologia RA na aula de química e responderam um questionário de aceitação da tecnologia;
- c) aprendizagem lúdica, o qual foi observado no estudo de Yoon e colaboradores (2012). Os pesquisadores utilizaram a RA que estava no museu de ciências (espaço não formal de educação), para trabalharem sobre o tema condutividade elétrica, os estudantes tinham um roteiro e responderam um questionário antes e depois da visita;
- d) melhor aproveitamento do tempo da aula, apontado por Ab Aziz e colaboradores (2012), que após analisarem os outros benefícios da RA na sala de aula e elaborarem um material didático para estudantes com TDHA com a tecnologia de RA, concluíram que a inserção da RA possibilita uma maior interação com o objeto de estudo, fazendo com que os estudantes aproveitem a aula para questionar e compartilhar sua opinião com o professor e seus colegas;
- e) aumento da cooperação e colaboração dos estudantes, esse benefício foi observado por Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011), após oferecerem, em seu estudo, uma visão geral da RA, o recente desenvolvimento desta tecnologia digital e suas implicações na sociedade e educação.

Mesmo a RA possuindo um grande potencial de aplicações e benefícios para a educação, ela ainda encontra limitações, pois os professores não dominam o uso dos softwares e dos equipamentos para o desenvolvimento de atividade diferenciadas que utilizem essa tecnologia. Assim, há a necessidade de capacitação para os docentes para o uso da RA nas suas aulas (LOPES, et al., 2019; CHATZOPOULOS, et al., 2017).

3 VIDA E OBRA DO EPISTEMÓLOGO LUDWICK FLECK

Ludwick Fleck (1896-1961) médico de formação e de origem judaico-polaca, nasceu na cidade conturbada de Lwów na Polônia. Dedicou-se nas áreas de bacteriologia, microbiologia, imunologia e trabalhou em laboratórios realizando pesquisas na área de microbiologia e bioquímica. Em paralelo, estudou sociologia, filosofia e história das ciências e publicou importantes trabalhos no campo da epistemologia (DA ROS, 2000; DELIZOICOV et al., 2002; LÖWY, 1994).

Apesar de Fleck não citar em sua obra, seus estudos tiveram forte influência da Escola Polonesa de Filosofia e, especialmente, dos cientistas: Bienarki que dizia que não existe regularidade no fenômeno da doença e cada pessoa é diferente, Chalubinski que afirmava que não tratamos doenças e sim pacientes, Bieganski que não concordava com a segmentação anatômica do corpo ou na etiologia e que isso prejudica a terapia e Kramstyk que entendia que toda ação humana depende do conhecimento e que esse depende do fazer (MATOS; GONÇALVES; RAMOS, 2005).

Lwów, cidade onde Fleck nasceu e atuou profissionalmente, também teve forte influência germânica fazendo com que a cultura e a ciência estivessem ligadas às de Viena. Assim, Fleck levando em consideração as ideias da Escola Polonesa de Filosofia, se posicionou contra as ideias do empirismo lógico, desenvolvidas pelo Círculo de Viena, e foi um dos pioneiros do construtivismo/interacionista, pois ele entende que o conhecimento é resultado de processos sócio-históricos, realizados por coletivos de pensamento em interação sociocultural (DELIZOICOV et al., 2002).

Partindo desse entendimento sobre o conhecimento, Fleck em sua obra mais importante e mais citada “A gênese e o desenvolvimento de um fato científico”, datada em 1935, propôs, baseado no desenvolvimento do conceito de sífilis e sua identificação diagnóstica pela reação sorológica de Wassermann, três categorias epistemológicas que analisam a gênese e a difusão do conhecimento: coletivo de pensamento, estilo de pensamento e circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias (LÖWY, 1994).

Na obra mencionada anteriormente, Fleck (2010) define o coletivo de pensamento como um grupo de cientistas de um campo determinado do saber e o estilo de pensamento como sendo um conjunto de conjecturas as quais o coletivo de pensamento constrói seus fundamentos teóricos. No entanto, quanto mais

desenvolvido for um campo do conhecimento, menores divergências de opinião irão ocorrer, tornando o conhecimento e o estilo de pensamento mais rígidos.

Para ilustrar a definição de coletivo de pensamento, Gonçalves e Marques (2012) utilizaram o seguinte exemplo: pesquisadores em ensino de Química constituem um coletivo de pensamento diferente dos pesquisadores de Química Orgânica, embora compartilhem de um conjunto de conhecimentos teóricos e práticos químicos e um conjunto de habilidades técnicas.

Dentro da estrutura geral do coletivo de pensamento, há o círculo esotérico, formado pelos especialistas de uma área do conhecimento e responsáveis por desenvolver o estilo de pensamento. Além disso, há também o círculo exotérico, formado pelos indivíduos não especialistas da área. O autor ressalta que um indivíduo pode pertencer simultaneamente a diversos coletivos de pensamento, garantindo a circulação intracoletiva e intercoletiva (FLECK, 2010).

Com base na estrutura do coletivo de pensamento, podemos dizer que os pesquisadores em Ensino de Química constituem um círculo esotérico, já os licenciados em Química constituem um círculo exotérico. Entretanto, um círculo exotérico não é formado apenas por não-especialistas. Uma vez que pesquisadores em Química Orgânica também podem ser integrantes do círculo exotérico em relação aos pesquisadores em Ensino de Química e vice e versa (GOLÇALVES; MARQUES, 2012).

Em relação a categoria circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias, podemos conceituar, segundo Fleck (2010), da seguinte maneira: a circulação intracoletiva acontece dentro do coletivo de pensamento, assegurando a extensão e o compartilhamento do estilo de pensamento vigente, objetivando também a formar novos membros. Já circulação intercoletiva ocorre entre dois ou mais coletivos de pensamento e pode ser uma fonte de inovação nas ciências e na sociedade, pois os fatos produzidos por um dado coletivo de pensamento são assimilados, adaptados e, até mesmo, simplificados por outros coletivos de pensamento. Como o próprio Fleck escreveu em sua obra: “[...] qualquer tráfego intercoletivo de pensamento traz consigo um deslocamento ou uma alteração dos valores de pensamento” (FLECK, 2010, p.161).

Matos, Gonçalves e Ramos (2005), ainda falando sobre a circulação intercoletiva de ideias, ressaltam que cada área do conhecimento desenvolve seu

estilo de pensamento, mas é possível encontrar nesses estilos de pensamento o que Fleck chamou de “Zonas de Fronteiras”.

São nas zonas de fronteiras que se estabelecem trocas, interações que possibilitam a construção de novos conhecimentos e novas práticas. A tradução de um estilo de pensamento está sujeita a imperfeições, uma vez que um estilo é incomensurável para outro estilo de pensamento; porém, estes erros não se constituem necessariamente em fatos negativos. A modificação de um estilo de pensamento para outro modifica e enriquece este segundo, resultando em inovações nas ciências e na sociedade (MATOS; GONÇALVES; RAMOS, 2005, p. 389).

No entanto, como Fleck (2010) destaca em sua obra, quanto maior é a diferença entre dois estilos de pensamento, menor é a circulação intercoletiva de ideias.

4 METODOLOGIA

O estudo configurou-se como uma revisão sistemática da literatura, esse tipo de pesquisa caracteriza-se pelo processo de reunião, avaliação crítica e sintética de resultados de múltiplos estudos, podendo ou não incluir metanálise. Além disso, ela deve ser organizada em oito etapas: delimitação do tema, escolha das fontes de dados, eleição das palavras-chave, busca e armazenamento dos resultados, seleção de artigos pelo resumo (critérios de inclusão e exclusão bem definidos), extração dos dados dos artigos selecionados, avaliação dos artigos, síntese e interpretação dos dados (KOLLER; COUTO; VON HOHENDORFF, 2014).

Os caminhos metodológicos desse trabalho, tiveram como base os estudos de Da Ros (2000), Pfuetzenreiter (2002), Lorrenzetti (2008), Lorenzetti; Muenchen; Slongo, (2013, 2018) e Gonçalves e Marques (2012).

Com o tema Realidade Aumentada no Ensino de Química delimitado, foi investigado os trabalhos existentes por meio do motor de busca Google Acadêmico (hospedado no sítio virtual <https://scholar.google.com.br/>) e nos sites de pesquisa acadêmica Scielo (hospedado no sítio virtual <http://www.scielo.br/?lng=pt>) e Dialnet (hospedado no sítio virtual <https://dialnet.unirioja.es>). Além disso, também foi consultado o Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES, disponível no sítio virtual <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>.

Para a localização dos trabalhos com o tema de interesse foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “Realidade Aumentada no Ensino de Química”, “Química Aumentada”, “RA no Ensino de Química”, “Utilização da RA no Ensino de Química” e “Realidade Aumentada na Educação em Química”. Com os resultados da pesquisa, foi determinado o recorte temporal.

Após o levantamento das pesquisas e publicações sobre a RA no Ensino de Química, foram lidos os resumos para selecionar quais, de fato, apresentavam a realidade aumentada no ensino de Química como objeto de estudo pedagógico. Outro critério de inclusão foi a nacionalidade brasileira e o idioma Língua Portuguesa das pesquisas e publicações acadêmicas. Os documentos que contemplaram essas especificações foram organizados em um quadro de forma a identificar o título do trabalho, os autores, orientadores, ano de defesa ou publicação, palavras-chave, a região do país, instituição (privada ou pública), assunto de química explorado,

objetivos do estudo, meios que a RA foi aplicada, principais resultados do estudo, referências utilizadas pelos autores, meios que os estudos foram disponibilizados para os licenciados em química e os demais interessados. Assim foi possível verificar se há grupos ou pesquisadores voltados especificamente para essa área, quais assuntos da Química essas pesquisas se destinam e compreender quais são as regiões os tipos instituições que mais produzem ou publicam.

As referências utilizadas nas pesquisas e publicações foram agrupadas por autor e obra, assim foi possível identificar quais são os referenciais teóricos mais utilizados. Posteriormente, também foi investigado quais são os meios (revistas, anais de congressos etc.) que esses estudos são disponibilizados para os licenciados em química e os demais interessados (círculo exotérico).

Como apresentado, esses dados foram analisados quantitativamente, por meio do programa estatístico RStudio Versão 0.99.903, e qualitativamente. Atendendo as oito etapas de uma pesquisa de revisão sistemática da literatura e dando condições para identificar a circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias. O fluxograma das etapas descritas anteriormente, está resumido na Figura 1.

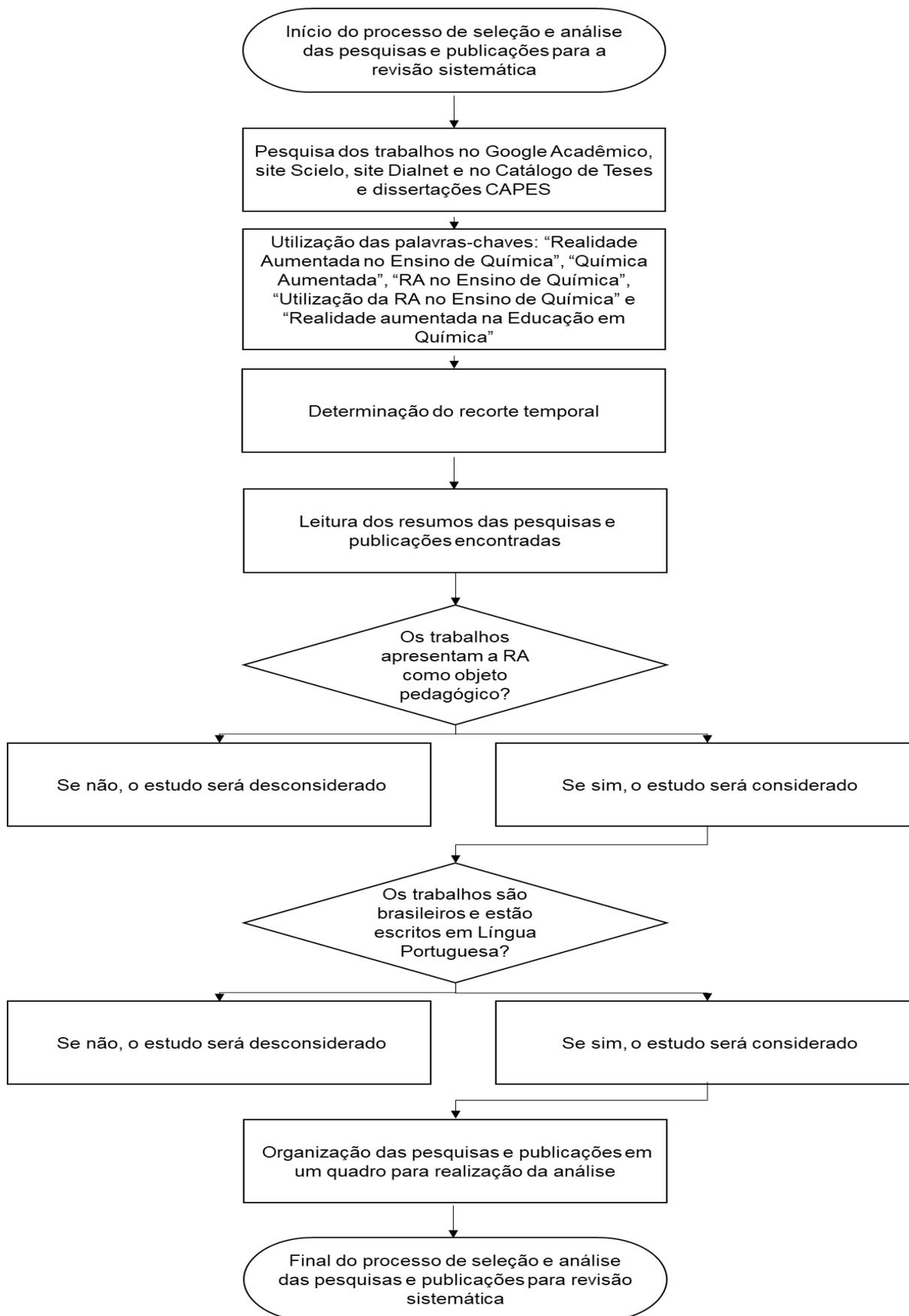


Figura 1 – Processo de revisão e análise das pesquisas e publicações
Fonte: o autor, 2020.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao realizar a busca com as palavras-chave “Realidade Aumentada no Ensino de Química”, “Química Aumentada”, “RA no Ensino de Química”, “Utilização da RA no Ensino de Química” e “Realidade Aumentada na Educação em Química” nos sites educacionais e no motor de busca citados na metodologia deste trabalho, foram encontradas 139 pesquisas e publicações. No entanto, após a leitura dos resumos, apenas 14 contemplaram os critérios de inclusão e exclusão determinados. No Apêndice A, as pesquisas e publicações analisadas estão organizadas em um quadro a fim de identificar o título, autor(es), ano, objetivos e os principais resultados. Desses 14 trabalhos, 10 são oriundos de instituições públicas. O ano, quantidade e o tipo das pesquisas e publicações (trabalho de conclusão de curso (TCC), dissertação, artigo e anais de congressos) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Ano, quantidade e o tipo das pesquisas e publicações analisadas

Ano	TCC	Dissertação	Artigo	Anais de congressos
2008				1
2010		1		1
2012				1
2013	1			
2014				1
2015	1		1	
2017		1		2
2018			2	1

Fonte: o autor, 2020.

Percebemos uma baixa frequência de estudos por ano que utilizam a RA no ensino de Química, um dos possíveis motivos para essa observação é mostrado no trabalho de Martins e Guimarães (2012). Os autores relatam que os softwares utilizados para a elaboração das atividades com RA são difíceis para não especialistas em Computação. Outro ponto levantado, é o fato das escolas brasileiras não possuírem laboratórios de informática equipados, inviabilizando a aplicação. Além disso, os aplicativos disponíveis nas lojas dos sistemas

operacionais não atendem ou atendem parcialmente os objetivos dos professores para suas disciplinas.

Com o objetivo de reconhecer grupos ou pesquisadores brasileiros voltados especificamente para a temática RA no ensino de química, as pesquisas e publicações foram organizadas de acordo com as regiões do país (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de pesquisa e publicações por região do país

Região	TCC		Dissertação		Artigo		Anais de congressos		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sul	1	7,14	1	7,14	3	21,43	1	7,14	6	42,85
Sudeste	-	-	1	7,14	-	-	3	21,43	4	28,57
Centro-Oeste	-	-	-	-	-	-	2	14,28	2	14,28
Nordeste	1	7,14	-	-	-	-	1	7,14	2	14,28
Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: o autor, 2020.

É possível perceber que as instituições da região Sul produziram quase a metade (42,85%) das pesquisas e publicações relativas à temática em questão. A região Sudeste foi responsável por 28,57% dos trabalhos e as regiões Centro-Oeste e Nordeste colaboraram cada uma com 14,28% das pesquisas. Não encontramos documentos oriundos da região Norte. Ao somarmos os trabalhos das regiões Sul e Sudeste, verificamos que eles representam 71,41% das pesquisas e publicações analisadas. Uma das possíveis explicações desse elevado número é o fato de que uma parte significativa dos doutores ativos em pesquisa no Brasil, estão atuando nessas regiões (GUIMARÃES; LOURENÇO; COSAC, 2001). Tratando-se especificamente da área de ensino de Química, Schnetzler (2002) em sua obra, nos mostra que a maioria dos orientadores de mestrado e doutorado estão concentrados nas regiões Sul e Sudeste.

Levando em consideração o agrupamento das pesquisas e publicações por regiões (Tabela 2) e o currículo dos autores e orientadores, quando disponível, na Plataforma Lattes hospedada no sítio virtual <http://lattes.cnpq.br/>, onde foi analisado o histórico de publicações e a formação acadêmica dos sujeitos envolvidos, não foi possível identificar grupos ou pesquisadores brasileiros voltados especificamente para as investigações sobre a realidade aumentada no ensino de Química.

Ainda na Tabela 2, verificamos que os estudos são disponibilizados para os interessados por meio de TCC's, dissertações, artigos e anais de congressos. Esses meios garantem tanto a circulação intracoletiva (apresentando os problemas investigados da área, as referenciais da área, os métodos de análises e os resultados de pesquisa), bem como a circulação intercoletiva de ideias (referencias utilizadas de outras áreas). No entanto, ressaltamos a ausência de teses de doutorado com a temática em questão e o baixo número, apenas duas, de dissertações, sendo que estas não foram orientadas por pesquisadores da área de ensino de Química (círculo esotérico) e sim por orientadores formados da área de computação e engenharia elétrica, corroborando com a informação de que um indivíduo pode pertencer, segundo Fleck (2010), a mais um coletivo de pensamento. Essas informações concordam com o trabalho de Delizoicov (2004), onde o autor nos mostra que o ensino das Ciências é composto por vários coletivos de pensamentos (especialistas de uma determinada área) e por vários estilos de pensamentos (pressupostos teóricos), garantindo a circulação intercoletiva, a qual, segundo Fleck (2010) é responsável pelas inovações nas ciências e na sociedade.

Em relação as referências utilizadas pelas 14 pesquisas e publicações sobre a RA no ensino de Química, foram encontrados 299 trabalhos diferentes. Entretanto, na Tabela 3, listamos os nomes dos trabalhos e autores que apareceram em mais de uma pesquisa ou publicação (frequência).

Na Tabela 3, verificamos que os 14 trabalhos selecionados para essa análise sistemática utilizam autores distintos para desenvolverem seus estudos. Essa observação fica evidente quando analisamos a coluna de frequências. Apenas dois trabalhos são citados por três pesquisas ou publicações diferentes, sendo que o primeiro foi utilizado como método de pesquisa e o segundo aborda sobre os benefícios que a realidade aumentada traz para o ensino da teoria de repulsão para pares eletrônicos de valência (TRPEV), além de ser um trabalho estrangeiro.

Devido ao compartilhamento distinto das referências, identificou-se que a circulação de ideias intracoletivas, aquela que acontece entre os trabalhos da mesma temática, ainda está em estágio incipiente. Resultado semelhante foi encontrado por Lorenzetti (2008) após analisar as referências das teses e dissertações sobre Educação Ambiental desenvolvidas nos Programas de Pós-Graduação no Brasil. Ainda, esse mesmo autor destaca que o uso de referências mais compartilhado, potencializa a extensão do estilo de pensamento vigente.

Nome dos trabalhos	Autor(es)	Frequência
Análise de conteúdo	BARDIN, L.	3
Augmented chemistry interactive education system	SINGHAL, S. et al.	3
Aplicação da realidade virtual na educação química – o caso do ensino de estrutura atômica	SILVA, J. E.	2
Augmented reality a class of displays on the reality-virtuality continuum	MILGRAM, Paul et al.	2
Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education	WU, Hsin-Kai et al.	2
Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada	TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R.	2
Introdução à pesquisa em ciências sociais a pesquisa qualitativa em educação	ALVES, N. C.	2
Introdução à realidade virtual	KIRNER, C.; PINHO, M. S.	2
Introdução à realidade virtual, realidade misturada e hiperrealidade	KIRNER, C.; TORI, R.	2
Metodologia científica	LAKATOS, E. M.; DE ANDRADE MARCONI, M.	2
Proteinscanar - an augmented reality web application for high school education in biomolecular life sciences	NICKELS, S. et al.	2
Rastreamento em realidade aumentada com artoolkit e marcadores	LAHR, P. S.; LOURENÇO, P. C.; DAINESE, C. A.	2
Realidade virtual como ferramenta de informática na educação	PINHO, M. S.	2
Realidade virtual e aumentada conceitos, projeto e aplicações	KIRNER, C.; SISCOOTTO, R.	2
Realidade virtual e educação	BRAGA, M.	2
Um estudo de aplicações de realidade aumentada para educação	SILVA, M. M.; ROBERTO, R. A.; TEICHRIEB, V.	2
Uma aplicação da realidade aumentada em laboratórios mistos para ensino de química	SCOTTA, A. et al.	2
Usability engineering	NIELSEN, J.	2
Uso da realidade aumentada em auxílio à educação	CARDOSO, R. G. et al.	2

Tabela 3 – Nome dos trabalhos e autores e a frequência que apareceram nas pesquisas e publicações analisadas

Fonte: o autor, 2020.

No que se refere aos assuntos de química que as pesquisas e publicações se destinaram, a Figura 2 mostra a nuvem de palavras resultante da frequência de que esses assuntos apareciam.

Como podemos observar na Figura 2, os assuntos de química que se destacaram foram: geometria molecular, estrutura atômica, ligações químicas e reações químicas. Esses assuntos são normalmente abordados na sala de aula no nível submicroscópico, aquele utilizado para representar os modelos criados para explicar as representações abstratas (JOHNSTONE, 1991, 1993). Assim identificou-se a tendência de se utilizar a RA para trabalhar nesse nível de representação, devido ao fato de conseguirmos visualizar os objetos virtuais na terceira dimensão, facilitando a compreensão dos estudantes.

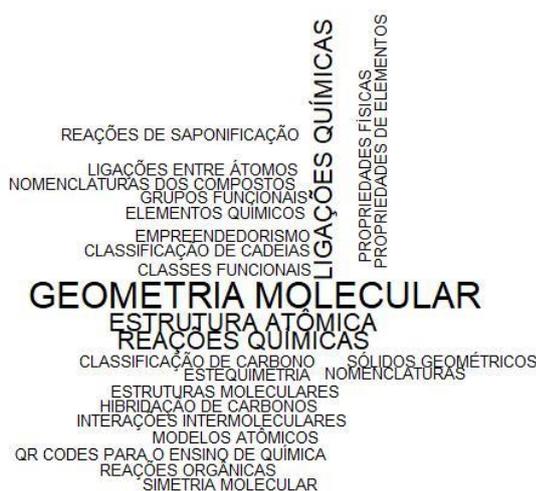


Figura 2 – Nuvem de palavras da frequência dos assuntos de Química

Fonte: o autor, 2020.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como objetivo realizar um panorama da circulação intracoletiva e intercoletiva de ideias sobre as produções e publicações de trabalhos acadêmicos que versavam sobre a realidade aumentada no ensino de Química no Brasil. A partir dessas pesquisas e publicações analisadas, constatou-se que são poucos trabalhos que abordam a RA no ensino de Química. Especulamos que um dos motivos dessa baixa incidência pode estar relacionado a alguns obstáculos que enfrentamos na educação brasileira. Também notamos que os trabalhos concentram-se nas regiões Sul e Sudeste, e essa informação talvez se justifique pelo número de doutores e mestres ativos em pesquisa nessas regiões, os quais orientam as pesquisas acadêmicas.

Com relação a circulação intercoletiva de ideias, verificamos que essa é garantida devido ao fato de que o ensino de Ciências (Química) é composto por vários coletivos de pensamentos, como o de computação e engenharia elétrica - áreas de formação dos orientadores das duas dissertações analisadas neste trabalho.

Essa composição por diferentes coletivos de pensamento implica na inovação no ensino de Química, e um exemplo dessa inovação é a utilização da própria realidade aumentada. No que refere-se a circulação intracoletiva de ideias, percebemos que a mesma ainda está em estágio incipiente, devido ao compartilhamento distinto das referências utilizadas pelas pesquisas e publicações analisadas. Outro possível motivo para esse compartilhamento distinto, pode ser o fato de não encontrarmos grupos ou pesquisadores voltados especificamente para essa temática.

Ao analisarmos os assuntos de Química apresentados nos TCC's, dissertações, artigos e anais de congressos que utilizaram a realidade aumentada como ferramenta, percebemos a tendência em utilizar essa tecnologia digital para trabalhar os temas que geralmente são abordados em sala de aula no nível microscópico de representação. Esse nível é utilizado para representar os modelos criados para representação abstratas e a RA facilita a visualização por meio de seus objetos virtuais na terceira dimensão.

Futuros trabalhos com uma análise aprofundada dos conteúdos das pesquisas e publicações sobre a realidade aumentada no ensino de Química também são necessários. A partir desse tipo de análise é possível ter uma noção do estilo de pensamento vigente e compreender quais são os fundamentos teóricos sobre essa temática.

Este trabalho de conclusão de curso apresenta um ponto final, mas paradoxalmente continuativo, no sentido de que a Realidade Aumentada enquanto ferramenta fortemente vinculada as tecnologias digitais de informação e comunicação representa a capacidade de abstração no entendimento do conceito de alguns elementos de Química e, ainda, na possibilidade de engendrar a capacidade de articular elementos distintos que poderão nortear a consolidação de um único ou mais conceitos.

REFERÊNCIAS

AB AZIZ, Nor Azlina et al. Providing augmented reality based education for students with attention deficit hyperactive disorder via cloud computing: Its advantages. In: 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICACT), 2012, PyeongChang. **Anais...** PyeongChang: IEEE, 2012, p. 577-581. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6174735>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

ARICI, Faruk et al. Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. **Computers & Education**, v. 142, n. 103647, p. 1-23, ago. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519302003>>. Acesso em: 29 out. 2019.

AYER, Steven K.; MESSNER, John I.; ANUMBA, Chimay J. Augmented reality gaming in sustainable design education. **Journal of Architectural Engineering**, v. 22, n. 1, p. 1-9, 2016. Disponível em: <[https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000195](https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000195)>. Acesso em: 12 nov. 2019.

AZUMA, Ronald T. A survey of Augmented Reality. **Presence**, Malibu (CA), v. 6, n. 4, p. 355-385, ago. 1997. Disponível em: <<https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/pres.1997.6.4.355>>. Acesso em: 29 out. 2019.

DA ROS, Marco Aurélio. **Estilo de pensamento em educação médica: um estudo da produção da FSP-USP e ENSP-FIOCRUZ entre 1948 e 1994, a partir de epistemologia de Ludwik Fleck**. 2000. 207 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

DELIZOICOV, Demétrio; CASTILHO, Nadir; CUTOLO, Luiz Roberto Agea; DA ROS, Marco Aurélio; LIMA, Armênio Matias Corrêa. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis (SC), v. 19, p. 52-69, jun. 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10054>>. Acesso em: 27 out. 2019.

DELIZOICOV, Demétrio. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, Florianópolis (SC), v. 21, n. 2, p.145-175, ago. 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6430>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

ERBAS, C.; DEMIRER, V. Augmented reality in education: Google glass case. **Journal of Instructional Technologies & Teacher Education**, Trabzon (TU), v. 3, n. 2, p. 8-16, 2014. Disponível em:

<<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85016504845&origin=inward&txGid=e66cd5ba94f6f0b6249391f2b0f46612>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

FLECK, Ludwick. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. 1 ed. Belo Horizonte: FABREFACTUM, 2010.

GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Aberto. Pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte (MG), v. 12, n. 1, p. 181-204, jan./abr. 2012. Disponível em:

<<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4225/2790>>. Acesso em: 27 out. 2019.

GUIMARÃES, Reinaldo; LOURENÇO, Ricardo; COSAC, Silvana. O perfil dos doutores ativos em pesquisa no Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília (GO), V. 6, n. 13, p. 122-150, dez. 2001. Disponível em:

<http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/199/193>. Acesso em: 15 jan. 2020.

JOHNSTONE, Alex H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of computer assisted learning**, Medford (MA), v. 7, n. 2, p. 75-83, jun. 1991. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>>. Acesso em: 27 out. 2019.

JOHNSTONE, Alex H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of chemical education**, Athens (GA), v. 70, n. 9, p. 701, set. 1993. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed070p701>>. Acesso em: 27 out. 2019.

KOLLER, Sílvia H.; COUTO, Maria Clara P. de Paula; VON HOHENDORFF, Jean. **Manual de produção científica**. Porto Alegre: Penso, 2014.

KYE, Bokyung; KIM, Youngsoo. Investigation of the Relationships between Media Characteristics, Presence, Flow, and Learning Effects in Augmented Reality Based Learning. **International Journal for Education Media and Technology**. Osaka (OS), v. 2, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://jaems.jp/contents/iconej/vol2/IJEMT2.4-14.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

LIAO, Tarliz. Parte 1 – Como surgiu a realidade aumentada, Curitiba, 2018. Livro da semana 2 do Curso de Especialização em Inovação e Tecnologias na Educação (INTEDUC) na modalidade à distância.

LOPES, Luana Monique Delgado; VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; POZZEBON, Eliane; FERENHOF, Helio Aisenberg. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, Belo Horizonte (MG), v. 35, n. 1, p. 1-33, 2019. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/edur/v35/1982-6621-edur-35-e197403.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

LORENZETTI, Leonir. **Estilos de pensamento em educação ambiental: uma análise a partir das dissertações e teses**. 2008. 406 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

LORENZETTI, Leonir; MUENCHEN, Cristiane; SLONGO, Iône Ines Pinsson. A crescente presença da epistemologia de Ludwik Fleck na pesquisa em Educação em Ciências no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Belo Horizonte (MG), v. 11, n. 1, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/6041/pdf>. Acesso em: 27 out. 2019.

LORENZETTI, Leonir; MUENCHEN, Cristiane; SLONGO, Iône Inês Pinsson. A recepção da epistemologia de Fleck pela pesquisa em educação em ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte (MG), v. 15, n. 3, p. 181-197, set./dez. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n3/1983-2117-epec-15-03-00181>>. Acesso em: 27 out. 2019.

LÖWY, Ilana. Ludwik Fleck e a presente história das ciências. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro (RJ), v. 1, n. 1, p. 7-18, jul./out. 1994. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v1n1/a03v01n1.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2019.

MATOS, Eliane; GONÇALVES, Jadete R.; SOUZA RAMOS, Flávia Regina. A epistemologia de Ludwick Fleck: subsídios para a prática interdisciplinar em saúde. **Texto & contexto - Enfermagem**, Florianópolis (SC), v. 14, n. 3, p. 383-390, jul./set. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tce/v14n3/v14n3a09>>. Acesso em: 28 out. 2019.

MARTINS, Valéria Farinazzo; GUIMARÃES, Marcelo de Paiva. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. In: WORKSHOP DE DESAFIOS DA COMPUTAÇÃO APLICADA À EDUCAÇÃO. 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Desafie, 2012, p. 100-109. Disponível em: <<https://brie.org/pub/index.php/desafie/article/view/2780/2433>>. Acesso em: 13 jan. 2020.

MORENO, Emmanuel; MACINTYRE, Blair; BOLTER, Jay David. Alice's adventures in new media: an exploration of interactive narratives in augmented reality. In: CONFERENCE ON COMMUNICATION OF ART, SCIENCE AND TECHNOLOGY. 2001, Bonn. **Anais...** Bonn: Cast'01, 2001, p. 21-22. Disponível em: <<https://www.cc.gatech.edu/fac/Blair.MacIntyre/papers/cast01-alice-toappear.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2019.

OLIVEIRA, Alexandre Alberto Queiroz de; CASSAB, Mariana; SELLES, Sandra Escovedo. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte (MG), v. 12, n. 2, p. 183-209, maio/ago. 2012. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/deb_nre/pesquisasbrasileirsobreexperimentacananensinodecienciasebiologia.pdf>. Acesso em: 27 out. 2019.

PFUETZENREITER, Márcia Regina. A epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa no ensino na área de saúde. **Ciência & Educação (Bauru)**, Bauru (SP), v. 8, n. 2, p. 147-159, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v8n2/01.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2019.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, Piracicaba (SP), v. 25, n. 1, p. 14-24, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9408.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2020.

WOJCIECHOWSKI, Rafał; CELLARY, Wojciech. Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. **Computers & Education**, v. 68, p. 570-585, out. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513000535>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

WU, Hsin-Kai; LEE, Silvia Wen-Yu; CHANG, Hsin-Yi; LIANG, Jyh-Chong. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. **Computers & Education**, v. 62, p. 41-49, mar. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512002527>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

YILMAZ, Rabia Meryem; GOKTAS, Yuksel. Using augmented reality technology in storytelling activities: examining elementary students' narrative skill and creativity. **Virtual Reality**. Londres (UK), v. 21, n. 2, p. 75-89, out. 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10055-016-0300-1>>. Acesso em: 29 out. 2019.

YOON, Susan A.; ELINICH, Karen; WANG, Joyce; STEINMEIER, Christopher; TUCKER, Sean. Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 7, n. 4, p. 519-541, dez. 2012. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11412-012-9156-x>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

YUEN, Steve Chi-Yin; YAOYUNYONG, Gallayanee; JOHNSON, Erik. Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. **Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)**, v. 4, n. 1, p. 119-140, out. 2011. Disponível em: <<https://aquila.usm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1022&context=jetde>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

APÊNDICE A – Pesquisas e publicações analisadas.

Título	Autores(as) e ano	Objetivos	Principais resultados
Aplicação da realidade virtual e aumentada na educação Química: o ensino de estrutura atômica.	João Erick Da Silva e James Rogado (2008)	Desenvolvimento de simulações, utilizando recursos da RV e de conceitos relacionados à estrutura atômica.	Proporciona uma aprendizagem mais efetiva, melhora na visualização do nível submicroscópico, autonomia, interação, interatividade e participação ativa dos estudantes.
A realidade virtual como uma ferramenta para o ensino da geometria molecular.	José Avelino Dos Santos Moura (2010)	Investigar como técnicas de realidade virtual podem ser exploradas como uma ferramenta adicional ao ensino da geometria molecular.	Melhora na visualização do nível submicroscópico.
Uso de realidade virtual e aumentada como ferramenta complementar ao ensino das principais ligações entre átomos.	Dionata Martins de Araújo, Nayara da Silva Vieira (2010)	Construir um ambiente que auxilie e estimule a construção de conhecimentos necessários para entender o processo das ligações químicas.	Motivação, usabilidade, aceitação da ferramenta, aumento no interesse pelo assunto e melhora na visualização no nível submicroscópico.
O ensino de Química aliado ao lúdico numa pedagogia empreendedora.	Janet Carvalho do Nascimento Chaves Neiva, Rita de Cássia Trindade Stano e Luciene Aparecida Gouvea Nogueira (2012)	Propor uma nova abordagem para o ensino de química, envolvendo o empreendedorismo e o lúdico, com o uso de jogos e a criação de planos de negócios, em que os usuários possam interagir emocionalmente com o objeto da aprendizagem.	Ferramenta de baixo custo, promove a interação/interatividade, proporciona uma aprendizagem mais efetiva, incentivo ao empreendedorismo, usabilidade e aceitação da tecnologia.
Realidade aumentada aplicada ao ensino da simetria molecular.	Matheus Gaspar Reis (2013)	Apresentar todos os estudos envolvidos na criação de uma solução para o ensino de simetria molecular através da Realidade Aumentada, assim como a criação da mesma, baseando-se em software e bibliotecas livres.	A ferramenta disponibiliza mais informações quando comparada com kits físicos.
Uma aplicação da realidade aumentada em laboratórios mistos para ensino de Química.	Alexandre Scotta, Valquíria Hüttner, Karina S. Machado, Ivete Pinto, Zélia Couto e Danúbia B.	Desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada com marcadores através de dispositivos móveis, tendo como caso de uso	Com os objetos virtuais sobrepostos aos reais, é possível sequenciar e guiar experimentos com os estudantes.

	Espíndola (2014)	o desenvolvimento de uma ferramenta para auxílio a experimentos químicos.	
Realidade aumentada no ensino da Química: elaboração e avaliação de um novo recurso didático.	Altamira de Souza Queiroz, Cícero Marcelo de Oliveira e Flávio Silva Rezende (2015)	Apresentar o desenvolvimento e avaliação de um software educativo para auxiliar no ensino de Química, mostrando que a informática, em específico a RA é um importante aliado no ensino aprendido.	Melhora da visualização no nível submicroscópico, promove a interação/interatividade, aceitação da ferramenta, aumento do interesse e motivação.
Tecnologia da informação e comunicação: análise e proposta do uso dos tablets no ensino de Química.	José Ricardo Da Costa Lima (2015)	Investigar o emprego dos tablets e apresentar aos professores aplicativos educacionais para efetivar o uso do dispositivo móvel como ferramenta de apoio no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de química do ensino médio.	Melhora no desempenho dos estudantes, aumento da motivação, estimula a autonomia e aceitação da ferramenta.
Contribuições da realidade aumentada para o ensino de Química no ensino médio do IFG câmpus Jataí.	Sergio Henrique de Almeida e Carlos César da Silva (2017)	Analisar as contribuições da tecnologia de Realidade Aumentada, como apoio didático no ensino de Química Orgânica	Facilita o processo de ensino e aprendizagem, promove a interatividade e melhora da visualização no nível submicroscópico.
MMAR: sistema web para modelagem molecular tridimensional utilizando realidade aumentada.	Alex Eder Da Rocha Mazzuco (2017)	Analisar as possíveis influências referentes à interatividade, à usabilidade e à motivação, proporcionadas por um ambiente diferenciado para o ensino de estruturas moleculares tridimensionais, por meio do desenvolvimento e aplicação de um sistema Web dirigido à modelagem molecular tridimensional, dispondo de uma interface de RA.	Motivação, promove a interatividade, usabilidade, aumenta o entusiasmo e melhora da visualização no nível submicroscópico.
Uso da Realidade Aumentada no auxílio do ensino de	Matheus A. M. Lucena e Éwerton Rômulo S. Castro (2017)	Estudar e buscar métodos para inserir a Realidade Aumentada a fim de auxiliar	Melhora da visualização no nível submicroscópico, aumenta o interesse, torna o ambiente de

sólidos geométricos e geometria molecular		educadores a mediar os assuntos de sólidos geométricos, geometria molecular e ligações entre átomos; objetiva também propor uma aplicação e desenvolvê-la, a fim de tornar a visualização das informações mais intuitiva e simples.	aprendizado mais dinâmico e proporciona uma aprendizagem mais efetiva.
A ciência pelas lentes dos smartphones: o potencial do aplicativo QR CODE na formação inicial de professores de Ciências da Natureza	Thiago Vinicius Ferreira, Jéssika de Sousa Ribeiro e Maria das Graças Cleophas (2018)	Responder a seguinte questão de investigação: quais benefícios e competências são inerentes em uma atividade aplicada a professores de Ciências da Natureza em formação inicial, mediadas pelo uso dos dispositivos móveis e apoiadas na usabilidade dos QR CODES e da realidade aumentada?	A ferramenta contribui para o aprendizado e melhora e melhora da visualização no nível submicroscópico.
A utilização da Realidade Aumentada como auxílio no ensino da Química Orgânica.	Juliana Cristina Gonçalves, Jaqueline Neves Dorneles, Jean Lucas de Sousa e Cintia Carvalho Oliveira (2018)	Propor o desenvolvimento de uma aplicação utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) a fim de auxiliar a aprendizagem do conteúdo de Química, deixando simples e prática a visualização dos compostos orgânicos, tanto para os alunos quanto para os professores, por meio de marcadores, computadores e/ou dispositivos móveis.	Espera-se motivação, aprendizagem efetiva e melhora da visualização no nível submicroscópico.
Simulação de atividades práticas por meio de laboratórios virtuais.	Noemia Souza Mesquita (2018)	Compreender de que forma práticas laboratoriais podem ser construídas e programadas para simularem estes tipos de atividades, como pesquisadores encontram auxílio nesses	Atividades práticas mais seguras, baixo investimento, estimula e autonomia.

		ambientes para aprenderem e desenvolverem técnicas de observação, que é o objetivo principal das práticas laboratoriais no meio físico.	
--	--	---	--

Quadro 1 – Pesquisas e publicações analisadas
Fonte: o autor, 2020