



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

MARÍLIA GABRIELA BELARMINO CABRAL

***Aplicativos para Dispositivos Móveis como Ferramenta Educacional no
Processo de Ensino-Aprendizagem de Química: Um Mapeamento da
Produção Brasileira e Internacional (2016-2022)***

João Pessoa-PB

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

MARÍLIA GABRIELA BELARMINO CABRAL

***Aplicativos para Dispositivos Móveis como Ferramenta Educacional no
Processo de Ensino-Aprendizagem de Química: Um Mapeamento da
Produção Brasileira e Internacional (2016-2022)***

Trabalho de Conclusão de Curso,
requisito parcial para obtenção do grau
de Habilitação em Química, submetido
ao Curso de Graduação em Química –
Licenciatura, da Universidade Federal
da Paraíba.

Orientador:

Prof. Dr. Claudio Gabriel Lima Junior

João Pessoa-PB

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C117a Cabral, Marília Gabriela Belarmino.

Aplicativos para dispositivos móveis como ferramenta educacional no processo de ensino-aprendizagem de Química: Um mapeamento da produção brasileira e internacional (2016-2022) / Marília Gabriela Belarmino Cabral. - João Pessoa, 2022.

50 p. : il.

Orientação: Claudio Gabriel Lima Junior.

TCC (Curso de Licenciatura em Química) - UFPB/CCEN.

1. Aprendizagem móvel. 2. Aplicativos. 3. Ensino de química. I. Lima Junior, Claudio Gabriel. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 54(043.2)

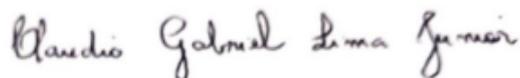
MARÍLIA GABRIELA BELARMINO CABRAL

***Aplicativos para Dispositivos Móveis como Ferramenta Educacional no
Processo de Ensino-Aprendizagem de Química: Um Mapeamento da
Produção Brasileira e Internacional (2016-2022)***

Monografia apresentada a
COORDENAÇÃO OS CURSOS DE
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA, como
requisito à obtenção do grau de licenciado
em Química.

Data da defesa: 16/09/2022

BANCA EXAMINADORA:



Dr. Claudio Gabriel Lima Junior
(orientador)



Dra. Karen Cacilda Weber



Dra. Liliansa de Fátima Bezerra Lira de Pontes

AGRADECIMENTOS

Agradeço à todas entidades do bem que me protegem de todo mal e guiam-me para seguir o melhor caminho todos os dias.

À toda minha família pelo apoio, suporte e paciência, em especial, Miguel (irmão) e Val (mãe). Aos que se foram durante esse período: Vô Teté, Vó Silva, tio Ricardo e tia Rosália.

Aos amigos que a química e a vida me trouxeram, em especial, Dani, Deise, Francinara, Geo, Harald, Helivaldo, Higo, , Israel, Ítalo, Jacq (S. S.), Japa, Ju, Júnior, Karla, Lari, Marli, Mi, Nah, Nery, Rafildes, Sandro (in memoriam), Saul e Su. Também aos Liquids Engineers, Decarli, Hugo e Wel, por todas as conferências promovidas e saberes compartilhados. A todos (e aos que também não citei aqui porque iria requerer mais algumas páginas desse trabalho “hehehe”, mas moram em meu coração e, com certeza, sabem disso) por vossos companheirismos, incentivos e por estarem sempre, de algum modo, ao meu lado ao longo dessa minha jornada. E, claro, por todos os momentos de discussão profunda e descontração sempre bem regados ao bom humor, café e cerveja (Pint of Science).

Ao meu orientador Prof. Dr. Claudio Gabriel Lima Junior, por aceitar me orientar, por todos seus ensinamentos e dedicação.

Às professoras Dra. Karen Cacilda Weber e Dra. Liliana de Fátima Bezerra Lira de Pontes, por aceitarem participar da minha banca e contribuírem com esse trabalho e minha formação.

À coordenação de Química, em especial, profa. Dra. Rafaela por toda paciência e ajuda.

A todos os professores que sempre me motivaram a buscar ser uma profissional melhor. Aos do DQ, em especial, aqueles que, além de meus mestres, se tornaram amigos durante essa caminhada (Cláudia, Juliana, Júlio e Kátia). Aos do CE, em especial, Andrezza.

Aos companheiros e amigos do trabalho pelas trocas de experiências: Fofis, Harley, Izabel, JP, Késsio e Luciano (in memoriam) e, em especial, por tudo e, principalmente, pela parceria de vida, Geogyanna.

Aos meus alunos (Joana, in memoriam), os quais muitos hoje são amigos, pelo incentivo, em especial, Bruno (e à toda sua família que me acolheram como membro da mesma), Cyntia e Lud. Tia Gabes tem vocês no coração.

Aos amigos do projeto de extensão “Curso Universitário – PET Conexões de Saberes” ao qual com muito orgulho fiz parte, por todas as divinas experiências compartilhadas, em especial, Suelídia e Aline.

Aos professores que participaram desse trabalho como respondentes do questionário.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

*“A você,
Que me conheceu no meu pior momento
Frágil, desacreditado, desatento
Ainda eu triste, louco e ruim
Mesmo assim
Não desistiu de mim
Colou meus pedaços
Costurou cada farrapo
Enxugou com guardanapo
A lágrima que caía no ombro
De quem sofria o abandono
Da alma do seu próprio dono
No abraço
De cetim fez um laço
Trouxe a paz
Junto a força e energia
E digo mais
Fez com que todo dia
Houvesse uma razão se reerguer
Que se buscasse força pra crescer
Admirasse o Sol nascer
Pra teu sorriso ver
E em cada entardecer
Em meu peito te ter
A noite se foi
Junta a ela você
Mas só tenho a agradecer
Por ter me mostrado
O meu melhor lado
Me tornou um melhor ser
Me encheu de amor
Nem sei se mereço
Em sua mão
Meu coração
Café, sorvete e croassaint também dou
Um petit gateau
Levo chocolates
Anel e colar 18 quilates
Mas nada será suficiente tamanho apreço
Àquela criatura
Que me tirou do chão
Me levou às alturas
Eterna gratidão
Nada disso foi à toa
Nenhum tempo foi em vão
Você é minha pessoa
Há de ser sempre minha razão”*

(BDX, 2022)

RESUMO

Aplicativos para Dispositivos Móveis como Ferramenta Educacional no Processo de Ensino-Aprendizagem de Química: Um Mapeamento da Produção Brasileira e Internacional (2016-2022).

Um estudo de caráter qualitativo exploratório foi desenvolvido em duas etapas. Na etapa 1, uma busca de artigos no recorte temporal dos anos de 2016 a 2022 foi realizada em periódicos com alto impacto à luz da tecnologia no ensino de química, nacionais e internacionais. Os artigos analisados abordaram o desenvolvimento, aplicação e/ou discutiram sobre o uso de aplicativos para telefone celular no processo de ensino-aprendizagem de química. Os artigos analisados nesse trabalho, foram categorizados por natureza, área de ensino e tema, tornando-se uma fonte facilitadora para a pesquisa de professores que almejam utilizar a aprendizagem móvel no processo de ensino-aprendizagem de química. Os artigos enfatizaram o potencial uso de apps como ferramenta didática para o ensino da química. Na etapa 2, foi elaborado um questionário on-line e aplicado a professores de química, que lecionam tanto no ensino básico e/ou no ensino superior no Brasil, sabendo do fundamental papel desses para implementação dessa ferramenta. Esse questionário teve como propósito avaliar as potencialidades e limitações do uso do celular no processo de ensino e aprendizagem. Verificou-se uma boa aceitação por parte desses docentes em utilizar os recursos tecnológicos em favor da aprendizagem da disciplina, apesar de dificuldades relatadas, como acesso aos apps ou infraestrutura das instituições de ensino.

Palavras-Chave: aprendizagem móvel; aplicativos; ensino de química

ABSTRACT

Applications for Mobile Devices as an Educational Tool in the Teaching and Learning Process of Chemistry: A Mapping of the Brazilian and International Production (2016-2022).

An exploratory qualitative study was carried out in two stages. In the first stage, a search for articles in high impact journals in the area of technology and/or the teaching of chemistry from Brazil and international approach, between 2016 and 2022, of scientific papers that involved applications for mobile devices as an educational tool in the process of teaching and learning chemistry. The papers analyzed in this work, were categorized by nature, chemistry area and subject, becoming a facilitating tool for research for teachers who aim to use mobile learning as strategy of chemistry teaching and learning. All of those papers emphasized the potential use of apps as a didactic method for teaching chemistry. In the second phase, an online questionnaire was prepared and applied to chemistry professors, who teach both in basic education and in Universities in Brazil, once their fundamental role in the implementation of this instrument was known. The purpose of this questionnaire was to assess the potential and limitations of the use of cell phones in the teaching and learning process. There was a good acceptance on the part of these teachers to implement those technological resources, even they reported difficulties, such as access to apps or infrastructure of educational institutions.

Keywords: mobile learning; apps; chemistry education

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Gráfico de dispersão contendo o número de publicações por ano sobre uso de aplicativos no processo de ensino-aprendizagem da química.....25
- Figura 2** – Gráfico em colunas contendo o número de publicações por periódicos (vermelho: internacional; azul: nacional).....26
- Figura 3** – Gráfico de pizza contendo o número de publicações de acordo com sua natureza.....34
- Figura 4** – Gráfico de pizza contendo o número de publicações de relativo à área da Química.....35
- Figura 5** – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto ao nível de formação dos professores entrevistados.....37
- Figura 6** – **a)** Gráfico de pizza sobre as respostas quanto ao tempo que exercem a docência; **b)** Gráfico em barras sobre as respostas quanto ao vínculo à rede pública e/ou privada.....37
- Figura 7** – Gráfico em barras sobre as respostas quanto **a)** ao enquadramento funcional; **b)** à área de atuação.....38
- Figura 8** – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto ao nível de efetividade do uso de aplicativos ao desenvolvimento do conteúdo.....39
- Figura 9** – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto ao nível de recursos atrativos e conteúdos em suas práxis docente.....39
- Figura 10** – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto a disponibilização de carga horária para o uso de aplicativos em suas aulas.....40
- Figura 11** – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto a maior dificuldade para a aplicação do *mobile learning* em suas aulas.....40
- Figura 12** – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto a realização de atividade com ajuda de dispositivos móveis.....41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Periódico, ano de publicação, título, codificação e referência dos artigos recuperados.....20

Tabela 2 – Categorização dos artigos por: natureza, área (s), tema (s), público(s)-alvo e principais resultados/observações/discussões.....27

LISTA DE ABREVIATURAS

AM – Aprendizagem Móvel

Apps – Aplicativos

AVA – Ambientes Virtuais de Aprendizagem

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

EJA – Educação de Jovens e Adultos

RA – Realidade aumentada

RV – Realidade virtual

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo	12
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	12
1.2 Ensino de química e o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)	13
1.3 Aplicativos para dispositivos móveis como ferramenta educacional no ensino de química	14
2 METODOLOGIA	18
2.1 Coleta e análise de dados	19
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1 Identificação e categorização dos artigos que abordam aplicativos de celular	26
3.2 Questionário aplicado aos Professores de Química	36
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias da informação e comunicação (TIC) proporcionam a utilização de diversas ferramentas na educação, tais como: os websites, softwares educacionais, ambientes virtuais de aprendizagens, aplicativos (*apps*), entre outros, permitindo a criação de novas estratégias no ensino e na aprendizagem, tanto nos níveis de ensino básico (HIGHT; NGUYEN; SU, 2021) quanto no superior (LOBO; MAIA, 2015; ROSA *et al.*, 2022). Peixoto e Araújo (2012) definem essas tecnologias como recursos didático-pedagógicos moldados pelos sujeitos, onde esses recursos são instrumentos flexíveis e maleáveis que podem ser utilizados para reproduzir as relações de dominação e de opressão numa sociedade de massas ou para transformar a educação segundo o paradigma construtivista.

Diante do panorama de profundas mudanças tecnológicas, o uso de dispositivos móveis possibilitou a construção de uma modalidade de ensino promissora, denominada *mobile learning* ou *m-learning* (em alusão à *e-learning*), também designada por alguns pesquisadores brasileiros, como aprendizagem móvel (AM) ou aprendizagem com mobilidade (BARROS, 2014; SCHLEMMER *et al.*, 2007). Barros (2014) em sua tese propôs uma definição de aprendizagem móvel que numa definição sintética consiste na utilização de dispositivos tecnológicos móveis no processo de ensino aprendizagem, a partir de múltiplas interações e do contexto em que os aprendentes estão inseridos.

A atual tecnologia impulsiona a criação e o desenvolvimento de novos apps voltados para a educação. O uso de dispositivos móveis associados aos diferentes apps têm ocasionado uma mudança na relação da sociedade com as informações e, conseqüentemente, com o conhecimento, possibilitando inovações no processo de ensinar e no aprender, incluindo o desenvolvimento de novas estratégias educacionais que ampliem as interações entre aluno e professor. (NICHELE; SCHLEMMER, 2014).

Pode-se ampliar o ensino e aprendizagem de química por meio do uso de aplicativos, tais como jogos, mídias sociais, livros e os mais específicos para a educação como: visualizador de estruturas 3D, laboratórios virtuais (NICHELE; SCHLEMMER, 2014). A ideia é que com o auxílio desses aplicativos os

professores e alunos sintam-se incentivados para execução e consolidação de modernas metodologias de ensino e aprendizagem de química.

É importante ressaltar o papel fundamental que os professores possuem nesse processo porque eles precisam mediar a relação entre a informação, o conhecimento e os alunos por meio das novas tecnologias, portanto, é primordial a formação inicial e continuada dos professores para que possam utilizar as ferramentas tecnológicas no processo de ensino aprendizagem. (FAVARIN,2003; LOBO; MAIA, 2015).

Ainda, em um cenário “pós-pandêmico” da COVID-19, uma visualização geral sobre discussões e reflexões acerca dos possíveis desafios das novas práticas pedagógicas, sobretudo que utilizem tal ferramenta, nos ensinos superior e básico, tanto das redes públicas, quanto privadas, se faz extremamente necessária para que se promovam ações norteadoras e eficazes no processo de ensino-aprendizagem em relação aos modos de ensino remoto, híbrido e, até mesmo, presencial.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo geral

Realizar um estudo de caráter qualitativo exploratório em periódicos da área de ensino em química e tecnologia nacionais e internacionais no período de 2016 a 2022 de artigos científicos que abordem aplicativos para dispositivos móveis como ferramenta educacional no processo de ensino-aprendizagem de química.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar uma revisão da literatura;
- Categorizar os artigos quanto: à natureza (jogos, instrucional, visualização/simulação, banco de dados, exploratório/revisão); à área (orgânica; analítica, inorgânica, físico-química e geral); ao público-alvo (professores, alunos do ensino superior ou básico)
- Realizar um levantamento de dados junto aos professores que atuam no ensino básico e/ou superior em relação ao uso do *mobile learning*.

1.2 Ensino de química e o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)

A Química é considerada uma disciplina complicada, o que resulta em inúmeras dificuldades e desestímulos no ensino-aprendizagem dos alunos. Dessa forma, o professor tem um papel fundamental na busca de novos meios para minimizar tais problemas. O processo de ensino-aprendizagem sempre foi um verdadeiro desafio para os docentes de química. Fatores como a abstração de visualização, dificuldades na disciplina de matemática, ambientação com a alfabetização científica, linguagem química e a quantidade de conteúdos para a pouca carga horária, colaboram para a não assimilação dos conteúdos trabalhados pelo professor, desmotivando os alunos (FERREIRA, 2019). Diante às dificuldades apresentadas, uma das maneiras para melhorar a disciplina seria o uso de recursos tecnológicos no ensino de química. (QUINTINO, 2010).

Apesar da literatura mostrar como o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) vem melhorando a prática de ensino e aprendizagem em diversas áreas de conhecimento, auxiliando os docentes e facilitando a compreensão dos conteúdos pelos discentes, no tocante ao ensino de química, a metodologia ainda é basicamente tradicionalista, não tendo eficiência na integração do aluno na sociedade moderna. Segundo Schwahn e Oaigen (2008), para superar esta deficiência o ensino de química deve estar relacionado a procedimentos e práticas experimentais, ao uso do laboratório e a relação com o cotidiano dos alunos, estimulando assim o seu senso investigativo.

Para que a parceria entre a tecnologia e o ensino de química seja efetiva, é preciso direcionar o fazer educativo de forma que o conhecimento/saber seja significativo e útil para os discentes, através de uma educação cujo processo de ensino e aprendizagem atinja o objetivo almejado. A química tem seus fundamentos negligenciados ao ser ensinada na escola, porquanto, não raras vezes, é trabalhada superficialmente, desconsiderando-se toda a sua abrangência. Porém, a implementação da química pode ser planejada com o propósito de contribuir para que os alunos se apropriem de conteúdos sociais e culturais de maneira crítica e construtiva (LOBO; MAIA, 2015).

Portanto, uma das formas de se promover um ensino de qualidade através do emprego de tecnologias é utilizando as que se apresentem como uma

ferramenta pedagógica que propicie a integração do aluno no mundo digital, através da otimização dos recursos disponíveis, possibilitando uma multiplicidade de formas de acesso ao conhecimento, de forma dinâmica, autônoma, prazerosa e atual. A integração das tecnologias ao processo ensino e aprendizagem, mediante a utilização dos meios de comunicação e interação, com abordagem didática, pode favorecer a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos via inserção digital construtiva (BARROS, 2014; SCHLEMMER; SACCOL; GARRIDO, 2007).

Pereira (2014) realizou um levantamento sobre os recursos tecnológicos educacionais, softwares educacionais e/ou ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), que podem ser utilizados como ferramentas didático-pedagógicas no ensino de Química. Foram elencados alguns dos principais softwares educacionais disponíveis através do uso de ferramentas de buscas, portais e/ou repositórios. Os softwares pesquisados foram identificados de acordo com a ferramenta para a sua utilização (computadores, tablets e/ou celulares). Por fim foram apresentados os possíveis resultados obtidos com o uso dos softwares educacionais no processo de ensino e aprendizagem de Química.

Sant'Ana e de Castro (2019) fez análise de artigos que utilizaram as TIC aplicando temas sócio científicos utilizados para promover a Alfabetização Científica dos estudantes e foi observado a abordagem de questões ambientais com contextualizações diferentes. Os autores procuraram motivar a reflexão dos estudantes sobre fontes alternativas de energia, suscitando suas concepções de que são sujeitos transformadores de realidades da sociedade.

1.3 Aplicativos para dispositivos móveis como ferramenta educacional no ensino de química

Utilizar os smartphones a favor do professor, como ferramenta para auxiliar nas aulas, é uma estratégia didática promissora que motiva o aluno a deixar de usar o celular durante a aula para assuntos que não dizem respeito ao que o professor está transmitindo (por exemplo, troca de mensagens, fotos e demais dados), e passar a utilizá-lo para buscar assuntos pertinentes a temática da aula (FERNANDES, 2017).

Esses dispositivos podem melhorar a motivação e ajudar na aprendizagem dos alunos, promovendo ainda a interação e integração entre eles quando utilizados de forma adequada. Araujo, Bizerra e Coutinho (2019) escolheram quatro aplicativos para serem utilizados como metodologia complementar para a resolução de exercícios relacionados à disciplina de Química Orgânica. Ao analisarem o uso dessa ferramenta atrelado ao aparelho celular como forma de motivar e despertar interesse dos estudantes pelas aulas de Química, foi possível observar, através de um questionário, que os próprios alunos perceberam que é possível assimilar saberes relacionados à disciplina por aplicativos e que a função do dispositivo móvel em sala de aula não está ligada apenas ao entretenimento ou a fotografar o conteúdo descrito no quadro. Araujo, Bizerra e Coutinho (2019) ressaltam ainda que,

“há, entretanto, a necessidade do equilíbrio no uso do aparelho celular durante as aulas. É necessária a comunicação efetiva entre docente e discente, para que se compreendam e se respeitem as regras de seu uso, a fim de se garantir um bom desempenho dos alunos.”
(ARAUJO, BIZERRA E COUTINHO, 2019, p 202)

Mata (2018) em seu trabalho trouxe a inclusão de TIC na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) para o processo de ensino e aprendizagem de Química. Foram utilizados aplicativos educativos, como “MERCK PTE” e “*molculator*”, voltados ao ensino dos conteúdos de química na EJA, buscando assim, estabelecer relações entre conceitos e contexto a partir da interação entre diferentes faixas etárias e o uso das TIC. Essa troca de experiências foi determinante para o efetivo processo de aprendizagem dos conteúdos químicos mediados pelas tecnologias digitais. Concluiu-se a partir da análise, que é possível abordar conteúdos químicos por meio das TIC em salas de aulas de EJA, visto ser um público profícuo à troca de experiências e diálogo e, por estar rejuvenescido, absorvem hábitos de estudos que envolvem as tecnologias como novo elemento da configuração escolar.

Dias (2019), apresentou em seu trabalho resultados da aplicação de um jogo didático intitulado “Trilha do QR Code” (TQC) que foi utilizado como ferramenta pedagógica para auxiliar no processo ensino-aprendizagem na disciplina de Química. O conteúdo abordado foi o de Tabela Periódica e o público-alvo foram alunos ensino médio. Nesse jogo, os alunos acessavam as

perguntas através da própria câmera do celular. Os alunos avaliaram a proposta como excelente pelo fato das aulas se tornarem mais dinâmicas, interativas, além de melhorar a aprendizagem, demonstrando a importância do aspecto lúdico.

Sobre questões ambientais, Coutinho e Rodrigues (2022) buscaram em seu trabalho associar no ensino de ciências a linguagem científica ao cotidiano dos alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por intermédio de uma tecnologia educacional e demonstrar por meio do aplicativo “SUSTENTABILIZANDO” questões associadas ao consumo de água como alternativa para efetivação da Educação Ambiental no espaço escolar. Coutinho e Rodrigues (2022) descrevem,

“O app “SUSTENTABILIZANDO” é um projeto educativo e tem o intuito alertar os usuários quanto ao desperdício dos recursos naturais e também o que pode ser feito para reduzir os gastos com os mesmos. Nele é possível ver os materiais que podem ou não ser reciclado, calcular o consumo de energia, consumo de água, conhecer as cores das lixeiras de uma forma interativa e por meio de jogos (jogo da reciclagem e jogo da memória).” (Coutinho e Rodrigues 2022, p. 287)

Coutinho e Rodrigues (2022) mostraram nesse trabalho que os participantes reconhecem o termo meio ambiente, a importância da água, permitindo a reflexão sobre o uso e desperdício deste recurso natural.

No que se diz respeito mais diretamente ao Ensino Médio, considerando que as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio apontam que o projeto político-pedagógico de instituições de ensino deve não só considerar o emprego de diferentes mídias como estímulo ao processo de ensino e aprendizagem, mas também empregá-las durante o processo de construção de novos saberes, tornando-se inevitável produzir propostas pedagógicas que incorporem ao contexto escolar os recursos e vantagens que tais mídias oferecem (VIEIRA, 2019).

Entretanto, é sabido que a incorporação no espaço escolar dessa ferramenta para atender os documentos de políticas públicas, sem a necessária qualificação dos professores para utilizarem estes recursos, não favorece para as importantes transformações que precisam ocorrer na educação brasileira. Cabe salientar que a estruturação de saberes convergindo com a utilização de

TIC, deve cooperar para que seja possível a concretização de uma aula produtiva levando a uma formação crítica e reflexiva do estudante, além da cognitiva.

Outro ponto importante em relação a boa formação de docentes é em relação a avaliação ou ainda a validação de aplicativos que por muitas vezes são oferecidos gratuitamente nas mais diversas plataformas como *Google play*, *Apple store*, entre outras. Calai (2022) observou que é de fundamental importância uma boa formação dos professores durante seu trabalho no qual realizou uma reflexão acerca de aplicativos com o sistema Android para o ensino de Química Quântica, investigando as potencialidades e limites de aplicativos Android já existentes para o ensino de química quântica,

“... há limites pedagógicos: nos erros encontrados se destacam aqueles que misturam conceitos da Física Clássica com Física Quântica, além do insuficiente cuidado metodológico ao descrever os orbitais atômicos. Aplicativos que contém esses limites podem ser usados somente em cenários em que o professor/a reconhece o erro e planeja a atividade para tratar desse erro. Seja explicitando ou solicitando para que os aprendizes identifiquem o erro. A presença de um erro conceitual não torna o material inútil.” (Calai,2022, p. 45)

Nesse estudo, Calai (2022) teve como resultado a identificação de cinco aplicativos com potencial de uso para professores e aprendizes. Dentro deste grupo, no que diz respeito à confiabilidade conceitual, três foram caracterizados como excelente, um como regular e um como ruim.

Diante disso, é preciso que professor não seja resistente, no que tange a utilização de dispositivos móveis no ensino de química como um elemento inovador nas práticas, e que adquira conhecimento sobre os aplicativos existentes e discussões sobre os mesmos para elaboração de um planejamento didático mais flexível e seja capaz de escolher aquilo que melhor possa atender os alunos em concordância com a realidade atual de ensino e aprendizagem, tornando, desse modo, essa ferramenta eficaz.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado em duas etapas. Na etapa 1, foi realizada uma revisão da literatura sobre a ferramenta metodológica para o ensino de química: *mobile learning*. Utilizou-se uma metodologia de natureza exploratória bibliográfica em periódicos de alta relevância no que diz respeito ao ensino de química e tecnologia. Na etapa 2, foi elaborado um questionário on-line (**Apêndice**) utilizando a plataforma virtual *Google Forms* e aplicado a professores de química, sabendo do fundamental papel desses para implementação dessa ferramenta. O questionário aplicado durante esse estudo teve como propósito avaliar as potencialidades e limitações do uso do celular no processo de ensino e aprendizagem.

2.1 Coleta e análise de dados

Para o levantamento dos artigos sobre aplicativos utilizados como ferramentas pedagógicas no ensino de química da etapa 1, realizou-se uma busca por publicações científicas disponíveis durante os anos de 2016 a 2022 nos periódicos internacionais – *Journal of Chemical Education* e *Chemistry Education Research and Practice*; e nacionais: *Química Nova na Escola*, *Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM)* e *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*.

Os seguintes descritores foram utilizados em combinação “*mobile learning*; apps; aplicativos; química”.

A coleta de dados ocorreu durante a leitura dos artigos selecionados com o intuito de categorizá-los de acordo com o objetivo deste trabalho. Assim, as seguintes informações foram extraídas para posterior análise: periódico, ano de publicação, título do artigo e autores/referenciação.

A análise dos resultados foi realizada de forma descritiva pela apresentação da síntese dos estudos selecionados. Para facilitar a análise dos estudos selecionados, eles foram referenciados usando um código começando com a letra A (artigo) seguida de um número.

Uma vez selecionados os artigos que abordam Apps relacionados à química, estes foram classificados quanto à área (orgânica; analítica; inorgânica;

físico-química; geral) e organizados nas seguintes categorias (NICHELE; DO CANTO, 2018):

- Instrucional: apresentam Apps que ensinam ou revisam tópicos de química (*ebooks*, guia de estudo, *flashcards*);
- Jogos/Quiz: apresentam Apps que dão ao usuário feedback relacionado ao seu desempenho/pontuação;
- Visualização/Simulação: apresentam Apps baseados em uma modelagem 3D (representações de estruturas de compostos/elementos, realidade aumentada -RA, realidade virtual-RV); Apps com animações ou simulações de experimentos de laboratório;
- Banco de dados: apresentam Apps que disponibilizam dados para consulta;
- Exploratório/Revisão: apresentam uma revisão de artigos/Apps e/ou discutem sobre o uso dessa ferramenta/estudos de caso.

Na etapa 2, a metodologia adotada foi uma pesquisa em caráter exploratório de cunho qualitativo. Para a escolha dos sujeitos envolvidos, adotou-se o critério utilizado por Rosário e Darido (2005), na qual os professores foram selecionados através de contatos pessoais. Participaram da pesquisa professores que lecionam no ensino de nível básico e/ou nível superior em regiões do nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil. O instrumento utilizado para a coleta de dados foi um questionário eletrônico composto por 15 perguntas (Apêndice). Os questionários foram respondidos individualmente e sem qualquer identificação. O objetivo desse questionário foi fazer uma avaliação prévia acerca das concepções e perspectivas de professores de química em relação ao uso de aplicativos no ambiente escolar (VIEIRA et al., 2019). Para a análise qualitativa, procurou-se vincular as informações obtidas destacando alguns termos para melhor enquadramento de respostas (BARDIN, 1979).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 34 artigos que apresentam e/ou discutem aplicativos com potencial uso pedagógico no ensino de química. Na **tabela 1** são apresentados os estudos incluídos nesta revisão de acordo com o periódico, ano de publicação, título, seguida de sua referência.

Tabela 1 - Periódico, ano de publicação, título, codificação e referência dos artigos recuperados.

(continua)

Periódico	Ano de Publicação	Título	Codificação	Referência
<i>Journal of Chemical Education</i>	2017	<i>The Sound and Feel of Titrations: A Smartphone Aid for Color-Blind and Visually Impaired Students</i>	A0	BANDYOPADHYAY; RATHOD, 2017
	2018	<i>Mobile Augmented Reality Assisted Chemical Education: Insights from Elements 4D</i>	A1	YANG; MEI; YUE, 2018
	2018	<i>Applying a Quiz-Show Style Game to Facilitate Effective Chemistry Lexical Communication</i>	A2	KOH; FUNG, 2018
	2018	<i>Chirality-2: Development of a Multilevel Mobile Gaming App to Support the Teaching of Introductory Undergraduate-Level Organic Chemistry</i>	A3	JONES; SPICHKOVA; SPENCER, 2018
	2019	<i>Is this Solution Pink Enough? A Smartphone Tutor to Resolve the Eternal Question in Phenolphthalein-Based Titration</i>	A4	RATHOD; MURTHY; BANDYOPADHYAY, 2019

Tabela 1 - Periódico, ano de publicação, título, codificação e referência dos artigos recuperados.

(continua)

	2019	<i>Game-Based Application for Helping Students Review Chemical Nomenclature in a Fun Way</i>	A5	LIMA <i>et al</i> , 2019
<i>Journal of Chemical Education</i>	2020	<i>BiochemAR: An Augmented Reality Educational Tool for Teaching Macromolecular Structure and Function</i>	A6	SUNG <i>et al</i> , 2020
	2020	<i>Organic Fanatic: A Quiz-Based Mobile Application Game to Support Learning the Structure and Reactivity of Organic Compounds</i>	A7	SHOESMITH <i>et al</i> , 2020
	2020	<i>Interactive 3D Visualization of Chemical Structure Diagrams Embedded in Text to Aid Spatial Learning Process of Students</i>	A8	FATEMAH.; RASOOL; HABIB, 2020
	2020	<i>A Hybrid Board Game to Engage Students in Reviewing Organic Acids and Bases Concepts</i>	A9	DA SILVA JÚNIOR <i>et al</i> , 2020A
	2020	<i>Time Bomb Game: Design, Implementation, and Evaluation of a Fun and Challenging Game Reviewing the Structural Theory of Organic Compounds</i>	A10	DA SILVA JÚNIOR <i>et al</i> , 2020B

Tabela 1 - Periódico, ano de publicação, título, codificação e referência dos artigos recuperados.

(continua)

Journal of Chemical Education	2020	<i>Building an Interactive Immersive Virtual Reality Crime Scene for Future Chemists to Learn Forensic Science Chemistry</i>	A11	KADER <i>et al</i> , 2020
	2020	<i>The Shrewd Guess: Can a Software System Assist Students in Hypothesis-Driven Learning for Organic Chemistry?</i>	A12	WINTER <i>et al</i> , 2020
	2020	<i>Interacting with Three-Dimensional Molecular Structures Using an Augmented Reality Mobile App</i>	A13	AW <i>et al</i> , 2020
	2021	<i>Using Virtual Reality to Demonstrate Glove Hygiene in Introductory Chemistry Laboratories</i>	A14	BROYER <i>et al</i> , 2021
	2021	<i>Connecting the Dots: Lewis Structure Builder Web App as a Review Tool for Organic Chemistry</i>	A15	PAYE <i>et al</i> , 2021
	2021	<i>MILAGE LEARN+: A Mobile Learning App to Aid the Students in the Study of Organic Chemistry</i>	A16	FONSECA; ZACARIAS; FIGUEIREDO, 2021

Tabela 1 - Periódico, ano de publicação, título, codificação e referência dos artigos recuperados.

(continua)

Journal of Chemical Education	2021	<i>Developing a Simple and Cost-Effective Markerless Augmented Reality Tool for Chemistry Education</i>	A17	ABDINEJAD <i>et al</i> , 2021
	2022	<i>Prototype of a Transition Metal Visualization App for the Learning of Stereochemistry in a General Chemistry Course: Initial Findings and Reflections</i>	A18	LAU, CHAN, AND LI, 2022
	2022	<i>Hybridization Gamified: A Mobile App for Learning About Hybridization</i>	A19	PETRITIS, BYRD, SCHNELLER, 2022
	2022	<i>Mobile Augmented Reality Laboratory for Learning Acid-Base Titration</i>	A20	ALFARO <i>et al</i> , 2022
	2022	<i>Leveraging an App to Support Students with Color-Vision Deficiency and Color-Blindness in Online General Chemistry Laboratories</i>	A21	WRIGHT, 2022
Chemistry Education Research and Practice	2018	<i>“Are chemistry educational apps useful?” – a quantitative study with three in-house apps</i>	A22	PING <i>et al</i> , 2019

Tabela 1 - Periódico, ano de publicação, título, codificação e referência dos artigos recuperados.

(continua)

<i>Chemistry Education Research and Practice</i>	2022	<i>VR in chemistry, a review of scientific research on advanced atomic/molecular visualization</i>	A23	FOMBONA-PASCUAL; FOMBONA; VÁZQUEZ-CANO, 2022
Química Nova na Escola	2021	Aprendizagem Móvel no Ensino de Química: apontamentos sobre a Realidade Aumentada	A24	GRANDO; CLEOPHAS, 2021
REDEQUIM	2019	Perspectivas do uso de aplicativos de celular como ferramenta pedagógica para o ensino de química	A25	VIEIRA <i>et al</i> , 2019
	2019	Concepções dos professores de química Acerca da estratégia <i>mobile learning</i> : um Estudo de caso	A26	FERREIRA; CLEOPHAS, 2019
	2021	O uso do Whatsapp® na educação: análise do aplicativo no ensino de química	A27	PEREIRA; SILVA JÚNIOR; LEITE, 2021
RENOTE	2016	Ensino de Química com Smartphones e Tablets	A28	NICHELE; DO CANTO, 2016
	2018	Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química Orgânica	A29	NICHELE; DO CANTO, 2018
	2019	Whatsapp®: uma ferramenta pedagógica para o ensino de Química	A30	PACZKOWSKI; PASSOS, 2019

Tabela 1 - Periódico, ano de publicação, título, codificação e referência dos artigos recuperados.

(conclusão)

RENOTE	2019	Construção de um jogo educativo em uma plataforma de desenvolvimento de jogos e aplicativos de baixo grau de complexidade: o caso do Quizmica-Radioatividade	A31	SANTOS; LEITE, 2019
	2020	Elaboração do jogo Memoráveis Nobéis da Química para o ensino de Química utilizando o MIT App Inventor	A32	LEITE, 2020
	2021	Revisão de literatura sobre o uso da realidade aumentada no ensino de química	A33	MAZZUCO ET AL, 2021

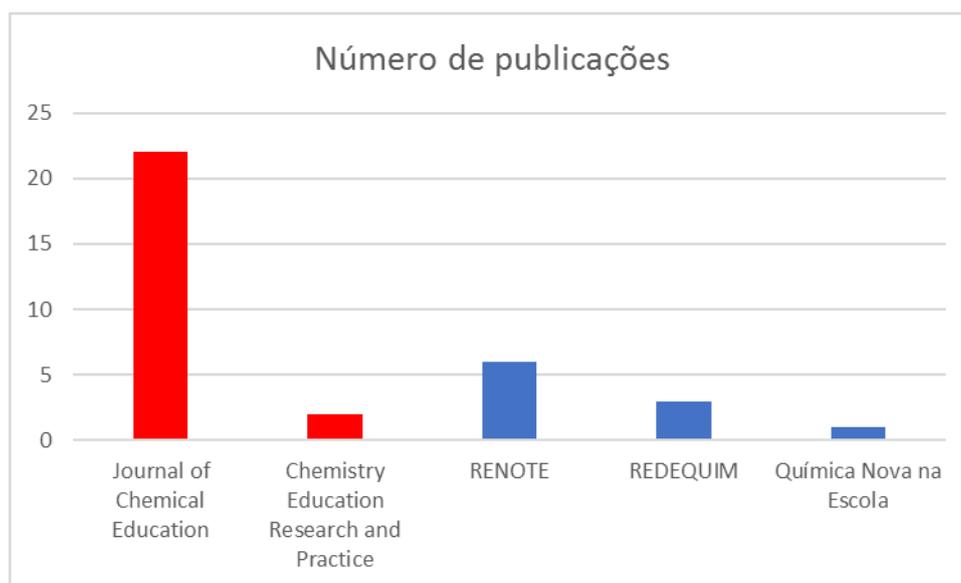
Na **figura 1** é apresentado um gráfico de dispersão que contém o número de publicações durante os anos de 2016 a 2022, no qual notou-se um crescente número sobre o referente tema até o ano de 2020, o qual teve o maior número, 9 artigos. Isso pode ser atrelado aos tempos de pandemia do COVID-19, período ao qual obrigou-se a maior parte da população estudantil global a adotar temporariamente o aprendizado remoto e ofereceu estudos de caso sem paralelo para investigar os mais diversos tipos de resultados advindos de uma variedade de ajustes feitos na educação.

Figura 1 – Gráfico de dispersão contendo o número de publicações por ano sobre uso de aplicativos no processo de ensino-aprendizagem da química.



Em relação aos periódicos em que os estudos selecionados foram publicados, *Journal of Chemical Education* predominou (22 publicações), seguido de RENOTE (6 publicações), evidenciando o baixo número de publicações nos periódicos nacionais em comparação aos internacionais (**Figura 2**), o que pode dificultar ainda mais o acesso de professores a informação sobre os aplicativos como ferramenta educacional, visto que além da barreira linguística (uma vez que o periódico é em inglês), o acesso ao artigo, que pode ser pago.

Figura 2 – Gráfico em colunas contendo o número de publicações por periódicos (vermelho: internacional; azul: nacional).



3.1 Identificação e categorização dos artigos que abordam aplicativos de celular

Foram classificados os artigos que apresentam e/ou discutem aplicativos com potencial uso pedagógico no ensino de química com intuito de contribuir na escolha do aplicativo pelos professores. Os 34 artigos selecionados foram categorizados em: Instrucional; Jogos/Quiz; Visualização/Simulação; Banco de dados; Exploratório/Revisão (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Categorização dos artigos por: natureza, área (s), tema (s), público(s)-alvo e principais resultados/observações/discussões. (continua)

Natureza	Artigo	Área (s)	Tema (s)	Público(s)-Alvo	Principais resultados/Observações/discussões
Instrucional	A2	GERAL	Química Experimental; Laboratório; Vidraria, Instrumentos; Técnicas de Laboratório	Alunos do ensino médio e superior.	O jogo chamado <i>ChemCharades</i> foi aplicado aos estudantes que deveriam segurar o celular na altura da testa, o qual irá aparecer o nome de um tipo de vidraria ou instrumento ou uma técnica analítica. Deduzem a resposta com base na descrição dada pelos membros da sua equipe. Esta atividade se mostrou útil para a revisão da química experimental
	A27	TODAS	Diversos	Alunos do ensino médio	Análise do uso da rede social (WhatsApp®) entre educadores, educandos e colaboradores, como ferramenta para desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Química. Os resultados mostram que o grupo se tornou um espaço virtual de ensino e aprendizagem baseado em debates direcionados.
	A30	TODAS	Diversos	Alunos do ensino médio	Análise das potencialidades do uso do WhatsApp® como um espaço de educação não formal para fomentar o processo de ensino aprendizagem. Os resultados indicaram que as atividades desenvolvidas com o uso do aplicativo possibilitaram a troca de vídeos, informações e discussões acerca da matéria estudada em sala de aula, fortalecendo as interações entre alunos e professora na construção dos conhecimentos trabalhados.
	A16	ORGÂNICA	Diversos	Alunos do ensino superior	Apresenta o app MILAGE LEARN+ que integra várias estratégias de ensino. Apresentou uma correlação positiva entre as notas relativas obtidas usando MILAGE LEARN+ e as notas do exame final. Assim, nesta experiência, os alunos com melhores resultados no MILAGE LEARN+ também tiveram melhores resultados no exame final.

Tabela 2 – Categorização dos artigos por: natureza, área (s), tema (s), público(s)-alvo e principais resultados/observações/discussões.
(continua)

Jogos/Quiz	A3	ORGÂNICA	Identificação de Grupos Funcionais; Forças Intermoleculares; Isomeria; Quiralidade; Nomenclatura de Compostos	Alunos do ensino médio e superior;	O Chirality-2 permite aos jogadores ganhar medalhas em forma estruturas químicas relacionadas a sua pontuação em cada etapa, acompanhar o progresso, publicar as pontuações e competir com os seus pares nas redes sociais.
	A5	ORGÂNICA	Nomenclatura de Compostos	Alunos do ensino médio	Os testes realizados pelos estudantes revelaram que o design do jogo, seu conteúdo e interação (jogabilidade) foram úteis como ferramenta didática complementar. Os resultados revelaram que os estudantes que utilizaram o jogo tiveram um melhor desempenho nos testes em comparação com os estudantes que estudaram a nomenclatura apenas através de métodos de aprendizagem convencionais.
	A7	ORGÂNICA	Estrutura e Reatividade de Compostos Orgânicos.	Alunos do ensino superior	Apresenta um jogo que encoraja os estudantes a testar as suas capacidades e a melhorar a sua aprendizagem da estrutura orgânica e reatividade através de uma interface divertida, ao estilo arcade.
	A9	ORGÂNICA	Ácidos e Bases	Alunos do ensino superior	Apresentou um jogo de tabuleiro híbrido bilingue (inglês e português) como um método educativo inovador de ajuda estudantes na compreensão de conceitos relacionados com ácidos orgânicos e bases. O jogo proposto promove a interação entre os estudantes numa atividade agradável para rever e aprender o conteúdo, exigindo supervisão mínima por parte do professor.

Tabela 2 – Categorização dos artigos por: natureza, área (s), tema (s), público(s)-alvo e principais resultados/observações/discussões.
(continua)

Jogos/Quiz	A10	ORGÂNICA	Estrutura de Compostos Orgânicos	Alunos do ensino médio; superior; professores	Apresentou um aplicativo gratuito (com versões em português, espanhol e inglês), o <i>Time Bomb Game</i> . O jogo traz uma revisão da teoria estrutural dos compostos orgânicos. No tempo Jogo da bomba, os estudantes devem desarmar uma bomba relógio por si próprios por responder corretamente a perguntas aleatórias a partir de uma base de dados com 621 perguntas.
	A12	ORGÂNICA	Mecanismos de Reação	Alunos do ensino superior	O <i>Mechanisms App</i> foi desenvolvido para os estudantes explorarem o movimento dos elétrons na química orgânica através da interface <i>touch screen</i> do dispositivo móvel com feedbacks instantâneos desses movimentos.
	A19	ORGÂNICA	Hibridização	Alunos do ensino superior	Este trabalho destaca o desenvolvimento e implementação de um novo instrumento <i>gamificado</i> para a aprendizagem de Hibridização.
	A31	GERAL	Radioatividade	Alunos do ensino médio	Apresenta o projeto e o desenvolvimento de um jogo digital sobre Radioatividade e entretenimento. Para a elaboração do Quiz optou-se pela plataforma gratuita de desenvolvimento de jogos e aplicativos de baixo grau de complexidade: <i>MIT App Inventor</i> .

Tabela 2 – Categorização dos artigos por: natureza, área (s), tema (s), público(s)-alvo e principais resultados/observações/discussões.
(continua)

Jogos/Quiz	A32	GERAL	História da Química	Alunos do ensino superior e médio	Esse artigo apresenta o processo de elaboração de um jogo digital utilizando o <i>MIT App Inventor</i> . O jogo desenvolvido é estilo jogo da memória, para o ensino de Química que aborda os laureados do prêmio Nobel de Química.
Visualização/ Simulação	A1	GERAL	Reações; Distribuição Eletrônica	Professores	Foi-lhes dado acesso a uma aplicação de aprendizagem de química com a ferramenta <i>Mobile Augmented Reality (MAR)</i> – Realidade Móvel Aumentada, <i>Elements 4D</i> , nos seus próprios dispositivos móveis e foram instruídos para completar algumas atividades práticas. As conclusões do estudo de caso têm algumas implicações para futura adoção da educação química assistida MAR. Pode-se perceber que o MAR fornece uma nova direção para a química assistida por tecnologia educação, indicando-o para programas de formação de professores.
	A6	ORGÂNICA	Biorgânica; Biomoléculas	Alunos do ensino superior	O aplicativo <i>BiochemAR</i> , utiliza realidade aumentada para visualização da estrutura de macromoléculas. Permite ainda a visualização e manipulação da estrutura tridimensional do canal de potássio e apresenta material de apoio para discussão sobre o transporte membranar.
	A8	ORGÂNICA	Estereoquímica; Propriedades e Estrutura Molecular.	Alunos do ensino superior	Propôs uma solução tecnológica para auxiliar o processo de aprendizagem espacial, criando automaticamente uma ligação entre as representações bidimensionais (2D) das estruturas químicas e a visualização molecular tridimensional (3D). A imagem de uma estrutura química é adquirida e processada em tempo real para identificação de estruturas e geração de modelos 3D.

Tabela 2 – Categorização dos artigos por: natureza, área (s), tema (s), público(s)-alvo e principais resultados/observações/discussões.
(continua)

Visualização/ Simulação	A11	ANALÍTICA	Química Forense; Análises Químicas	Alunos do ensino superior	Com a ajuda de um software WebVR como o Uptale, foi criado uma atividade com realidade virtual (RV) no local do crime em que os estudantes podem participar remotamente com a ajuda do seu dispositivo móvel. Os estudantes foram encarregados de investigar uma cena de crime RV e recolher provas para análise posterior. Ao final, preenchem um relatório, onde relatariam as provas que tinham recolhido e, subsequentemente, realizariam reconstrução da cena do crime para descrever o que pensam ter acontecido no local do crime. No total, 84% dos estudantes gostaram da atividade e recomendariam.
	A13	ORGÂNICA	Aldeídos/Cetonas; Quiralidade/Atividade Ótica; Teoria VSEPR	Alunos do ensino superior	Aplicativo de realidade aumentada gratuito “Nucleophile’s Point of View” (NuPOV) – Ponto de Vista do Nucleófilo permite aos utilizadores não só visualizar conceitos químicos num cenário AR, mas também interagir com eles manualmente, sendo capazes de aprender e compreender a um nível mais profundo.
	A14	GERAL	Laboratório virtual	Alunos do ensino superior	Uma experiência piloto de realidade virtual (RV) imersiva que ensina os estudantes sobre a segurança das luvas no laboratório.
	A15	ORGÂNICA	Estrutura de Lewis	Alunos do ensino superior	Os participantes receberam uma avaliação para determinar o seu nível de proficiência para desenhar a estrutura de Lewis, depois utilizaram o aplicativo <i>Lewis Structure Builder</i> . Em seguida, um pós-teste. Foi observado que com a utilização do app, 21% dos participantes mostraram melhores resultados, e a maioria dos estudantes relatou satisfação com a interface e percepção dos benefícios da experiência.

Tabela 2 – Categorização dos artigos por: natureza, área (s), tema (s), público(s)-alvo e principais resultados/observações/discussões.
(continua)

Visualização/ Simulação	A17	ORGÂNICA	Visualização de Moléculas em 3D	Alunos do ensino superior	Desenvolvimento de aplicativo de realidade aumentada para visualização de moléculas em 3D
Banco de dados	A0*	ANALÍTICA	Laboratório; Titulação Ácido-Base; complexométrica; Redox	Alunos deficientes visuais do ensino superior e Médio	Foi desenvolvida um app, o <i>Titration ColorCam</i> , para o sistema Android para proporcionar aos estudantes daltônicos e deficientes visuais uma percepção multissensorial da mudança de cor observada numa titulação. A aplicação registra e converte a informação de cor em sons de <i>beep</i> e pulsos de vibração, que são gerados pelo smartphone.
	A4*	ANALÍTICA	Titulação Ácido-Base: Ponto de Equivalência	Alunos do ensino superior	Aplicou-se o chamado <i>Titration Color-Darts</i> (TCD) – Titulação de Dardos de Cor, em português – em aulas experimentais, que mapeia o gradiente do rosa (do claro ao escuro) para um pontuação de desempenho correspondente (numa escala de 1 a 10) e apresenta-a de uma forma <i>gamificada</i> num alvo de dardos. O aplicativo gera um relatório que inclui perguntas e sugestões.
	A21	GERAL	Laboratório; Teste da chama; Precipitação; Titulação	Alunos deficientes visuais do ensino superior	Nesse artigo a autora descreve a adaptação de um aplicativo de acessibilidade " <i>Blind Pal</i> ", que fornece em texto as cores capturadas pela câmera do smartphone, para auxiliar estudantes com deficiência visual das cores (daltonismo) nas aulas experimentais, realizadas via plataforma de simulação de laboratórios virtuais (<i>Beyond Labz</i>).
Exploratório/ Revisão	A22	INORGÂNICA	Elementos e Operações de Simetria Dicionário de Termos Químicos Inglês–Mandarim; Estrutura 3D	Alunos do ensino superior e médio	Teste de três aplicativos: "3D Sym Op", "SM2 Chem" e "ARMoIVis". Os resultados mostraram que a aprendizagem foi mais efetiva quando se utilizou tutorial interativo do App.

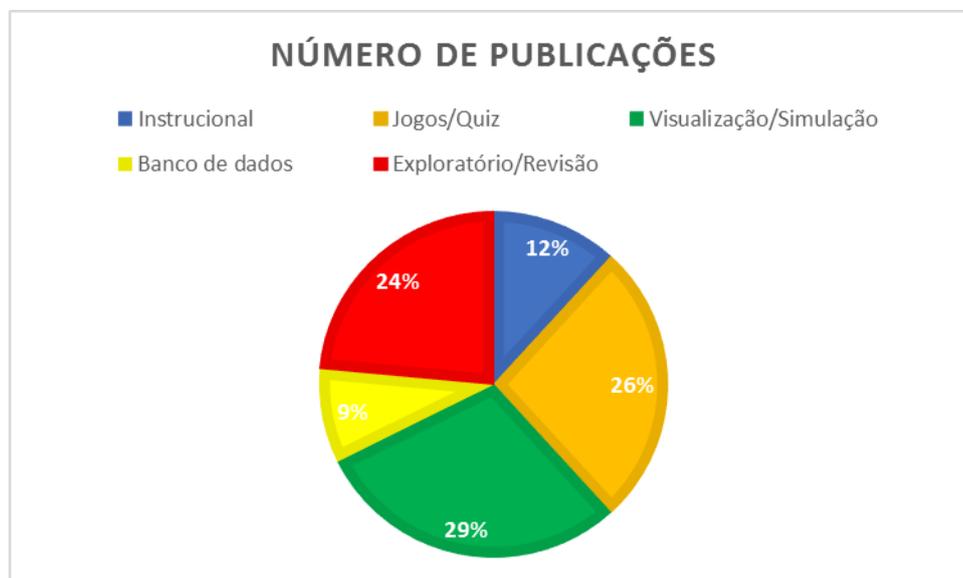
Tabela 2 – Categorização dos artigos por: natureza, área (s), tema (s), público(s)-alvo e principais resultados/observações/discussões.
(conclusão)

Exploratório/ Revisão	A23	GERAL	Laboratório; Átomos; Moléculas	Alunos do ensino superior e médio	Revisão da literatura científica sobre visualização 3D e VR.
	A24	GERAL	Diversos	Alunos do ensino superior e médio	Levantamento de aplicativos de Realidade Aumentada para smartphones Android, que poderiam ser utilizados para incrementar o processo de construção de conhecimento dentro da Química.
	A25	TODAS	Diversos	Alunos de ensino médio e fundamental	Uma avaliação investigativa de aplicativos com conteúdo de química, que fossem viáveis para uso em aulas de química.
	A26	TODAS	Diversos	Professores	Estudo de caso o processo de inserção dos dispositivos móveis no ensino de química e os limites sobre o entendimento e significação da estratégia didática <i>mobile learning</i> em sala de aula.

*Artigos que abordaram educação inclusiva

Uma vez categorizados, foi possível observar um maior número de artigos de natureza de visualização/simulação (29%), seguido de game/quiz (26%) e os artigos de tratam de revisão/exploratório (24%) (**Figura 3**).

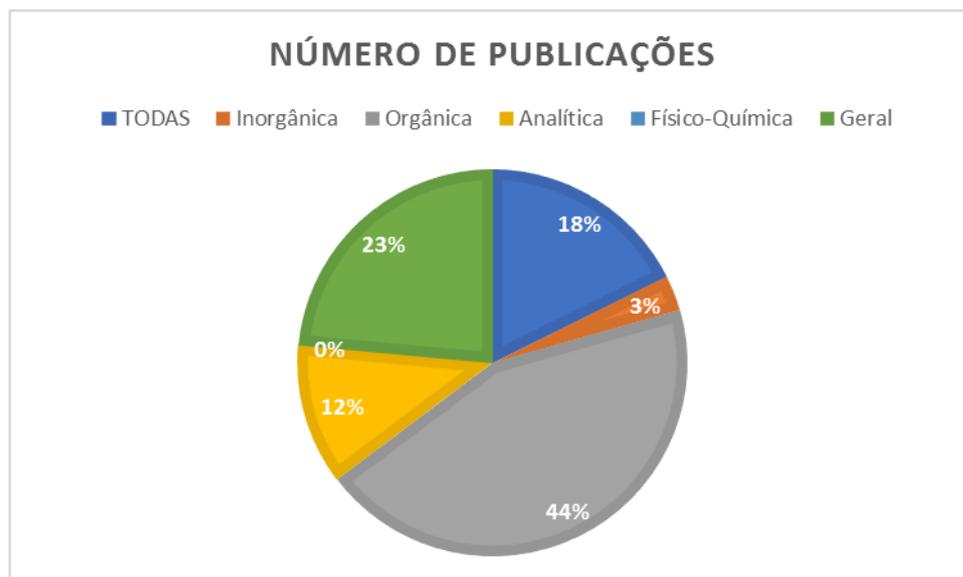
Figura 3 – Gráfico de pizza contendo o número de publicações de acordo com sua natureza.



Na categoria de visualização/simulação observou-se que ao menos quatro artigos trabalharam com aplicativos de dispositivos móveis com foco na visualização de estruturas dos compostos químicos (A6; A8; A15; A17) e quatro (A1; A11; A13; A14) foram sobre realidade aumentada ou realidade virtual imersiva com simulações de procedimentos experimentais e análises químicas. Os aplicativos dessa categoria podem ser úteis na compreensão de fenômenos submicroscópicos e da representação simbólica da química, possibilitando minimizar as dificuldades de visualização espacial da estrutura dos compostos e fenômenos associados a esse (reatividade, estereoquímica, entre outros) e que são difíceis de serem contemplados por métodos tradicionais de ensino (NICHELE; DO CANTO, 2018; FATEMAH.; RASOOL; HABIB, 2020).

A Orgânica foi a área da química abrangida em maior número de publicações, com 15 artigos (44%), sendo sete na categoria de jogos/quiz, seis em visualização/simulação, um em instrucional e um em revisão. Destaca-se também o fato de não haver nenhuma publicação específica com aplicativo desenvolvido para explorar os conteúdos da área de Físico-química (**Figura 4**).

Figura 4 – Gráfico de pizza contendo o número de publicações de relativo à área da Química.



No geral os artigos selecionados, quando tratava de algum aplicativo como ferramenta pedagógica eram apps criados especificamente para esse fim, porém três artigos exploraram a utilização de aplicativos que foram criados com outros objetivos que não o pedagógico, mas que foram adaptados para isso. Dois acerca do uso do *Whatsapp* (A27 e A30), rede social que foi utilizada como espaço virtual de educação não formal de ensino e aprendizagem de química, que além de ter tornado a aprendizagem sólida, baseada na dedicação, colaboração, pesquisa, análise e no debate. Também contribuiu para o fortalecimento das interações entre alunos e professores (PACZKOWSKI; PASSOS, 2019; PEREIRA; SILVA JÚNIOR; LEITE, 2021). A terceira publicação (A21) tratou do uso do aplicativo *Blind Pal*, app de acessibilidade que fornece em texto as cores capturadas pela câmera do smartphone, em aulas experimentais realizadas via plataforma de simulação de laboratórios virtuais, devido ao contexto da pandemia, mas que também pode ser utilizado em aulas práticas presenciais (WRIGHT, 2022). Sobre a acessibilidade, o A0 também abordou um app centrado em permitir aos estudantes com deficiência visual compreender as mudanças de cor através uma percepção multissensorial onde o smartphone converte a informação de cor em sons de beep e pulsos de vibração (BANDYOPADHYAY; RATHOD, 2017). Esses foram os únicos artigos

com abordagem de ensino inclusiva, ainda que o uso da tecnologia possibilite novos meios de alcançar o ensino inclusivo.

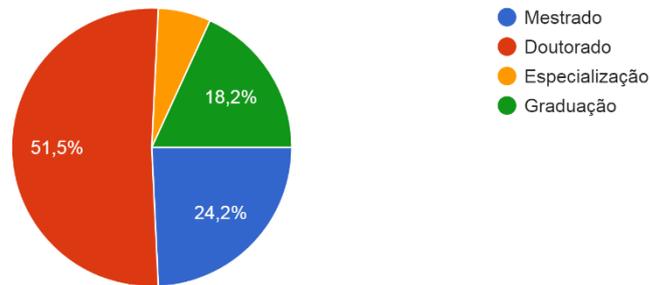
Nenhum artigo com abordagem de temas CTSA foi encontrado e apenas dois apresentaram uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, o A6 (SUNG *et al.*, 2020) que têm como conteúdo a biorgânica que por sua característica já é interdisciplinar e o A11 (KADER *et al.*, 2020) que aborda a Química forense e trata de uma cena de crime em um ambiente de realidade virtual ao qual os alunos precisam investigar, coletar provas e analisá-las.

Vale destacar ainda as publicações A31 e A32 que relatam o desenvolvimento de aplicativos criados pelos autores em uma plataforma gratuita (*MIT App Inventor*) para desenvolvimento de apps para dispositivo móvel (SANTOS; LEITE, 2019; LEITE, 2020), sendo excelentes referências para os professores que queiram elaborar novos apps para serem utilizados como ferramentas pedagógicas e talvez contemplar alguma lacuna existente entre os aplicativos já disponíveis.

3.2 Questionário aplicado aos Professores de Química

Sabendo da importância do papel e engajamento dos professores para que a aplicação da AM seja eficaz, uma pesquisa foi realizada com professores de química, por meio de questionário on-line (Apêndice), e contou com a colaboração de 33 professores. A porcentagem dos Estados onde os mesmos atuam é de: 3% no Rio de Janeiro, mesma porcentagem de 6% para os Estados da Bahia, Mato Grosso, Rio Grande do Norte, 12% em Pernambuco, 16% em Santa Catarina e 52% na Paraíba. Sobre a formação destes, 72% são licenciados em Química e a maioria dos entrevistados graduaram-se na Paraíba, 55% há mais de 10 anos. Quanto ao nível de formação, 75% possuem, pelo menos, o título de mestre (**Figura 5**).

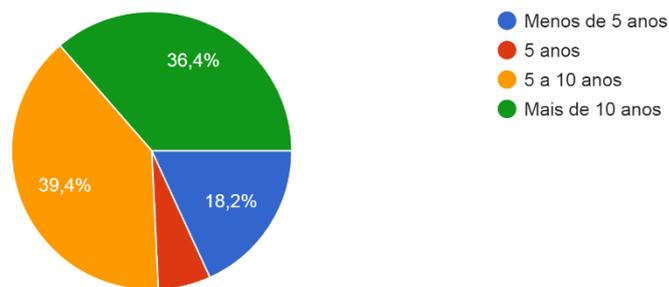
Figura 5 – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto ao nível de formação dos professores entrevistados



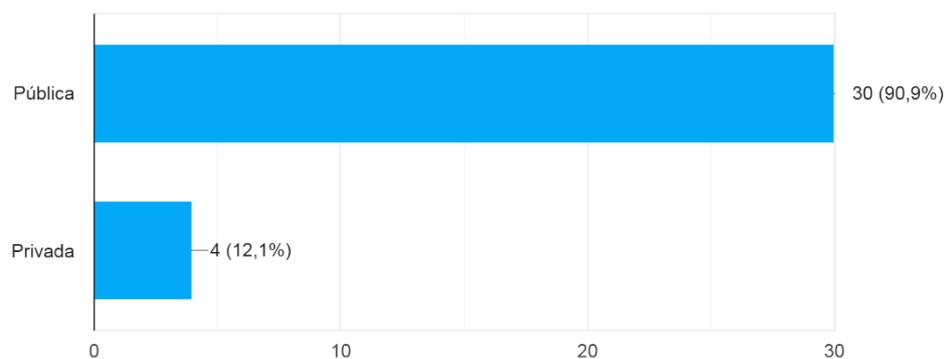
Ainda sobre o perfil dos professores, 40% exercem a docência há mais de 10 anos (**Figura 6a**) e 90% são vinculados à rede pública (**Figura 6b**).

Figura 6 – a) Gráfico de pizza sobre as respostas quanto ao tempo que exercem a docência; **b)** Gráfico em barras sobre as respostas quanto ao vínculo à rede pública e/ou privada.

a)



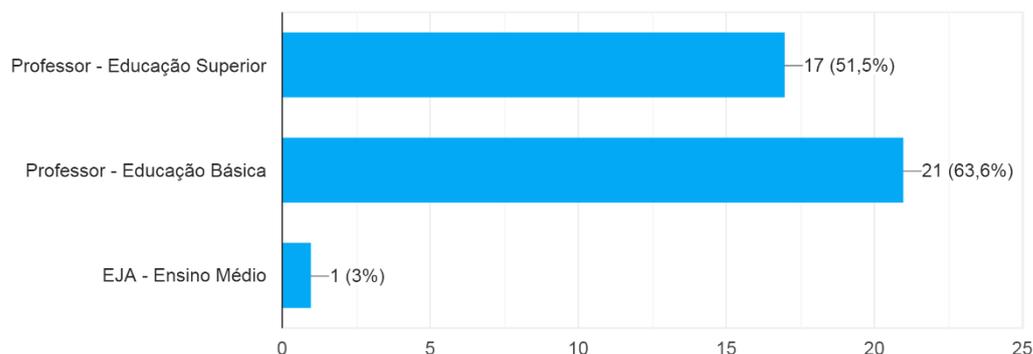
b)



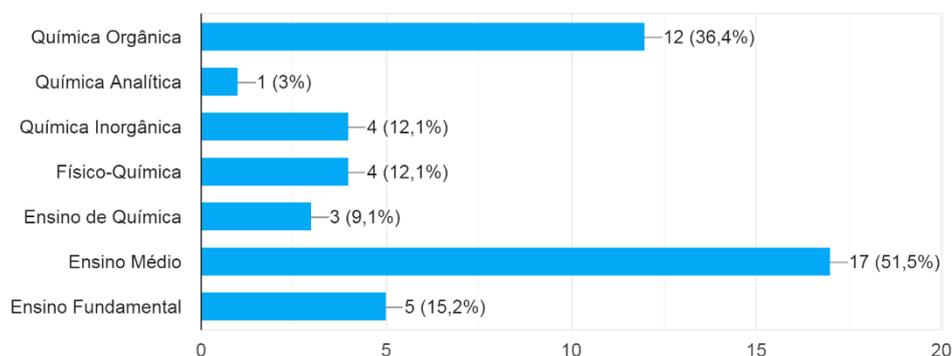
Dentre esses, 67% lecionam no ensino de nível básico – onde 52% ministram aulas no ensino médio – e/ou 53% nível superior (**Figura 7**).

Figura 7 – Gráfico em barras sobre as respostas quanto **a)** ao enquadramento funcional; **b)** à área de atuação.

a)

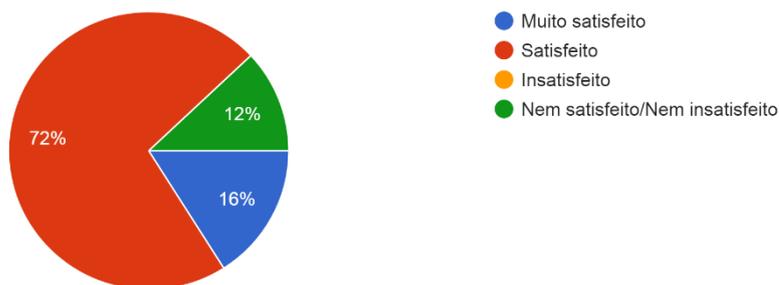


b)



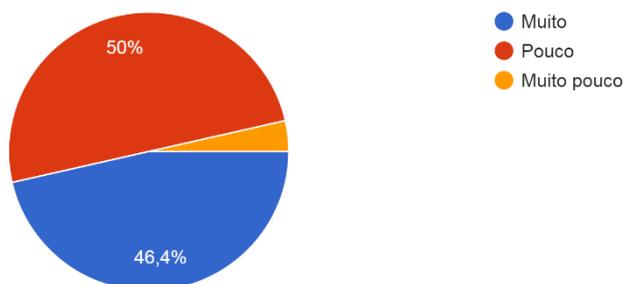
Sobre experiência profissional com o uso aplicativos, foram abordadas as perspectivas de professores de química em relação ao seu uso em sua prática docente. Fazendo uma análise global dos dados obtidos, 75% afirmaram já ter pesquisado ou fazer uso de algum programa de química para auxiliar no preparo de suas aulas. Quando questionados qual seria a nota dada para a efetividade do aplicativo ao desenvolvimento do conteúdo, 72% desses afirmaram estarem satisfeitos, mostrando assim a potencialidade para os usos desses (**Figura 8**).

Figura 8 – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto ao nível de efetividade do uso de aplicativos ao desenvolvimento do conteúdo.



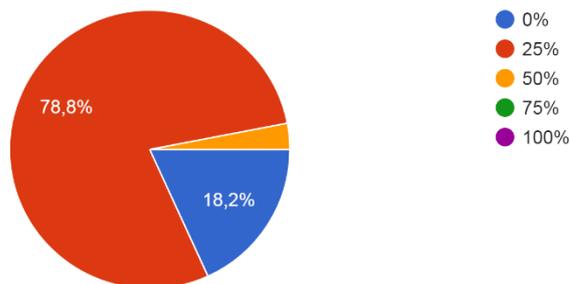
Sobre suas *práxis* docentes e os aplicativos existentes para o processo de ensino e aprendizagem de química oferecem recursos atrativos e conteúdo adequado, 50% relataram que é pouco e 46% afirmaram ser muito adequado (**Figura 9**).

Figura 9 – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto ao nível de recursos atrativos e conteúdos em suas *práxis* docente.



Apesar de quase 20% relatarem que não reservaria tempo algum para aplicação para a utilização de aplicativos de ensino de química, 80% dos professores disseram que reservaria cerca de 25% do tempo de suas aulas para o uso dessa ferramenta (**Figura 10**).

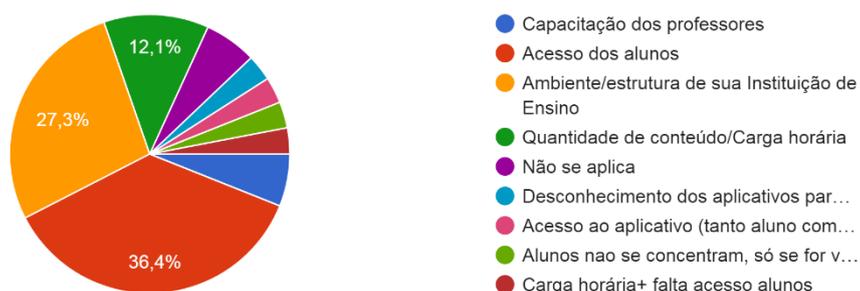
Figura 10 – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto a disponibilização de carga horária para o uso de aplicativos em suas aulas.



Este resultado aponta para a existência do interesse deste grupo de professores entrevistados em utilizar os apps como recursos didáticos, sinalizando o desejo destes docentes em promover a prática de ensinar e aprender química podem estar diretamente ligadas à utilização de novos métodos pedagógicos.

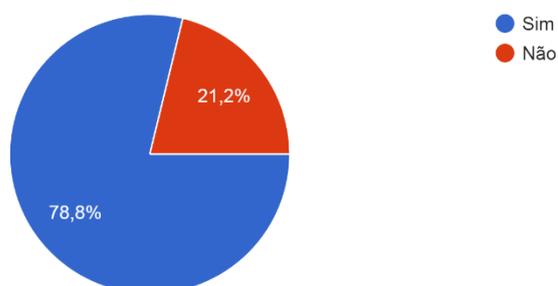
No que se referiu como a maior a dificuldade do uso de *mobile learning* para o ensino e aprendizagem de Química, 40% dos entrevistados consideraram que seria o acesso aos aplicativos no que diz respeito aos alunos, 27% ambiente/estrutura de sua Instituição de Ensino e 15% apontam a quantidade de conteúdo/carga horária. Observou-se também que 12% consideraram como limitações do uso do celular na inserção desse processo o próprio desconhecimento dos apps, ao qual podemos fazer uma associação à capacitação dos professores, e 3% citaram a falta de concentração dos discentes, que a teria apenas se fosse uma atividade pontuada (**Figura 11**).

Figura 11 – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto a maior dificuldade para a aplicação do *mobile learning* em suas aulas.



Vale destacar que, apesar das dificuldades apontadas, 80% dos entrevistados afirmaram já ter realizado algum tipo de atividade fazendo o uso de dispositivos móveis (**Figura 12**).

Figura 12 – Gráfico de pizza sobre as respostas quanto a realização de atividade com ajuda de dispositivos móveis.



Esse resultado indica um possível avanço das tecnologias de informação e comunicação no contexto da sala de aula, seja de modo presencial, híbrida ou remota.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho, foi proposta uma categorização dos artigos que abordaram o desenvolvimento, aplicação e/ou discutiram sobre o uso de aplicativos para telefone celular no processo de ensino-aprendizagem de química quanto à sua natureza, área de ensino e tema, bem como foi relatado os seus principais resultados e/ou observações, tornando-se uma fonte facilitadora para a pesquisa de professores que almejam utilizar a aprendizagem móvel no planejamento de suas aulas como elemento inovador em suas práticas docentes.

Os artigos enfatizaram o potencial uso de apps como ferramenta didática para o ensino da química. Esse potencial foi corroborado pela pesquisa realizada com professores que lecionam tanto no ensino básico e/ou no ensino superior no Brasil, na qual verificou-se uma boa aceitação por parte desses docentes em utilizar os recursos tecnológicos em favor da aprendizagem da disciplina, apesar de dificuldades relatadas, como acesso aos apps ou infraestruturas das IEs.

As categorias que apresentaram maior número de artigos foram as de visualização/simulação (29%), game/quiz (26%), seguido dos artigos de revisão/exploratório (24%). A Orgânica foi a área da química abrangida em maior número de publicações, com 15 artigos (44%).

Algumas lacunas foram observadas durante o mapeamento no que se diz respeito à área de ensino de físico-química – devido a possíveis limitações de desenvolvimento de aplicativos – e ao tema de química ambiental – que poderia favorecer direto ou indiretamente a formação de um discente mais consciente e cidadão. O mesmo aconteceu no campo da inclusão do ensino de química, visto que apenas dois artigos abordaram e desenvolveram aplicativos sobre esse tema. Nota-se, portanto, a necessidade de pesquisas com novas estratégias que tenham foco no desenvolvimento desses aplicativos, principalmente aos que deem suporte aos alunos com especificidades, promovendo mudanças cognitivas que favoreçam a aprendizagem.

Ademais, ressalta-se que o uso dessa ferramenta é, sem dúvida, uma boa forma de ampliar os estímulos dos alunos frente à Química, como enfatizado ao longo desse trabalho, mas que também pode ser uma ferramenta com um

alto fator de exclusão, no que se refere a possível vulnerabilidade social dos discentes. Cabe ao docente notar – mais um desafio, dentre tantos, para o professor – ao longo de seu planejamento, muitas vezes árduo, se essa prática se adequa a sua realidade e torna-se de fato o percurso do ensino-aprendizagem mais promissor.

REFERÊNCIAS

- ABDINEJAD, M.; FERRAG, C.; HOSSAIN. QORBANI, S.; DALILI, S. Developing a simple and cost-effective markerless augmented reality tool for chemistry education. **J. Chem. Educ.** 2021, n. 98, p. 1783-1788.
- ALCÂNTARA, N. R. de; MORAES F. A. V. de. Elaboração e utilização de um aplicativo como ferramenta no ensino de bioquímica: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 13, n. 3, p.54-72, 2015.
- ALFARO, J. L. D.; GANTOIS, S.; BLATTGERSTE, J.; DE CROON, R.; VERBERT, K.; PFEIFFER, T.; VAN PUYVELDE, P. Mobile augmented reality laboratory for learning acid–base titration. **J. Chem. Educ.** 2022, n. 99, p. 531-537.
- ARAÚJO, A. V. N. S.; BIZERRA, A. M. C.; COUTINHO, D. A. M. Smartphones e o ensino de química orgânica: o uso de jogos pode influenciar no aprendizado? **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n. 44, p. 192-204, abr. 2019.
- AW, J. K.; BOELLAARD, K. C.; TAN, T. K.; YAP, J.; LOH, Y. P.; COLASSON, B.; BLANC, É.; LAM, Y.; FUNG, F. M. Interacting with Three-Dimensional Molecular Structures Using an Augmented Reality Mobile App. **J. Chem. Educ.** 2020, n. 97, p. 3877-3881.
- BANDYOPADHYAY, S.; RATHOD, B. B. The sound and feel of titrations: a smartphone aid for color-blind and visually impaired students. **J. Chem. Educ.** 2017, 94, 946–949.
- BARDIN, I. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979.
- BARROS, M. A. de M. Concepções, usos, modelos e estratégias da utilização de dispositivos móveis: uma análise da Aprendizagem Móvel entre professores de Ciências em formação. 2014. 241 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.
- BROYER, R. M.; MILLER, K.; RAMACHANDRAN, S.; FU, S.; HOWELL, K. CUTCHIN, S. Using Virtual Reality to Demonstrate Glove Hygiene in Introductory Chemistry Laboratories. **J. Chem. Educ.** 2021, v. 98, p. 224-229.
- CALAI, A. E. P. Limites potencialidades de aplicativos Android para o ensino de química quântica: Implicações à formação de professores. 2022. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso; (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- COUTINHO, C.; RODRIGUES, J. M. Sustentabilizando: Uma Tecnologia Educacional Para A Promoção Da Educação Ambiental. **Revista Vivências | Erechim**, v. 18, n. 35; p. 283-296; 2022.
- DIAS, D. B. P. O jogo Trilha do QR Code como ferramenta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Química. 2019. 54 f. João Pessoa, Monografia (Graduação) - UFPB/CCEN.
- FATEMAH, A.; RASOOL, D.; HABIB, U. Interactive 3d visualization of chemical structure diagrams embedded in text to aid spatial learning process of students. **J. Chem. Educ.** 2020, n. 97, v. 4, p. 992-1000.

- FAVARIN, A. M. Proposta de uso de simulador no ensino da contabilidade geral. **Cadernos FACECA**. v.12: p. 5-22, 2003.
- FERNANDES, J. C. L. O uso de recursos midiáticos através de smartphones no apoio educacional. **Revista ENIAC Pesquisa**, 2017, v. 7, n. 1, p. 3-15.
- FERREIRA, T. V.; CLEOPHAS, M. G. Concepções dos professores de química acerca da estratégia mobile learning: um estudo de caso. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], 2019, v. 4, n. 2 (esp), p. 32–48.
- FOMBONA-PASCUAL, A.; FOMBONA, J.; VÁZQUEZ-CANO, E. VR in chemistry, a review of scientific research on advanced atomic/molecular visualization **Chem. Educ. Res. Pract.**, 2022, v. 23, p. 300.
- FONSECA, C. S. C., ZACARIAS, M.; FIGUEIREDO, M. MILAGE LEARN+: A Mobile Learning App to Aid the Students in the Study of Organic Chemistry. **J. Chem. Educ.** 2021, v. 98, p.1017-1023.
- GRANDO, J. W.; CLEOPHAS, M. G. Aprendizagem Móvel no Ensino de Química: apontamentos sobre a Realidade Aumentada **Quím. Nova Esc.** – São Paulo-SP, 2021, v. 43, n. 2, p. 148-154,
- HIGHT; M. O.; NGUYEN, N. Q.; SU, T. A chemical anthropomorphism: acting out general chemistry concepts in social media videos facilitates student-centered learning and public engagement. **J. Chem. Educ.** 2021, v. 98, p. 1283–1289.
- JONES, O. A. H.; SPICHKOVA, M.; SPENCER, M. J. S. Chirality-2: Development of a multilevel mobile gaming app to support the teaching of introductory undergraduate-level organic chemistry. **J. Chem. Educ.** 2018, v. 95, p. 1216-1220.
- KADER, S. N.; NG, W. B.; TAN, S. W. L.; FUNG F. M. Building an interactive immersive virtual reality crime scene for future chemists to learn forensic science chemistry. **J. Chem. Educ.** 2017. DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c00817.
- KOH, S. B. K.; FUNG, F. M. Applying a quiz-show style game to facilitate effective chemistry lexical communication. **J. Chem. Educ.** 2018. DOI: 10.1021/acs.jchemed.7b00857.
- LAU, P. N.; CHAN, W. L.; LI, Y. Prototype of a Transition Metal Visualization App for the Learning of Stereochemistry in a General Chemistry Course: Initial Findings and Reflections. **J. Chem. Educ.** 2022, v. 99, p. 1167–1175.
- LEITE, B. S. Elaboração do jogo Memoráveis Nobéis da Química para o ensino de Química utilizando o MIT App Inventor. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, 2020.
- LIMA, M. A. S.; MONTEIRO, A. C.; LEITE JUNIOR, A. J. M.; MATOS, I. S. A.; ALEXANDRE, F. S. O.; NOBRE, D. J.; MONTEIRO, A. J.; SILVA JÚNIOR, J. N. Game-based application for helping students review chemical nomenclature in a fun way. **J. Chem. Educ.** 2019, v. 96, p. 801–805.
- LOBO, A. S. M.; MAIA, L. C. G. O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior. **Caderno de Geografia**. 2015, 25(44), 16-26. ISSN: 0103-8427.

MATA, J. A. V. Ensino de química com uso de tecnologias digitais para uma educação de jovens e adultos rejuvenescida. 2018. 85f. Dissertação (Mestrado) Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

MAZZUCO, A. E. R; LOUREIRO KRASSMANN, A.; BASTIANI, E.; BERNI REATEGUI, E. Revisão de Literatura Sobre o Uso da Realidade Aumentada no Ensino de Química. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 402–412, 2021.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **Renote – Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p.1-9, 2014.

NICHELE, A. G.; DO CANTO, L. Z. Ensino de química com smartphones e tablets. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, 2016.

_____. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química Orgânica. **RENOTE**, Porto Alegre, 2018, v. 16, n. 1,

PACZKOWSKI, I MALISZEWSKI.; PASSOS, C. G. Whatsapp: uma ferramenta pedagógica para o ensino de Química. **RENOTE**, Porto Alegre, 2019, v. 17, n. 1, p. 316–325

PAYE, C. L.; DUNNAGAN, C. L.; TREDWELL, D. A; GALLARDO-WILLIAMS, M. T. Connecting the dots: Lewis structure builder web app as a review tool for organic chemistry. **J. Chem. Educ.** 2021, v. 98, p. 2704–2708

PEIXOTO, J., ARAÚJO, C. H. S. Tecnologia e Educação: Algumas Considerações sobre o Discurso Pedagógico Contemporâneo. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, v. 33, n. 118, p. 253-268, jan/mar. 2012.

PEREIRA, J. A.; DA SILVA JUNIOR, J. F.; LEITE, B. S. O uso do WhatsApp® na educação: análise do aplicativo no ensino de Química. **RENOTE – Revista Debates Em Ensino De Química**, 2021, 7(1), 262–280.

PEREIRA, D. I. S. SOFTWARES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE QUÍMICA. 2014. 40f. Universidade Estadual da Paraíba, Campina grande. 2014.

PETRITIS, S. J.; BYRD, K. M.; SCHNELLER, W. Hybridization Gamified: A Mobile App for Learning About Hybridization. **J. Chem. Educ.** 2022, v. 99, p. 1155–1159.

PING, G. L. Y.; LOK, C.; YEAT, T. W.; CHERYNN, T. J. Y.; TAN, E. S. Q. “Are chemistry educational apps useful?” – a quantitative study with three in-house apps. **Chem. Educ. Res. Pract.**, 2018, v. 19, p. 15.

QUINTINO, C. P.; RIBEIRO, K.D.F. A Utilização de filmes no processo de ensino aprendizagem de Química no Ensino Médio. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), Brasília, DF, Brasil, 2010.

RATHOD, B. B.; MURTHY, S; BANDYOPADHYAY, S. Is this Solution Pink Enough? A smartphone tutor to resolve the eternal question in phenolphthalein-based Titration. **J. Chem. Educ.** 2019, DOI: 10.1021/acs.jchemed.8b00708

- ROSA; SANTOS; JARDIM; GONÇALVES; MIOTTO e ROEHRS Quimigüia: Desenvolvimento e validação de um aplicativo de apoio ao processo de ensino-aprendizagem de Química no Ensino Sup. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Amazônia, 2022, v.18, n. 40, p. 35-51.
- ROSÁRIO, L. F. R.; DARIDO, S. C. The systematization of contents in physical education at school: the perspective of experienced teachers. Motriz **Journal of Physical Education**, 2005, v. 11, n. 3, p. 167-178.
- SANT'ANA, C. F.; CASTRO, D. L. Interface Tecnologias Digitais No Ensino De Química E Alfabetização Científica: O Que Relatam Os Artigos Científicos?. **Revista Prática Docente**. 2019, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 621-640,
- SANTOS, C. E. M.; LEITE, B. S. Construção de um jogo educativo em uma plataforma de desenvolvimento de jogos e aplicativos de baixo grau de complexidade: o caso do Quizmica – Radioatividade. **RENOTE**, Porto Alegre, 2019, v. 17, n. 1, p. 193-202.
- SCHLEMMER, E.; SACCOL, A. Z; GARRIDO, S. Um modelo sistêmico de avaliação de softwares para educação a Distância como apoio à gestão de EAD. **Revista de Gestão USP**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 77-91, janeiro/março 2007.
- SCHWAHN. M. C. A.; OAIGEN. E. R. O uso do laboratório de ensino de Química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE). **Acta Scientiae**, v. 10, n. 2, p. 151-169. Canoas, 2008.
- SHOESMITH, J; HOOK, J. D.; PARSONS, A. F.; HURST, G. A.; Organic fanatic: a quiz-based mobile application game to support learning the structure and reactivity of organic compounds. **J. Chem. Educ.** 2020, v. 97, p. 2314–2318.
- SILVA JÚNIOR, J. N.; ZAMPIERI, D.; DE MATTOS, M. C.; DUQUE, B. R.; MELO LEITE JUNIOR, A. J.; SILVA DE SOUSA, U.; SOUSA, U. S.; NASCIMENTO, D. M.; LIMA, M. A. S.; MONTEIRO, A. J. A hybrid board game to engage students in reviewing organic acids and bases concepts. **Journal of Chemical Education**, 2020, v. 97, n. 10, p. 3720-3726.
- SILVA JÚNIOR, J. N.; DE LIMA, P. R. S.; LIMA, M. A. S.; MONTEIRO, A. C.; DE SOUSA, U. S.; LEITE JÚNIOR, A. J. M.; VEGA, K. B.; ALEXANDRE, F. S. O.; MONTEIRO, A. J. Time bomb game: design, implementation, and evaluation of a fun and challenging game reviewing the structural theory of organic Compounds. **J. Chem. Educ.** 2020, v. 97, p. 565–570.
- SUNG, R.; WILSON, A. T.; LO, S. M.; CROWL, L. M.; NARDI, J.; CLAIR, K. ST.; LIU, J. M. BiochemAR: An Augmented Reality Educational Tool for Teaching Macromolecular Structure and Function. **J. Chem. Educ.** 2020, v. 97, p. 147–153.
- TRAVER, V. J.; LEIVA, L. A.; MARTÍ-CENTELLES, V.; RUBIO-MAGNIETO, J. Educational videogame to learn the periodic table: design rationale and lessons learned. **J. Chem. Educ.** 2021, v. 98, p. 2298–2306.
- VIEIRA, H. V. P.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; SIMÕES, A. L.; ROCHA, A. S.; SOUSA, C. O Uso de Aplicativos de Celular como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**. 2019, v. 5, n. 1 ESP, p. 125–138.

WINTER, J. E.; ENGALAN, J.; WEGWERTH, S. E.; MANCHESTER, G. J.; WENTZEL, M. T.; EVANS, M. J.; KABRHEL, J. E.; YEE, L. J. *J. Chem. Educ.* 2020, v. 97, p. 520–4526.

WRIGHT, C. E. Leveraging an app to support students with color-vision deficiency and color-blindness in online general chemistry laboratories. *J. Chem. Educ.* 2022, v. 99, p. 1149–1154.

YANG, S.; MEI, B.; YUE, X. Mobile augmented reality assisted chemical education: insights from elements 4d. *J. Chem. Educ.* 2018, v. 95, p. 1060–1062.

APÊNDICE

Questionário:

Uso de *mobile learning* para o ensino e aprendizagem de Química

https://docs.google.com/forms/d/15kin_vG5Hlc8WX4frvBv0q8TLH5y4gAfIFVNXd0t11k/edit?ts=62e2be53