



VITOR FRANCISCO DOS SANTOS

**O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE QUÍMICA: UM
LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO**

LAVRAS-MG

2021

VITOR FRANCISCO DOS SANTOS

**O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE QUÍMICA: UM
LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso
de Química (Licenciatura Plena),
para a obtenção do título de
licenciado.

Professor Dr. Paulo Ricardo da Silva
Orientador

LAVRAS-MG
2021

O sol brilhava muito, e demorou um longo tempo até que conseguisse suportá-lo. Quando conseguiu, viu por toda a volta um mar verde-escuro, agitado aqui e ali pela brisa, e centenas de borboletas por todos os lados. Acho que eram uma espécie de “imperador purpúreo”, uma borboleta que adora as copas das matas de carvalho, mas aquelas não eram nem um pouco purpúreas, eram de um negro aveludado muito profundo, sem qualquer marca que se pudesse ver.

(O Hobbit)

A Terra Média

AGRADECIMENTOS:

É surpreendente pensar que durante toda vida acadêmica inúmeras pessoas marcaram minha trajetória, e que talvez não existam palavras suficientes que expressem minha gratidão por cada uma delas. Ainda mais por ter sido uma graduação cheia de trancos e barrancos.

Se perder, às vezes, é bastante fácil – o que se torna mais complicado mesmo é se reerguer e traçar a partir dali um caminho novo para se seguir. Agradeço primeiramente à minha mãe, Vera Lúcia Pereira, que além de me apoiar em todos momentos difíceis de nossas vidas, nunca mediu esforços e sacrifícios em momento algum até aqui. Me apoiando do seu jeitinho meigo e sempre preocupada, fez de mim o que sou hoje.

Agradeço aos meus familiares, e em especial minha madrinha Solange Pereira – que sempre foi minha segunda mãe, sempre me apoiando em cada decisão. Mesmo cansada me buscava no pré-vestibular todos os dias às onze horas da noite. Agradeço e minha prima Lorena Sales Pereira, a quem sempre me espelhei – e que ficaria feliz por me tornar metade do que ela é aos meus olhos.

Não posso medir também o amor que sinto ao me lembrar da equipe 6. Formada nos meus primeiros 30 minutos de UFLA e que vai se mantendo forte do nosso jeito. Eu, André G. N. Barbosa e Aline Guimarães (Foca), formamos o melhor ciclo de amigos que conheci na Universidade.

Agradeço principalmente também à uma das minhas melhores amigas que conheci também na universidade, que por mais difícil que fosse, ambos nos tornamos pontos de apoio um para o outro. Dividimos lágrimas, risadas, seja dentro da universidade ou nas nossas casas – nos infinitos almoços malucos que eu, ela e nossos amigos próximos faziam. Caroline Gomes Fernandes irá ser uma das pessoas mais especiais que carregarei comigo durante toda minha vida e que espero que ela saiba o quão importante ela foi para mim durante todos esses anos que nos conhecemos.

Agradeço infinitamente aos meus amigos que fiz na UFLA, em especial Mirelli Borges, Gustavo Morais, Gabriella Rayane, Nathalia Mi, Caio Moura, Nathalia Aguiar e amigos que vieram em consequência disso, como minha amada Amanda Eduarda (Amandinha – minha cúmplice master chef de todos os finais de semana em Lavras).

Agradeço aos meus amigos que conheci online até hoje, em especial Fernando Zanchetta e Felipe Burlamaqui. Dividimos infinitos momentos rindo, jogando, e transformando o Discord uma ótima ferramenta de debates e discussões. Agradeço

também por comporem esses importantes momentos os professores Julio (High), Fernando (Heosgates), Paula (Panin), minha arquiteta preferida Mônica (Cora) e seu marido Cris (Dusty), e infinitos outras pessoas que tiveram presença nos jogos e na minha vida.

Agradeço a quem tive oportunidade de trabalhar junto dentro na universidade. Agradeço aos meus orientadores e professores de projeto Bruno Monteiro, Gildo Giroto, Rita de Cássia Suart, Josefina Aparecida de Souza, Paulo Ricardo da Silva e Elaine da Cunha por todos ensinamentos e oportunidades que tive. Em especial agradeço a professora Josefina por me apoiar num dos momentos mais difíceis da minha graduação, e que mesmo sem obrigação nenhuma fez de tudo que pode para que eu me mantivesse no curso.

Por fim agradeço ao meu professor, orientador de projeto e orientador desse trabalho, o professor Dr. Paulo Ricardo da Silva, por me apoiar também inúmeras vezes durante esse extenso TCC. Agradeço pelo seu incrível coração e por me apoiar nas infinitas vezes que pedi auxílio nesse trabalho.

RESUMO

Junto ao surgimento de novas tecnologias, muitos campos da humanidade se preocupam com formas de ampliar e aplicar ferramentas tecnológicas no dia a dia das pessoas. Análogo a isso, o ensino de ciências, em especial o ensino de química, pode lançar mão dessas ferramentas, buscando aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem. O trabalho se propõe a compreender como vem sendo o uso de simuladores no ensino de química, uma vez que tal estratégia vem ganhando destaque como um dos principais ramos da utilização de TICs em sala de aula. Foi realizado um levantamento bibliográfico com viés exploratório em dois periódicos da área de ensino – A revista “Química Nova na Escola e a Revista” “Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista”. Para a seleção dos trabalhos, foram utilizadas as palavras – Simulador, Simulação e Software. Foram selecionados 20 trabalhos, destacando-se esses como 2% das publicações totais somadas de ambas as revistas; encontramos nove simuladores diferentes usados nos trabalhos; atomística foi o tema mais recorrente nas publicações, também marcadas por elevado número de trabalhos teóricos (reflexões e levantamentos); verificamos predominância de estudantes do Ensino Médio como público alvo dos trabalhos e, por fim, os autores mais citados nos textos foram Marco Antônio Moreira e Eduardo Fleury Mortimer.

Palavras chaves: Ensino de Química, Revisão Bibliográfica, Simulação.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 A importância do Ensino de Química.....	9
2.2 TICs no ensino de química	10
2.3 Softwares, simuladores e o ensino de química	13
3. METODOLOGIA	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 Trabalhos publicados e sua distribuição anual	20
4.2 Distribuição anual de publicações envolvendo softwares	23
4.3 Conceitos/temas abordados nos trabalhos	26
4.4 Softwares utilizados e público-alvo.....	28
4.5 Simulador como estratégia didática no ensino e outras ferramentas articuladas	34
4.6 Referenciais mais citados nos trabalhos	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
6. REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

Entendemos que o conhecimento não deve ser visto apenas como um produto da escolarização, mas como um entre os diversos objetivos da Educação, que é permeada por vários processos formativos, que visam também o desenvolvimento de valores e atitudes, por exemplo. Essa é a ideia que mais se destaca quando se pensa em discutir novas metodologias educacionais. De modo geral, é comum nas discussões que permeiam novos recursos para o ensino a busca pela superação da perspectiva tradicional, onde o aluno é considerado como um “receptor” de conhecimento, além da valorização da capacidade de memorização de conceitos, pouco relacionados com a realidade do estudante.

Quando se pensa no mundo atual, a escola assume um papel extremamente complexo. A Educação deixa de ser pensada apenas como uma ferramenta preparatória para um exame de seleção, sendo vista como parte de um processo formador – no qual o estudante desenvolve habilidades e conhecimentos que possibilitam que ele se posicione, julgue e tome decisões amparados nas discussões que permeiam o ambiente escolar, entre outros aspectos apontados pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº 9.394/1996 (BRASIL, 2006).

No que diz respeito ao ensino de Ciências, em especial da química, uma das principais dificuldades historicamente observadas se deve ao fato da ausência de contextualização da disciplina com a realidade, e isso acaba acarretando na rejeição do estudo desta ciência pelos alunos, dificultando o processo de ensino e aprendizagem (LIMA et. al., 2000).

Outras dificuldades podem ser observadas no ensino de química, sendo que, atualmente, uma das mais evidentes (senão a maior) é o contexto da modalidade remota. Nesse sentido, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) podem auxiliar a aprendizagem a partir do estímulo ao protagonismo do estudante, por exemplo. De acordo com Dourado et al. (2014), existem várias formas de se utilizar a tecnologia em sala de aula. Para o ensino de Ciências, por exemplo, é comum se utilizar filmes, documentários, artigos de jornais e revistas, pesquisas em sites, pesquisas de campo, visita a laboratório virtual ou real, e, em especial para esse trabalho: o uso de simuladores destinados a conteúdos educacionais, desenvolvendo uma metodologia atrativa e inovadora.

Define-se como simulador um “aparelho capaz de reproduzir o comportamento de outro aparelho cujo funcionamento se deseja estudar, ou de um corpo cuja evolução se quer seguir” (DICIO, 2021). Em outras palavras, são softwares que conseguem simular condições e situações comportamentais de algum sistema em específico. Sejam eles utilizados na engenharia, medicina ou qualquer outro campo científico, tendo como principal finalidade complementar o trabalho de campo através de aparatos tecnológicos. De antemão, no campo educacional, essa ferramenta tem sua relevância por possibilitar uma gama de atividades em sala de aula. Sendo elas de maneiras remotas ou não, os simuladores são ferramentas bastante utilizadas para contornar a ausência de recursos em algumas situações.

Com o advento das TICs e com a situação vivenciada atualmente (o contexto de pandemia que obrigou os sistemas de ensino a adotarem a modalidade remota), entendemos que o uso de simuladores pode contribuir para a aprendizagem em química. Portanto, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico visando caracterizar e compreender como simuladores vem sendo utilizados no ensino de química nos últimos anos. Para isso, foi investigado como o recurso didático tem sido mencionado em publicações de dois portais de periódicos bastante difundidos no campo do ensino de química e ciências.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância do Ensino de Química

Hoje no Brasil, o ensino da disciplina química é baseado em orientações curriculares que delimitam o que deve ser abordado, bem como apontamentos sobre a importância dessa disciplina para a formação dos estudantes. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCNEM+) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

[...] a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada. (BRASIL, 2006, p.209)

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a

sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2017, p. 547)

De acordo com Cardoso e Colinvaux (2000), a importância do estudo da química deve-se principalmente ao fato de possibilitar que a sociedade amplie sua visão crítica do mundo que a cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem no seu dia a dia. Preceitos como: a aprendizagem de fenômenos do mundo natural, posicionamento crítico, formação humana, bem-estar, utilidades em ações do cotidiano, podem, por exemplo, possibilitar com que a sociedade mitigue possíveis danos advindos de alguma decisão política – pressupondo-se isso através de um ensino de química qualificado.

Os documentos citados acima reforçam a importância histórica que vem sendo construída sobre o ensino de química e de ciências no currículo escolar. Embora os documentos oficiais abordem essas ideias, ao instigarem discussões, temas e habilidades, é destacada a força da tecnologia na sociedade e no contexto escolar. Sob a perspectiva atual da BNCC, é papel da escola fomentar e articular outros instrumentos de formação e ensino junto às ciências da natureza e a tecnologia, articulando de forma direta e indireta ao uso de TICs no ensino (BRASIL, 2017).

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Dessa forma, pensa-se agora o ensino com um viés mais amplo, e novas estratégias de ensino (como as TICs) cada vez mais ganham espaço na prática cotidiana do professor, sendo importante que este profissional reflita sobre o uso dessas ferramentas no sentido de possibilitar novas oportunidades de aprendizagem pelos estudantes.

2.2 TICs no ensino de química

As TICs englobam uma gama de estratégias de difusão de informações e comunicação. Lobo et al. (2015) define Tecnologia da Informação e Comunicação como um conjunto de recursos tecnológicos que, quando integrados entre si, proporcionam a automação e/ou a comunicação nos processos existentes nos negócios, no ensino e na

pesquisa científica. Essas tecnologias educacionais por meio de uma rede interativa, favorecem, de acordo com Bruzzi (2016), novas formas de acesso à informação e à comunicação na sala de aula, ampliando fontes de pesquisa, possibilitando novas ideias dentro da realidade do aluno, e abrindo espaço para a entrada de novos mecanismos e ferramentas facilitadores para o ensino.

Historicamente, o termo TICs provém da palavra “tecnologia”, que se dá a partir do desenvolvimento de vários dispositivos. O termo TICs refere-se à um conjunto de discursos, objetivos, metodologias e recursos digitais que estão sendo repensados à medida que máquinas, redes eletrônicas e tecnologias móveis invadem os espaços de aprendizagem (BRUZZI, 2016). Dessa forma, compreende-se qualquer invenção humana que surgiu através dos tempos como conhecimento tecnológico – podendo-se separar essas tecnologias em “velhas” e “novas” (desde o analógico ao digital). Com o passar dos anos, o termo tecnologia é agregado à necessidade de comunicação, surgindo então as Tecnologias da Informação e Comunicação.

As TICs estão presentes nas mais diversas esferas da nossa sociedade, dentre as quais destacamos a Educação. Quando se pensa em TICs no ensino, muito se atrela o termo ao uso de aparatos eletrônicos, o que é uma concepção limitada, uma vez que compreendem rádios, TVs, smartphones, tablets, internet, softwares, hardwares ou qualquer outro aparato que possibilite a veiculação de informação. Leite (2019) aponta que as TICs, inseridas no cotidiano das escolas, e utilizadas como recurso pedagógico de troca de informação e conhecimento, podem colaborar com o ensino. Para que seja considerado uma estratégia de ensino, o uso das TICs não deve ser superficial e deve permitir um engajamento entre o que se está sendo estudado (conteúdo) e o aluno.

No que diz respeito ao ensino de química, as TICs vem sendo utilizadas nos vários níveis de escolaridade, visando contornar dificuldades de aprendizagem e como apoio a outras estratégias. Souza e Ferreira (2016) desenvolveram um estudo sobre o acompanhamento de uma sala de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Nele, foram acompanhados alunos de uma disciplina de química Analítica da UFES (Universidade Federal do Espírito Santo), a qual foi submetida aos estudos justificando o uso da ferramenta por apresentar uma grande variedade de recursos educacionais, e por estimular uma maior interação professor/aluno.

[...]é possível a troca de informações e conseqüente contato com o conhecimento a partir de um meio virtual. Isso porque o AVA facilita o acesso ao conteúdo estudado no curso e também ao professor,

independentemente dos horários previstos no espaço físico da universidade (SOUZA, FERREIRA, 2016 p. 1001).

Em um trabalho redigido por Leal et al. (2020) que se propõe em analisar as contribuições do uso de TICs no ensino de química pela visão dos alunos afirma que:

[...] Os resultados apontam que a maioria dos alunos entrevistados (85%) consideram importante aprender química usando as (TICs). Percebe-se então que há a necessidade de se aderir a uma prática além da baseada nos princípios básicos educacionais, no qual se busca também inserir a prática motivacional, com uso de metodologias e recursos tecnológicos diversificados para que haja a integração do ensino de química baseado no cotidiano e nas mudanças da sociedade, para que o processo ensino aprendizagem tenha resultados positivos e significativos (LEAL et al., 2020, p. 3733).

Outro estudo, publicado por Silveira e Vasconcelos (2017), foi baseado na utilização do software “LabVirt” no ensino de química para tratar do tópico radioatividade. Nele, alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola pública de Fortaleza foram introduzidos ao tema de forma mais instigadora, destacando-se a importância do professor frente ao uso da tecnologia.

[...] o software LabVirt apresenta elementos que instigam o estudante a pesquisar, a ter vontade de adquirir o conhecimento e o despertar da criatividade. A mediação do professor é imprescindível no âmbito escolar onde o computador não irá substituir a presença dele (SILVEIRA, VASCONCELOS, 2017, p.11).

Ao mesmo tempo, um estudo proposto por Dias et al. (2020) discorre sobre a necessidade de investimentos em uma infraestrutura nas escolas e na formação de professores, para que ocorra a qualificação dos processos de ensino e de aprendizagem a partir do uso das TICs. Tal estudo pauta suas discussões sobre o uso de AVAs durante o período de pandemia de COVID-19.

[...] cabe novamente destacar que o Brasil apresenta um vasto território, que existem desigualdades regionais, áreas rurais de difícil acesso onde há dificuldades de implementação de programas, projetos e ações. Apesar da infraestrutura existente nas escolas é necessário potencializar o uso das TICs para enriquecer e facilitar o processo de ensino e de aprendizagem e capacitar os professores para utilizarem as TICs nesse processo. Por consequência da pandemia provocada pelo COVID-19 há um novo contexto educacional onde professores e escolas buscam encontrar formas de manter a continuidade dos processos de educação e de aprendizagem (DIAS et al., 2020, p. 90833-908334).

A mudança para o modelo de ensino remoto durante a pandemia da COVID-19 salientou dificuldades já conhecidas na esfera educacional, como descrito anteriormente. Perante essa grande preocupação, novas estratégias de ensino são necessárias para que a escola articule novos meios que possibilitem com que o ensino/aprendizagem ocorra. De modo geral, a inclusão de TICs é justificada devido à grande presença da tecnologia na vida dos discentes. Além do fato de que ela está totalmente ligada ao cotidiano dos mesmos e ela é a principal ferramenta de ensino remoto nesse período (onde muitas das vezes as TICs poderiam ser atreladas a outras metodologias de ensino).

Oriunda das TICs, as simulações são uma ramificação dessas ferramentas tecnológicas que vêm sendo amplamente utilizadas no meio acadêmico. Dada sua centralidade neste trabalho, dedicaremos um tópico na sequência para discussão específica sobre essa ferramenta.

2.3 Softwares, simuladores e o ensino de química

Como já descrito anteriormente, a simulação consiste na utilização de certas técnicas matemáticas que permitem imitar o funcionamento do mundo real em um virtual através de um software (programa rodado em computador capaz de executar funções). Atualmente, simuladores são utilizados em uma série de profissões. Seja um engenheiro ou um arquiteto, em algum processo de construção de uma casa; um médico no processo de formação ao se estudar uma cirurgia; ou até mesmo um agrônomo simulando um plantio de longo ou curto prazo.

Em geral, simulações partem de um ponto simples e conhecido e buscam entregar através da tecnologia resultados mais visuais (que vão além de resultados numéricos). O termo simulação também é discutido no texto de Calomeno (2017), que relaciona simulações com games. O autor defende que jogos são simulações, uma vez que se baseiam em representações simbólicas, não trabalhando atividades do conflito real em si, mas sempre uma representação deste, subjugado às demandas sócio-tecno-culturais (CALOMENO, 2017).

Dos diferentes tipos de softwares educativos, podemos destacar os que trabalham com simulações, muitas vezes muito usados para driblar situações desfavoráveis no ensino, como descrito por Valente (2012),

Simulações envolvem a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Estes modelos permitem a exploração de situações fictícias, de situações de risco, como manipulação de substâncias química ou objetos perigosos; de experimentos que são muito complicados, caros ou que levam muito tempo para se processarem, como crescimento de plantas; e de situações impossíveis de serem obtidas, como desastres ecológicos (VALENTE, 2012, p.10-11).

Na química, os simuladores podem favorecer o processo de ensino e aprendizagem, como, por exemplo, possibilitando a simulação de práticas laboratoriais ou mesmo a simulação de fenômenos a nível microscópico. Atualmente, a Universidade do Colorado¹ vem desenvolvendo e disponibilizando simuladores em diversas áreas das ciências da natureza e matemática.

Esse projeto, denominado PhET (Physics Education Technology) tem como objetivo desenvolver simulações interativas. Seu site contempla simulações que abrangem conceitos químicos, físicos, biológicos, entre outros, em diversas magnitudes – que podem ser trabalhados desde o nível fundamental ao superior de ensino. Além das simulações, o projeto desenvolve sugestão de atividades baseadas nas amplitudes de cada simulação. Wieman et al. (2008) apontam o PhET como uma importante ferramenta educacional, por promover que o ensino seja aliado a simulações e permita que o estudante visualize os experimentos pelo mesmo olhar que um cientista.

No quadro 1, apresentado abaixo, são descritos alguns exemplos de simulações, bem como alguns objetivos e conceitos abordados nas mesmas.

Quadro 1: Simulações interativas para Ciências e Matemática. *PhET Interact Simulations: University of Colorado Boulder.*

Temas	Sobre	Link na Web
Densidade	Esse software tem como objetivo trabalhar conceitos de densidade. Há ferramentas capazes de relacionar massa de um objeto a seu volume.	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/density
Condutividade	O software trabalha conceitos da força motriz em um circuito, possibilitando que o professor possa levantar a discussão da diferença no comportamento de condução entre os metais, plásticos e fotocondutores em termos da diferença na estrutura dos níveis de energia.	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/conductivity

¹ <https://www.cu.edu/>

Estados da matéria	O software se propõe a descrever as características dos três estados da matéria e assuntos correlatos ao tema.	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics
Geometria Molecular	O software se propõe a discutir e reconhecer conceitos referentes à geometria molecular, abordando diferentes diagramações que são utilizadas para descrever moléculas (geometria molecular e de elétrons) juntamente à Nomenclatura e ângulos.	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecule-shapes
Escala de pH	Ferramenta visual que trabalha o conceito de ácido e Base frente ao pH.	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ph-scale
Concentração	Software que trabalha concentração de forma visual, relacionando cores, tipos de solvente/soluto em uma gama de soluções.	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/concentration

FONTE: Adaptado de (https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

É importante destacar aqui que, como qualquer outra ferramenta, a mediação do professor é de extrema importância, inclusive quando tratamos do uso de softwares. Algumas questões como: representações simplistas; traduções de conceitos errados; e até mesmo termos não tão adequados podem aparecer nas simulações. Visto isso destaca-se o olhar crítico do professor frente ao uso das simulações, uma vez que seu uso não garante um ensino acertado por si só.

Apesar da dificuldade em mapear todas as simulações que existem no âmbito educacional, temos acima exemplos de como as simulações podem ser trabalhadas e a variedade de assuntos possíveis de serem abordados. Muitas simulações podem ser usadas frente às necessidades da sala de aula: para mostrar algo que seja espacialmente difícil de enxergar para um aluno como também algo que necessite de um laboratório real. Elas contribuem de diversas formas, dependendo do grau de interação entre o estudante e o software, podendo aumentar a concentração dos estudantes nos experimentos, apresentando uma versão simplificada da realidade proporcionando melhor compreensão de conceitos abstratos (SOARES e MORAES, 2015).

A falta de domínio na interpretação visual ou de um olhar crítico pode dificultar a construção de soluções para certos problemas pelo estudante. A química é uma ciência com caráter particular, pois relaciona fenômenos e aspectos do mundo observável com explicações abstratas (modelos, teorias), utilizando uma linguagem específica (símbolos,

fórmulas, etc.). Essa característica pode dificultar seu entendimento por parte dos estudantes, principalmente no que diz respeito à abstração.

Portanto, é comum que professores utilizem estratégias mais “visuais” para trabalhar determinados conteúdos de forma a relacionar aspectos abstratos com a realidade macroscópica (observável). Rocha e Vasconcelos (2016) apontam que é importante que seja pensado acerca das estratégias que os professores estão utilizando nesse contexto, já que essas limitações estão relacionadas com as dificuldades de abstração de conceitos, elaboração e compreensão de modelos científicos e o surgimento de concepções alternativas sobre a química.

Segundo Nicaretta (2011) o uso de mídias pode ser, pedagogicamente, um caminho interessante (tanto como ferramenta para o professor, quanto para que o aluno perceba a construção dinâmica e aberta da ciência). Nesse caso, o uso de simuladores se justifica pelo mesmo incitar a investigação pelo questionamento e pela formulação de hipóteses a partir da ilustração visual que se amplia usando a simulação em conjunto com outras estratégias de ensino.

Gomes et al. (2020) apontam que é importante reconhecermos a existência de diferentes inteligências e suas implicações no ensino para considerarmos diferentes recursos pedagógicos. Com isso, recursos mais visuais como as simulações podem contemplar as diferentes inteligências e contribuir para um leque maior de opções no ensino.

Ao discutir o uso de simulações, junto a outras estratégias de ensino, deve-se destacar a importância de trabalhos que analisam tal prática. Analisar sua viabilidade e sua aceitabilidade perante os alunos sobre o que está sendo ensinado, a implementação de TICs (em especial, o uso de simulações) pode auxiliar a contornar problemas comuns nas escolas e no ensino remoto (como por exemplo, a falta de laboratórios de ciência no ambiente escolar ou ausência dos mesmos), como é apontado por Costa e Tavares (2019).

[...] a dificuldade da realização de práticas experimentais no ensino médio, principalmente na rede pública, está cada dia mais presente, devido à falta de um laboratório equipado ou até mesmo de um corpo docente capacitado. Portanto, procura-se algo novo e atraente à visão dos alunos, despertando neles a vontade de aprender química, buscando inserir assim a tecnologia no ensino (COSTA, TAVARES, 2019, p. 51).

Outro aspecto importante é apontado por Mendes et al. (2015), descrevendo a necessidade do professor se atualizar, uma vez que a tecnologia já faz parte do ambiente escolar.

Em princípio, o professor tem como alunos a geração Z, cujo nascimento ocorreu na era digital e que não sabem o que significa viver sem internet, celular e computadores. Para ensinar a essa geração é primordial que o professor tenha uma profunda percepção de novas tecnologias, de forma que precisam estar preparados para utilizar tais avanços. Sem dúvidas, o uso de novas tecnologias torna as aulas mais dinâmicas, trazendo um maior número de informações simultâneas o que motiva o aluno a transformar tais informações em conhecimento (MENDES et al., 2015, p. 57).

O professor pode ser considerado um agente transformador em sala de aula. Portanto, se manter atualizado frente às ferramentas educacionais tem seu papel importante, uma vez que esse profissional em muitos casos pode se encontrar em uma transição de gerações (a sua geração e a geração dos estudantes) e a tecnologia já se faz presente na vida dos discentes.

3. METODOLOGIA

Produzir ciência se dá a partir das práticas sistematizadas - conhecidas como método científico. De forma geral, as pesquisas podem ser concebidas sob duas abordagens: a quantitativa ou a qualitativa. Podem, também, ser desenvolvidas lançando mão das duas abordagens. Uma pesquisa quantitativa é uma pesquisa científica na qual os resultados podem ser quantificados, diferentemente da abordagem qualitativa. De acordo com GODOY (1995), a abordagem qualitativa - adotada neste trabalho - não se apresenta de forma rigidamente estruturada, a qual permite que o investigador dê um novo foco para suas pesquisas utilizando sua imaginação e criatividade. Consequentemente, uma pesquisa qualitativa permite diversas possibilidades de se estudar fenômenos que envolvam humanos e suas complexas relações sociais, quaisquer sejam os ambientes.

Uma forma de desenvolver pesquisas é a busca sobre como determinado assunto se apresenta em determinada comunidade. Essa prática, chamada levantamento bibliográfico, segundo Gil (2002) é desenvolvida com base no material já elaborado, constituído comumente de livros e artigos científicos. Ou seja, ela consiste em uma seleção teórica de documentos (sejam eles intrinsecamente acadêmicos ou não) a fim de investigar determinado tema, identificando tendências, lacunas, buscando construir um conjunto de inferências sobre como este assunto vem sendo abordado ao longo do tempo.

Existem várias formas para se realizar um levantamento bibliográfico. Como descrito por Gil (2002), a meta-análise, permite ao investigador a compilar dados de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

De outro modo, ela é uma pesquisa de nicho que se propõe convergir e traduzir dados em determinado tema de pesquisa. No caso da pesquisa qualitativa, ela é citada e empregada por ser uma ferramenta melhor frente a alguns testes estatísticos.

Apesar de existirem pontos importantes que a pesquisa bibliográfica contempla, segundo Gil (2002) ela pode comprometer a qualidade das pesquisas se mal executada. Para que isso não aconteça, Lima (2007) destaca alguns pontos-chaves na pesquisa bibliográfica.

Como a pesquisa bibliográfica tem sido um procedimento bastante utilizado nos trabalhos de caráter exploratório-descritivo, reafirma-se a importância de definir e de expor com clareza o método e os procedimentos metodológicos (tipo de pesquisa, universo delimitado, instrumento de coleta de dados) que envolverão a sua execução, detalhando as fontes, de modo a apresentar as lentes que guiaram todo o processo de investigação e de análise da proposta (LIMA, 2007, p. 39).

O presente trabalho se propôs a analisar o perfil de publicações sobre o uso de simuladores no ensino de química, de maneira a compreender avanços e tendências. Para alcançar o objetivo proposto, foram selecionados dois periódicos: um da área de ensino de química, com características gerais e outro da área de ensino de ciências, especializado em publicações envolvendo o uso de tecnologias. Esta escolha foi baseada em dois aspectos:

1 – Observar como o uso de simuladores aparece em um periódico voltado especificamente ao ensino de química, mas sem a característica peculiar das tecnologias, o que poderia observar a relevância dos simuladores frente a outras estratégias no campo do ensino de química;

2 – Observar como o uso de simuladores emerge em um periódico especializado em tecnologias, porém, mais amplo, contemplando a área de Ciências. Isso permitiria, em nossa concepção, visualizar a relevância do uso de simuladores no ensino de química perante outras áreas (física e biologia).

A revista Química Nova na Escola² (QNEsc) é um dos principais veículos de publicação no âmbito do ensino de química, voltado para professores. Apesar de apresentar conceito B1 na classificação de periódicos (qualis Capes), ela é um dos principais canais de divulgação quando se fala de destaque em veículos científicos. Já a

² <http://qnesc.sbq.org.br/>

revista virtual Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista³ (ENCITEC) se destaca por ser especializada exclusivamente no ensino de ciências e tecnologia, também classificada com conceito B1 no qualis Capes.

Considerando que foram delimitados apenas dois periódicos para o levantamento bibliográfico, optamos por não delimitar um período de tempo, ou seja, foram consideradas todas as publicações das revistas até o final do ano de 2020. Dessa forma, para a revista QNEsc, foram analisadas as publicações de 1995 a 2020 e para a revista ENCITEC foram analisadas as publicações de 2011 a 2020.

Após delimitar as bases de dados e os períodos, para selecionar artigos envolvendo o tema simulação, foram acessados os portais eletrônicos das revistas e utilizadas as palavras chaves “Simulação”, “Simuladores” e “Softwares”. Essas palavras foram utilizadas no campo de pesquisa disponibilizado em cada uma das revistas. Após a primeira seleção, procedeu-se à leitura dos resumos e dos textos, a fim de selecionar aqueles que discorressem sobre o tema investigado nesta pesquisa.

Por fim, a análise das publicações foi realizada a partir dos seguintes critérios:

- Distribuição anual de publicações envolvendo softwares;
- Percentual de trabalhos envolvendo simuladores perante o total de publicações de cada revista;
- Conceitos/temas mais recorrentes nos trabalhos;
- Softwares utilizados;
- Público-alvo;
- Referenciais mais citados nos trabalhos

É importante destacar que durante a análise percebeu-se a necessidade de discorrer sobre dois pontos emergentes, julgados importantes na ótica desse trabalho, a saber: quais trabalhos utilizavam o simulador como estratégia didática no ensino e se havia ou não articulação de outras ferramentas junto ao uso de simulações. Esses novos dois pontos serão discutidos de forma particular ao longo dos resultados.

³ <http://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/index>

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Trabalhos publicados e sua distribuição anual

Desenvolver pesquisa do tipo bibliográfica em portais de periódicos é uma prática comum. Existem campos de pesquisas destinados a trabalhos como esse, justificado frente à grande demanda em mapear tanto revistas quanto trabalhos, mensurando também a relevância dos periódicos de cada área. De acordo com Oliveira et al. (2015, p. 76), com o aumento da produção científica no Brasil foi estabelecido o padrão QUALIS pela CAPES, a fim de inferir padrões de qualidade de publicações. Mesmo que analisar portais de periódicos que tiveram seus inícios em datas diferentes seja complexo, utilizar a meta-análise para identificar tendências e lacunas é importante.

O levantamento realizado nos dois portais compreende o período de criação de ambos. A revista QNESc teve sua criação em 1995 e sua análise compreende publicações desde seu início até o momento de 2020. Já o portal ENCITEC, criado em 2011, justifica-se como um bom comparativo na análise uma vez que se espera que o aumento das publicações que envolvem o tema cresça com o avanço da tecnologia (a qual se torna mais acessível com o passar dos anos). Após a triagem realizada, verificou-se que aproximadamente 2% dos trabalhos publicados em ambas as revistas remetem ao uso de simuladores, sendo essa a estatística geral da totalidade de trabalhos analisados. Esse valor muda proporcionalmente quando se analisa o mesmo parâmetro em cada revista. A QNESc, por ser uma revista mais ampla no ensino de química, apresenta uma fração de aproximadamente 1% de suas publicações envolvendo simulações, frente a um pouco mais de 5% correspondente à revista ENCITEC, sendo ambas revistas de QUALIS B1. Os números absolutos são apresentados na tabela 2.

Tabela 1: Comparativo entre publicações envolvendo simuladores e publicações totais.

Revistas/anos	Trabalhos Totais	Trabalhos que envolvem simuladores
Química nova na escola (1995 -2020)	877	9
Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista (2011-2020)	190	11

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme observado na tabela 1, foram encontrados 20 trabalhos sobre o uso de simuladores. É necessário destacar aqui que frente à totalidade de trabalhos esse número de publicações não se dá tão expressivos. Pode-se indagar esse número frente à outros anais de congressos, os quais trabalhos que envolvem simulações são mais citados. Podemos então atribuir uma menor porção de trabalhos frente às características das publicações de periódicos, uma vez que elas são mais rigorosas e demandam de mais tempo e investimento nos artigos. Já publicações nesses outros anais podem ser relatos de experiência e/ou trabalhos mais simples, resultando assim em um volume maior de publicações. Destaca-se isso frente ao intuito do trabalho, uma vez que se esperava uma quantidade maior de trabalhos desse tipo nesses periódicos, o qual não foi tão expressivo. Os trabalhos levantados são listados no quadro 2, a seguir.

Quadro 2: Descrição dos trabalhos sobre o uso de simuladores.

Ano de publicação	Artigo	Autores
Revista: Química Nova na Escola		
2013	Software de simulação no ensino de atomística: Experiências computacionais para evidenciar Micromundos	OLIVEIRA, S. F; MELO, N. F; SIVLA, J. T; VASCONCELOS, E. A.
2016	Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química	MACHADO, A. S.
2017	Recursos instrucionais Inovadores para o Ensino de química	MORENO, E. L.; HEIDELMANN, S. P.
2000	Carbópolis, um software para educação química	EICHLER, M; PINO, J. C. D.
2015	Titulando 2004: Um software para o Ensino de química	SOUZA, M. P.; MERÇON, F.; SANTOS, N.; RAPELLO, C. N.; AYRES, A. C. S.
2015	Modelos para o átomo: Atividade com a Utilização de recursos Multimídia	SILVA, G. R.; MACHADO, A. H.; SILVEIRA, K. P.
2016	Ensino de modelos para o átomo por meio de recursos Multimídia em uma abordagem investigativa	SILVA, N. S.; FERREIRA, A. C.; SILVEIRA, K. P.

2015	Análise e reflexões sobre os artigos de educação em química e multimídias publicados entre 2005 e 2014	GIORDAN, M.
1999	Hipermídia no Ensino de Modelos atômicos	MELEIROS, A.; GIORDAN, M.
Revista: Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista		
2012	O Professor em Formação e as Tecnologias Informáticas	MACHADO, C. A.; SCHEFFER, N. F.
2019	As tecnologias da informação e da Comunicação para o ensino de ciências: percepções, desafios e possibilidades para o contexto educacional	NETO, J. C.; BLANCO, M. B.; ARAÚJO, R. N.
2019	A influência de uma simulação computacional no aprendizado de Força de Lorentz	PIEPER, F. C.
2020	Elaboração de holograma para o ensino de Geometria molecular	ALMEIDA, G. B.; LIMA, J. O. G.
2020	Uso de software Avogadro no ensino de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)	FIRMINO, E.; SAMPAIO, C.; NOJOSA, A.; GUERRA, M.; SALDANHA, G.; VASCONCELOS, A.; BARROSO, M.
2015	Aplicação de uma sequência didática para o estudo de forças intermoleculares com uso de simulação computacional	AYRES, C.; ARROIO, A.
2016	Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos de Biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica	GREGÓRIO, E. A.; OLIVEIRA, L. G.; MATOS, S. A.
2017	Atividades computacionais e experimentais para o estudo da indução eletromagnética com alunos do ensino médio	RODRIGUES, J. J. V.; NEIDE, I. G.
2018	Simulações Computacionais e mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa do conceito de energia	RODRIGUES, J. J. V.; QUARTIERI, M. T. Q.; MARCHI, M. I.; DEL PINO, J. C.

2019	Simulações computacionais no ensino de química: estudando as micro-ondas	BRASILEIRO, L. B.; MATIAS, J. C.
2020	Simulação computacional no ensino de química: o uso do programa Avogadro como ferramenta auxiliar no ensino de ligações químicas	SILVA, J. R.; DIAS, R. P.; VASCONCELOS, F.C. G. C.

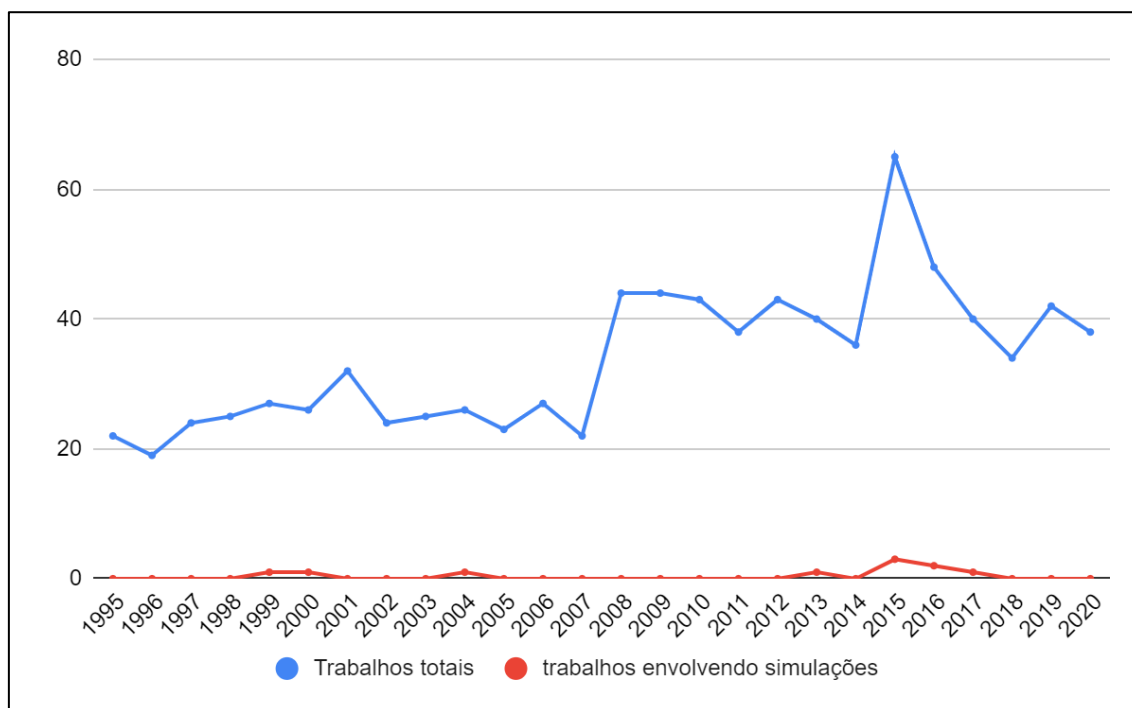
FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

Vale reafirmar que, dentre os trabalhos selecionados, todos fazem referência ao uso de simuladores no ensino. Contudo, quatro dos artigos selecionados dizem respeito ao uso de simuladores em outros campos das ciências, os quais serão justificados posteriormente nesse texto.

A primeira categoria analisada corresponde aos trabalhos publicados voltados ao uso de softwares no ensino. É possível notar que, por mais que haja trabalhos envolvendo o uso de TICs, numericamente esse valor é um pouco mais expressivo em uma revista destinada a tecnologias (ENCITEC) frente à outra (QNEsc). Contudo, desde sua criação, a quantidade de trabalhos é de certa forma equivalente, sendo onze trabalhos envolvendo exclusivamente o uso de softwares no ensino.

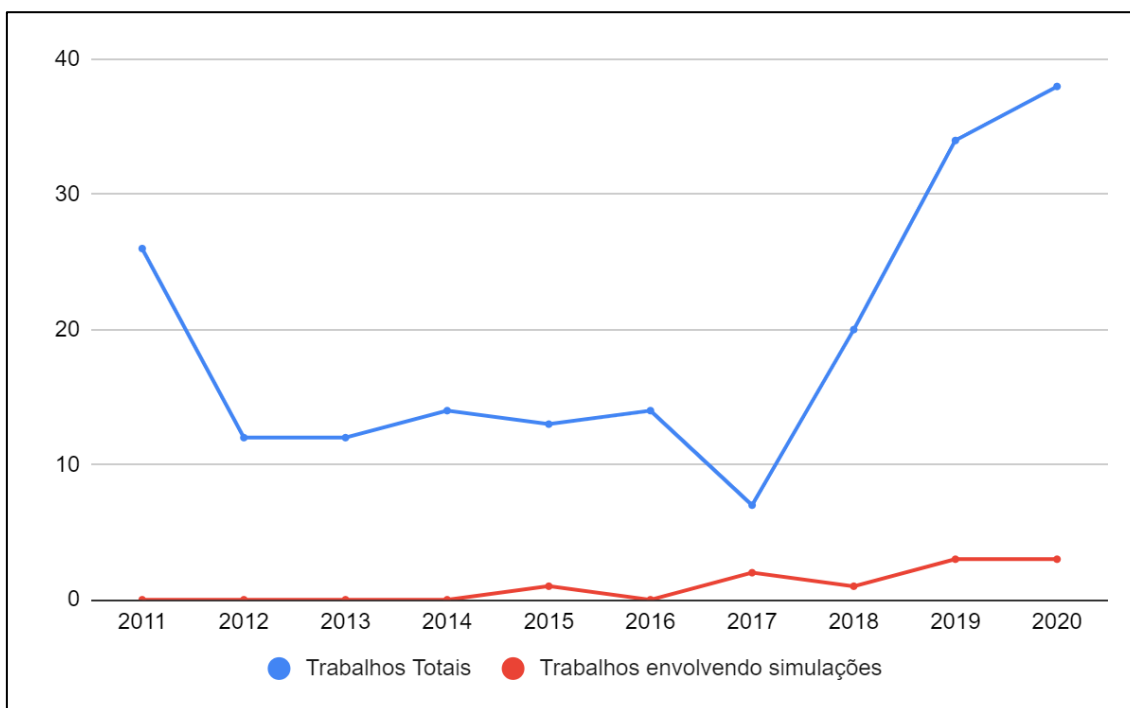
4.2 Distribuição anual de publicações envolvendo softwares

A distribuição de trabalhos publicados nas revistas pode ser evidenciada ao longo dos anos, como descrito nas figuras 1 e 2.

Figura 1: Distribuição de publicações por ano – QNEsc.

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

Na figura 1 se retrata o conjunto de trabalhos publicados voltados ao uso softwares de simulação na revista QNEsc. Conforme pode ser observado no gráfico, evidencia-se que há um pequeno aumento de publicações em 2015. Ainda assim, mesmo que tal aumento fosse significativo, 3 trabalhos dentre os 65 publicados no ano são sobre o uso de simulações no ensino. Entretanto, a partir do ano de 2016, verifica-se queda de trabalhos publicados, que se estende aos anos posteriores. É interessante destacar aqui essa queda de trabalhos frente à situação política do país, onde inúmeros cortes estavam sendo feitos no âmbito educacional, os quais faziam que publicações deixassem de ser custeadas pelas agencias de fomento a pesquisa. É interessante também pontuar que por volta desse ano foi criada a SBENQ (Sociedade Brasileira de Ensino em Química), devido ao rompimento desse viés de pesquisa com a SBQ (Sociedade Brasileira de Química). Mesmo assim, somando-se os trabalhos publicados que utilizam softwares no ensino nos anos de 2015, 2016 e 2017 os mesmos correspondem majoritariamente à quantidade artigos envolvendo o tema desde a criação da revista.

Figura 2: Distribuição de publicações por ano – ENCITEC.

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

Na figura 2 destaca-se a progressão anual de trabalhos publicados voltados ao uso softwares de simulação, porém agora na revista ENCITEC. Conforme pode ser observado no gráfico, no mesmo período de 2015 destacado anteriormente, três trabalhos envolvendo o uso de softwares são publicados. Porém, contrapondo a ideia da revista anterior, a média geral de trabalhos envolvendo o tema simulações aumenta entre os anos de 2015 e 2020. Nesse intervalo de 5 anos destaca-se a presença de trabalhos com a temática simulação, onde 10 desses trabalhos foram publicados frente aos 126 outros trabalhos totais.

Observa-se que há uma tendência de crescimento desse tipo de publicações na revista ENCITEC quando comparada a QNEsc. Uma possível hipótese para essa diferença diz respeito ao nível de abrangência das revistas, sendo que a ENCITEC engloba as áreas de biologia, física e química. Outra possível explicação é que a ENCITEC é um periódico especializado em Tecnologias no Ensino, ou seja, é de se esperar maior número de trabalhos envolvendo essa temática quando comparada à QNEsc. Com o advento da pandemia, acreditamos na tendência de crescimento de publicações envolvendo o uso de simuladores em ambas as revistas a partir do ano de 2021.

Novamente, é preciso destacar que dentre os trabalhos levantados na revista ENCITEC, quatro são de áreas correlatas ao ensino de ciências. Inicialmente, foi indagado se esses trabalhos eram relevantes para o atual trabalho, porém, conclui-se que sim, uma vez que uma das premissas da pesquisa se dava a partir do levantamento de todos os trabalhos que utilizavam simulação como estratégia didática em ambas as revistas.

Ao se analisar os simuladores destacados nos trabalhos e a base de simuladores nota-se que, em alguns trabalhos, foram utilizados simuladores já citados em outros trabalhos de química. Os demais não citados muitas vezes podem ser correlacionados em estratégias de ensino que contemplem disciplinas da química. Pode-se afirmar isso também pela própria descrição dos softwares, sendo exemplificado no artigo de Brasileiro e Matias (2019) “Simulações computacionais no ensino de química: estudando as micro-ondas”, onde um software indicado para trabalhar física foi utilizado na química. Com isso, até mesmo trabalhos interdisciplinares podem ser desenvolvidos através de olhares diferentes utilizado como base no mesmo simulador.

4.3 Conceitos/temas abordados nos trabalhos

O termo simulação não se define exclusivamente em razão ao vínculo de representações e uma estratégia lúdica, como discorrido anteriormente. As simulações podem abordar infinitos temas, sendo importante evidenciar as abordagens de temas e conceitos que mais aparecem nos artigos neste trabalho.

Nessa categoria, procurou-se identificar temas mais recorrentes. Foram encontrados quatro trabalhos que faziam referência a atomística; trabalhos pontuais (apenas um) que discorriam sobre titulação, cromatografia, forças intermoleculares, micro-ondas; e os demais (onze) intitulados como outros trabalhos. É necessário apontar que há 11 trabalhos levantados que não se encaixam em temas, uma vez que não foram identificados conteúdos diretamente relacionados à química e/ou por se tratarem, em alguns casos, de trabalhos que apresentam reflexões teóricas ou até mesmo indicações de softwares.

Observa-se que há maior concentração de trabalhos que relatam o uso de softwares para abordar atomística frente a outros temas. Os trabalhos de atomística são os mais representativos, justificados pela junção de uma atividade visual e lúdica que visa

contornar a ausência de experimentos e observações simples que poderiam ser feitas em sala de aula, conforme discutido nos trabalhos.

Dessa forma, o aluno pode ser instigado a descobrir qual dos modelos apresentados fornece resultados compatíveis aos observados experimentalmente. Com base nessa atividade, é possível discutir as limitações de cada modelo e justificar a necessidade histórica de substituí-los ou modificá-los, de maneira a possibilitar as explicações científicas dos diversos fenômenos observados. Esse tipo de abordagem pode favorecer o entendimento sobre a construção de modelos científicos (SILVA et al. 2015, p. 110).

Outros trabalhos defendem o uso das simulações pelo seu caráter flexível e facilitador em sala de aula. Segundo Giordan (2015) abordagens investigativas, sejam elas simulações ou atividades experimentais, podem contribuir para que os estudantes construam e organizem as suas ideias, justificando assim a presença maior de trabalhos no âmbito da atomística. Tal aspecto pode ser notado frente a afirmação de SILVA et al. (2020), que justifica o uso do software Avogadro.

[...] foi obtido um avanço expressivo dos participantes, do início ao fim da atividade experimental realizada com eles. Atribuindo-se isso ao uso da ferramenta Avogadro®, na qual os participantes tiveram acesso à visualização de todas as principais representações gráficas mais próxima do que de fato são os átomos e as moléculas, tendo como base os conhecimentos científicos atuais (SILVA et al., 2020).

É necessário destacar também que dentre os trabalhos caracterizados como “outros”, dois deles são revisões bibliográficas sobre atividades de TICs e simulação. O trabalho publicado por Giordan (2015) teve como objetivo analisar publicações relacionadas ao uso de TICs, refletindo também sobre o uso de simulações no ensino, analisando publicações na revista QNESC que contemplavam um período de 9 anos. Outro trabalho, publicado por Machado (2016), consistiu na revisão de 30 artigos pontuados pelo autor, esperando-se compreender o uso de software como ferramenta favorecedora da aprendizagem de conteúdo. Outros quatro trabalhos, Neto et al. (2019), Moreno e Heidelmann (2017), Meleiro e Giordan (1999) e Machado e Scheffer (2012) podem ser classificados como reflexões teóricas sobre o tema. Nota-se então a semelhança entre o atual trabalho e os demais (seis últimos citados), os quais expõem e justificam o estudo de simulações vinculando-os à necessidade de fazer uso de ferramentas tecnológicas para promover a pesquisa científica e favorecer o processo de ensino e aprendizagem de química na educação básica.

À guisa de fechamento deste tópico, conclui-se que atomística é o assunto mais recorrente nos trabalhos, sendo esses trabalhos expressivos tanto quanto trabalhos que envolvem reflexões sobre TICs e simulações. De comum acordo, os trabalhos são redigidos de forma a fomentar as simulações como ferramentas não somente lúdicas, mas uma ferramenta capaz de possibilitar trabalhos investigativos.

4.4 Softwares utilizados e público-alvo

Como característica importante da revisão proposta neste trabalho, apresentamos no quadro 3 os softwares utilizados nos textos selecionados, bem como o público-alvo.

Quadro 3: Simuladores utilizados/indicados e público-alvo dos trabalhos.

Artigo	Público-alvo	Simulador	Link do Simulador
Software de simulação no ensino de atomística: Experiências computacionais para evidenciar Micromundos	9º ano do ensino fundamental	Rutherford Scattering	https://phet.colorado.edu/en/simulation/rutherford-scattering
Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química	Revisão Bibliográfica	-	-
Recursos instrucionais Inovadores para o Ensino de química	Reflexão teórica	-	https://www.educaplay.com https://objetoseducacionais2.mec.gov.br https://phet.colorado.edu
Carbópolis, um software para educação química	Professor de Química	Carbópolis	http://www.iq.ufrgs.br/aeq/carbop.htm
Titulando 2004: Um software para o Ensino de química	2º ano do ensino médio	Titulando 2004	https://modelscience.com/software.html
Modelos para o átomo: Atividade com a	1º ano do ensino médio	Balões e eletricidade estática	http://phet.colorado.edu/pt/simulation/balloons

Utilização de recursos Multimídia		Espalhamento de Rutherford The Bohr model	http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17906
Ensino de modelos para o átomo por meio de recursos Multimídia em uma abordagem investigativa	Professor de Química	Balões e eletricidade estática Simulação Rutherford's experiment Modelos do átomo de hidrogênio Modelos do átomo de hidrogênio	http://phet.colorado.edu/pt/simulation/balloon http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/essentialchemistry/flash/ruther14.swf http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=16657 http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=16657
Análise e reflexões sobre os artigos de educação em química e multimídias publicados entre 2005 e 2014	Revisão bibliográfica	Titulando 2004 Rutherford Scattering.	https://modelscience.com/software.html https://phet.colorado.edu/en/simulation/rutherford-scattering
Hipermídia no Ensino de Modelos atômicos	Reflexão teórica	-	-
Professor em Formação e as Tecnologias informáticas	Reflexão teórica	-	-
As tecnologias da informação e da Comunicação para o ensino de ciências: percepções, desafios e	Reflexão teórica	-	-

possibilidades para o ensino de ciências			
A influência de uma simulação computacional no aprendizado de Força de Lorentz	Graduandos em Física (Disciplina Física Eletromagnetismo)	Easy Java Simulation	https://fem.um.es/Ejs/
Elaboração de holograma para o ensino de Geometria molecular	Professor de Química	Avogadro	https://avogadro.cc
Uso de software Avogadro no ensino de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)	Graduandos em Química (Disciplina Analítica III)	Avogadro	https://avogadro.cc
Aplicação de uma sequência didática para o estudo de forças intermoleculares com uso de simulação computacional	2º ano do ensino médio	Ligações Intermoleculares	http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium/pt/ligintermol/index.html
Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos de Biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica	1º ano do ensino médio	Expressão genética - Fundamentos	https://phet.colorado.edu/en/simulation/gene-expression-basics
Atividades computacionais e experimentais para o estudo da indução eletromagnética com alunos do ensino médio	3º ano do ensino médio	Software Faraday's Electromagnetic Lab	https://phet.colorado.edu/pt_BR/
Simulações computacionais e mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa do conceito de energia	Curso técnico de informática integrado ao ensino médio	Formas de Energia e Transformações/Sistemas de Energia; Gerador; Energia na pista de skate; Lei de Hooke;	https://phet.colorado.edu/pt_BR/

		Massas e Molas; Parque energético para skatistas)	
Simulações computacionais no ensino de química: estudando as micro-ondas	2° e 3° ano do ensino médio	Micro-ondas	http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/microwaves
Simulação computacional no ensino de química: o uso do programa Avogadro como ferramenta auxiliar no ensino de ligações químicas	Graduandos em Química (Disciplinas de Físico-química I e II)	Avogadro	https://avogadro.cc

FONTE: Elaborado pelo autor (2021)

Com relação ao público-alvo, a maioria dos trabalhos publicados (6) contemplam o nível médio de escolarização. Tal característica pode ser inferida pela maior fração de trabalhos publicados serem destinados a esse nível de educação, ou seja, pela presença da disciplina química no ensino médio. Também se verificou alguns trabalhos voltados para o ensino superior (3), ensino fundamental (1), ensino técnico (1) e material de apoio para o professor (3). Finalmente, foram encontrados trabalhos de revisão bibliográfica (2) e reflexão teórica (4), como já citado anteriormente.

Outro ponto interessante a ser destacado, que pode ser extraído dos trabalhos, é referente ao emprego de cada software. A seguir será descrito brevemente a intenção de cada software, justificado pelos próprios autores dos artigos descrevendo suas conclusões, potencialidades ou até mesmo limites sobre o uso dos simuladores.

- **Rutherford Scattering:** programa que simula o famoso experimento de espalhamento de partícula alfa que auxiliou Rutherford a propor um novo modelo atômico;

Como recurso, o aplicativo possibilita a escolha e visualização dos modelos de Thomson e Rutherford-Bohr, análise do comportamento atômico quando submetido ao bombardeamento com partículas alfa, verificação da trajetória das partículas, alteração em variáveis como a energia de interação, além do controle do número de prótons e nêutrons. Diante do software, o aluno pode modificar variáveis independentes e analisar o comportamento das demais. Em suma, Rutherford Scattering se caracteriza como um recurso que pode contribuir para o de-

envolvimento de habilidades investigativas como realização de observações, questionamentos, avaliação criteriosa da informação, previsão, coleta, análise e interpretação de dados, fazendo com que os alunos se envolvam num processo ativo de construção do conhecimento (Oliveira et al. 2013, p. 148).

- **Carbópolis:** propicia um espaço para o debate de uma das questões relacionadas à poluição ambiental.

Carbópolis utiliza uma abordagem lúdica para a criação e para a descrição do contexto do problema que é apresentado ao estudante. [...] O estudante, para resolver o que lhe é proposto, pode atribuir hipóteses para a causa do problema e propor uma solução, ou seja, instalar um dos equipamentos antipoluentes disponíveis. Nesse sentido, para que ele possa verificar se sua hipótese realmente é a causa do problema, ele poderá recorrer aos instrumentos de controle de poluição utilizados para a hipótese correspondente, voltar a coletar e analisar amostras e evidenciar se houve a melhora da qualidade do ar e da água da chuva (EICHLER, DEL PINO, 2000, p.12).

- **Titulando 2004:** Por meio da titulação o professor pode configurar o experimento a ser realizado pelo aluno selecionando: o tipo de titulação, o titulando e o titulado, suas concentrações e a velocidade de titulação.

Em todas as turmas constatou-se grande interesse e participação dos alunos nas aulas. [...] O software educativo titulando 2004 demonstrou ser um recurso didático importante para o professor. Além de uma simulação satisfatória de titulação, tem-se a possibilidade de relacionar as tecnologias de informática com o experimento tradicional de titulação (SOUZA et al., 2005, p. 37).

- **Balões e eletricidade estática:** simulador de eletricidade estática.

Balões e eletricidade estática foi uma alternativa aos experimentos tradicionais de eletricidade estática, que nem sempre funcionam adequadamente. Essa simulação também permite a visualização das cargas, o que é muito proveitoso para facilitar o entendimento do aluno sobre o fenômeno observado (SILVA et al., 2016, p. 144).

- **The Bohr Model:** Essa simulação representa átomos de hidrogênio segundo as ideias de Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, De Broglie e Schroedinger; e também as previsões para o comportamento do átomo quando for irradiado com luz visível ou ultravioleta.

Ela exibe uma representação para o átomo de hidrogênio, na qual o núcleo é uma pequena esfera vermelha que corresponde a seu único próton, e as órbitas estacionárias, propostas por Bohr, são círculos pontilhados em torno desse núcleo. Nessas órbitas, um elétron (esfera pequena azul) está girando e pode mover-se entre elas, representando as transições eletrônicas. Por interagir com essa simulação, o aluno poderá compreender a quantização da energia proposta por Bohr e os

quesitos necessários para a ocorrência das transições (SILVA et al., 2015, p. 110).

- **Modelos do átomo de hidrogênio:** Essa simulação representa átomos de hidrogênio segundo as ideias de Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, De Broglie e Schroedinger, bem como as previsões para o comportamento do átomo quando for irradiado com luz visível ou ultravioleta.

[...] projetamos a simulação, enquanto o estagiário 1 fazia as perguntas aos estudantes. Isso colaborou para que eles percebessem como ocorre a emissão atômica no modelo de Bohr, o que foi corroborado pelas respostas aos questionários de avaliação. [...] A simulação dos Modelos do átomo de hidrogênio foi escolhida por sete alunos como a atividade mais útil para o seu aprendizado (SILVA et al., 2015, p. 146).

- **Avogadro:** é um editor molecular projetado para utilização multiplataforma em Química computacional, Modelagem molecular, Bioinformática, Ciência dos materiais e áreas afins.

De acordo com os resultados obtidos nos questionários e formulários, é percebido alguns obstáculos que ainda surgem para uma formação adequada de professores de química, como o uso de métodos e ferramentas capazes de abordar, em sala, a complexidade dos conhecimentos mais atuais. [...] De modo geral, foi obtido um avanço expressivo dos participantes, do início ao fim da atividade experimental realizada com eles. Atribuindo-se isso ao uso da ferramenta Avogadro®, na qual os participantes tiveram acesso à visualização de todas as principais representações gráficas mais próxima do que de fato são os átomos e as moléculas, tendo como base os conhecimentos científicos atuais (SILVA et al., 2020, p. 256-260).

- **Ligações Intermoleculares:** Software de simulação de ligações que correlaciona situações cotidianas.

Consideramos que a inserção do recurso multimídia favoreceu a elaboração de conceitos sobre ligações intermoleculares para a maioria dos alunos, pois os resultados ao dialogarem com os referenciais teóricos [...]. No entanto, o recurso não se mostrou eficaz para todos os alunos pois alguns afirmaram que o recurso não alterou a percepção ou compreensão sobre os conceitos. Por isso, a diversidade de instrumentos de ensino e de abordagens de um mesmo conceito é fundamental para se buscar atingir o maior número de indivíduos possível (AYRES, ARROIO, 2015, p. 175)

- **Micro-ondas:** Descrever a matéria em termos de movimento molecular. A descrição deve incluir diagramas de apoio à descrição e como a temperatura afeta a imagem.

As simulações são baseadas em modelos de situações reais, porém são recursos limitados, embora não necessariamente incorretos. No caso da

simulação MICROONDAS, utilizada neste trabalho, podem ser apontadas algumas limitações, por exemplo, o termômetro não apresenta escala numérica, portanto possibilita apenas uma análise qualitativa da temperatura; o tamanho das moléculas de água é desproporcional ao dos demais objetos disponíveis na tela. Essas limitações não invalidam o uso do recurso, porém é fundamental que o professor esteja atento a esses aspectos, explicitando-os aos estudantes a fim de evitar interpretações equivocadas do recurso e concepções alternativas sobre o fenômeno estudado (BRASILERO, MATIAS, 2019, p. 220).

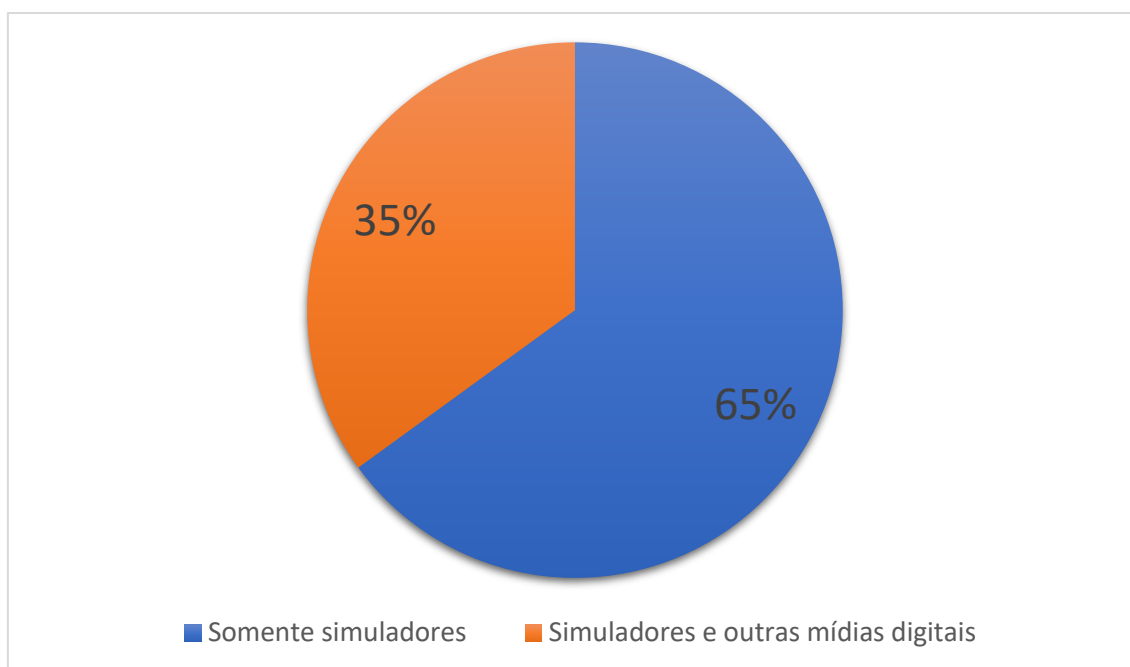
Nota-se que o emprego dos softwares se dá de forma ampla e de acordo com a necessidade do docente. Os autores destacam pontos fortes e fracos no uso de softwares no ensino, possibilitando assim uma reflexão ao se olhar tal tema como uma possível ferramenta de ensino. Outro ponto importante a ser destacado refere-se ao uso dos simuladores, os quais são empregados muitas vezes em trabalhos com temas diferentes. Atribui-se isso ao espectro que os próprios softwares são projetados (uma vez que tentam cobrir de forma mais ampla vários conceitos) quanto à criatividade do docente.

4.5 Simulador como estratégia didática no ensino e outras ferramentas articuladas

O grande número de trabalhos publicados nos portais mostra a preocupação com a formação integral dos alunos, tanto os de nível médio quanto de nível superior. De acordo com os dados apresentados ao longo dos resultados, notou-se a presença de trabalhos sobre reflexão teórica, revisão bibliográfica, de construção de material de apoio voltado ao professor e uma parcela de trabalhos voltados a utilização de simuladores como estratégia didática. Conforme destacado na metodologia, optamos por apresentar uma discussão a parte sobre esses últimos trabalhos, bem como sobre a articulação de outras estratégias didáticas ao uso de simulações.

Na figura 3, são apresentados o percentual de trabalhos envolvendo softwares e outras multimídias frente a trabalhos que discorrem apenas sobre o uso de simuladores.

Figura 3: Distribuição percentual de trabalhos publicados sobre multimídia *versus* trabalhos que discorrem apenas sobre uso de simuladores.



FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

Há uma porção expressiva de trabalhos que utilizam outras TICs atrelados ao uso de simulações, como pode ser visto pela figura 3. Nesses trabalhos as simulações apresentam igual peso dentre outras tecnologias e neles são destacados o uso de vídeos e animações ou outras tecnologias. Em geral, os simuladores são selecionados tendo critérios, priorizando sua facilidade de manuseio e ampla aceitação por estudantes e professores (interface intuitiva e acesso simples, por exemplo), e outras atividades são inferidas de acordo com a necessidade no tema trabalhado. Essa inserção é justificada por Silva et al. (2016) durante a conclusão de seu trabalho.

Acreditamos que a utilização de abordagens investigativas, seja na simulação (Giordan, 2008) ou em atividades experimentais, pode contribuir para que os estudantes construam e organizem as suas ideias sobre a constituição da matéria quando o professor contempla as formas de abordagem e focos conceituais como apresenta Mortimer et al. (2000). Esperamos, ao relatar neste trabalho uma proposta de ensino para modelos atômicos diferenciada, que estimule o desenvolvimento de habilidades críticas por meio da perspectiva histórica da visão científica sobre o tema e o ensino de química seja enriquecido. Isso se torna possível à medida que os professores fazem uso de ferramentas metodológicas diversificadas em suas aulas (SILVA et al., 2016, p. 148).

Há um consenso entre os trabalhos apresentados a respeito do uso de TICs que pode ser extrapolado ao uso das simulações, sobre a importância do planejamento e cuidado

com o uso dessas ferramentas em práticas educativas, principalmente em relação à aprendizagem.

Simplesmente inserir recursos tecnológicos não significa aprendizagem, é preciso qualidade na sua utilização e essa qualidade vai depender de como as propostas são interpretadas pela escola e pelos professores. Ainda não implica necessariamente novas práticas pedagógicas, pois se corre o risco da simples troca do quadro-negro para a lousa digital (MACHADO, SCHEFFER. 2012, p. 10).

Pode-se descrever várias maneiras de se trabalhar através de metodologias mais amplas no ensino. De forma geral, planejar uma sequência de ensino articulando questões, temáticas e ferramentas pode facilitar em um processo mais rico de aprendizagem. Trabalhos como o de Oliveira et. al. (2013) destacam pontos positivos do uso de simuladores.

Em linhas gerais, a estratégia proporcionou uma abordagem dinâmica e interativa do conteúdo. Os alunos participaram ativamente e se sentiram motivados. Inicialmente, eles relataram que nunca haviam realizado uma atividade experimental e se mostraram confusos, mas, aos poucos, a sensação inicial de ansiedade foi sendo substituída pela necessidade da descoberta (OLIVEIRA et al. 2013, p. 149).

É de comum acordo entre os trabalhos que a utilização de várias ferramentas pedagógicas no planejamento do ensino pode colaborar no processo formativo dos alunos. Essa quantidade de trabalhos (35%) decorrentes da junção de outras TICs à simulação foi destacada frente ao caráter prévio esperado na pesquisa, quando se fazia referência a um trabalho que utilizasse de simulação. Entende-se que a simulação é um ramo das TICs é comum utilizar-se de vídeos e outros aparatos tecnológicos ao se trabalhar com a tecnologia. O computador como tecnologia se torna em sala de aula uma ótima ferramenta de informação, possibilitando a junção de infinitas ferramentas pedagógicas, justificando assim trabalhos que utilizassem outras multimídias junto às simulações.

4.6 Referenciais mais citados nos trabalhos

A última categoria diz respeito aos autores mais citados nos artigos analisados, conforme apresentado no quadro 4.

Quadro 4: Autores mais citados nos trabalhos.

Autores	Nº de trabalhos em que o autor foi citado
MOREIRA, M. A.	7
MORTIMER, E.F.	6
EICHLER, M.	5
GIORDAN, M.	5
SOUZA, M. P.	4

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

Com o intuito de apresentar informações mais detalhadas a respeito de cada autor, acessamos os respectivos currículos Lattes⁴ para levantamento de alguns aspectos relevantes.

O autor mais citado é Marco Antônio Moreira, Licenciado em Física (1965), Mestre em Física (1972) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/Brasil e Doutor em Ensino de Ciências (1977) pela Cornell University/USA. Suas áreas de interesse são o ensino de ciências e a pesquisa em ensino de ciências, particularmente física. Dedicou-se também a teorias de aprendizagem, especialmente a da aprendizagem significativa. Além disso, atua em filosofia da ciência, metodologia da pesquisa em educação e metodologia do ensino superior.

Eduardo Fleury Mortimer possui bacharelado e licenciatura em química pela UFMG, em 1980. Mestre pela mesma universidade em 1988 e doutor pela USP, em 1994, consolidou sua carreira ao publicar inúmeros trabalhos na área de ensino de química, tornando-se referência na elaboração de conceitos científicos e o uso da linguagem em sala de aula de química e outras ciências. Destaca-se uma das suas maiores contribuições para o campo do ensino médio o livro “Química”, publicado pela editora Scipione em parceria com Andrea Horta Machado.

Marcelo Eichler, possui Licenciatura em Química (1997), mestrado em Psicologia (2000) e doutorado em Psicologia do Desenvolvimento (2004), obtendo todos os títulos na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As suas atividades de pesquisa e de inovação estão relacionadas com a disseminação das tecnologias de informação e comunicação na educação científica e tecnológica.

⁴ <http://lattes.cnpq.br/>

Já Marcelo Giordan Santos é professor da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, atuando no ensino de graduação e pós-graduação. Pesquisador nas áreas de Educação em Ciências e Tecnologias Educativas concluiu seu pós-doutorado pelo Centre for Language and Communication da Faculty of Education and Language Studies da Open University (UK).

Marcelo Pinheiro de Souza possui mestrado em Engenharia Química pela COPPE - UFRJ (1997), graduação em Engenharia Química pela UERJ (1991), graduação em Licenciatura em Química pela UERJ (1994) e graduação em Bacharelado em Informática pela UERJ (2003). Atua na área de Educação, com ênfase em Tecnologia Educacional, ensino de Química, Informática no ensino de Química, desenvolvimento de software educacional.

Destaca-se aqui também que outros autores foram citados nos trabalhos, porém, aparecendo na maioria das vezes em um ou dois trabalhos, o que utilizamos como critério de exclusão para a elaboração do quadro 4. Dessa maneira, nota-se que os autores citados acima são expressivos na quantidade total de trabalhos analisados (20) e possuem atuação na área de ensino de ciências e TICs.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual trabalho teve como objetivo analisar publicações relacionadas ao uso de simulação presente em duas revistas – uma de ensino de química e outra voltada ao ensino de ciências especializada no uso de tecnologias. Observou-se pequeno número de publicações envolvendo o uso de software no ensino quando comparados às publicações totais de cada revista. Porém, é necessário destacar um marco nas publicações a partir de 2020. Espera-se que o uso recorrente das TICs no período remoto de ensino instigue um número maior de publicações, podendo implicar em crescimento nos próximos anos.

Ao analisar os trabalhos percebe-se que o uso mais recorrente das simulações se dá como ferramenta pedagógica para se trabalhar atomística. Outro aspecto a ser notado é a presença expressiva de trabalhos que se propõem a discutir o uso da ferramenta, sendo em reflexões teóricas ou até mesmo durante a elaboração de algum software ou material para o professor.

Percebe-se, também, uma grande quantidade de trabalhos destinados ao ensino médio, o que é um resultado esperado, considerando o contexto de maior proximidade dos estudantes com a química.

Por fim, os principais autores citados foram MOREIRA, M. A.; MORTIMER, E.F.; EICHLER, M.; GIORDAN, M.; e SOUZA, M. P. É necessário questionar o fato que um dos dois autores mais citados não ser diretamente ligados ao ensino de química, como MOREIRA (bastante citado por trazer a discussão de aprendizagens significativas no escopo dos textos); e o fato de MORTIMER ser citado em trabalhos de TICs pode ser explicado, por exemplo, pelo fato deste pesquisador abordar questões de ensino e aprendizagem de conceitos químicos/científicos, possuindo relação direta com trabalhos que se propõem a avaliar as contribuições do uso de simuladores para a aprendizagem.

Em tempo, é importante destacar outros pontos observados no presente trabalho. Pontuamos que o uso de simuladores pode favorecer o desenvolvimento de diversas habilidades pelos estudantes, as quais variam com o uso de determinado simulador, juntamente com a perspectiva de ensino adotado pelos professores. As simulações são alternativas interessantes para se trabalhar determinados conteúdos em sala de aula, e seu uso dependerá da criatividade e planejamento do docente.

O presente trabalho permitiu levantar uma gama de simuladores voltados ao ensino de química e de ciências. Foram levantados nove simuladores que abordam experimentos de atomística, simuladores ambientais, titulações, editor de moléculas, e até mesmo simuladores que relacionam ligações químicas a situações cotidianas. Em suma, o uso de simuladores tem potencial para auxiliar o professor no ensino, o que para minha formação contribuiu sobre uma nova ótica ao uso dessa tecnologia em sala de aula.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. B.; LIMA, J. O. G. Elaboração de Holograma para o ensino de geometria molecular. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Vol. 10, n. 1., p. 73-87, jan./abr. 2020.
- AYRES, C.; ARROIO, A. Aplicação de uma sequência didática para o estudo de forças intermoleculares com uso de simulação computacional. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Vol.10, n. 2, 2015.
- BRASIL. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2).
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, MEC, 2017.
- BRUZZI, Demerval Guilarducci. Uso da tecnologia na educação, da história à realidade atual. **Revista Polyphonia**, v. 27, n. 1, p. 475-483, 2016.
- BRASILEIRO, L. B.; MATIAS, J. C. Simulações computacionais no ensino de química: estudando as microondas. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 14, n. 2, 2019.
- CALOMENO, C. Simuladores Educacionais: Definições e apropriação como objetos de aprendizagem. **Educação Gráfica**, v.21, n. 01, abril de 2017.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química. **Química Nova na Escola**, vol. 22, n. 2, 2000.
- COSTA, Mônica Teixeira; TAVARES, Tatiane Teixeira. O USO DE SIMULADORES DE INTERNET PARA O ENSINO DE QUÍMICA. **Mediação**, ano IV, n. 09 – 2019.
- DIAS, V. S.; ARAÚJO, C. G. S.; ARAÚJO, K. P. R.; ZAN, F. R. Tecnologias da informação e Comunicação (TICs) e a Inovação das Políticas Públicas Educacionais. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 90819-90837, nov. 2020.
- DOURADO, Irismar; SOUZA, Keith; CARBO, Leandro; MELLO, Geison; AZEVEDO, Lucy. Uso das TIC no Ensino de Ciências na Educação Básica: uma Experiência Didática. UNOPAR. 15. 357-365, 2014.
- EICHLER, M.; DEL PINO, J. Carbópolis, um Software para Educação Química. **Química Nova na Escola**, Nº 11, MAIO 2000.
- FIRMINO, E. S.; SAMPAIO, C. G.; NOJOSA, A. C. B.; GUERRA, M. H. F S.; SALDANHA, G. B.; VASCONCELOS, A. K. P.; BARROSO, M. C. S. Uso do software Avogadro no ensino de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). **Ensino de Ciências e tecnologia em Revista**, Vol. 10, n. 2., p. 67-77, mai./ago. 2020.
- GIL, Antônio Carlos. Como elaborar Projetos de Pesquisa. Editora Atlas S.A., São Paulo, 2002.

GIORDAN, M. Análise e Reflexões sobre os Artigos de Educação Em Química e Multimídia Publicados entre 2005 e 2014. **Química Nova na Escola**, Vol. 37, Nº Especial 2, p. 154-160, DEZEMBRO 2015.

GODOY, A. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GOMES, E. C.; FRANCO, X. L. S. O.; ROCHA, A, S. Uso de simuladores para Potencializar a Aprendizagem no ensino de física. EDUFT – Universidade Federal de Tocantins. Araguaína – TO, 2020.

GREGÓRIO, E. A.; OLIVEIRA, L. G.; MATOS, SANTER, A. Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, V. 11, n. 1, 2016.

LEAL, G. M.; SILVA, J. A.; SILVA, D. As Tics no Ensino de Química e suas Contribuições na Visão dos Alunos. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 1, p.3733-3741 jan. 2020.

LEITE, Bruno Silva. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, 2019.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Rev. katálysis**, Florianópolis, v. 10, n. spe, p. 37-45, 2007.

LIMA, J. D. F.; PINA, M. D. S.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. (2000). A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, 11(11), 26-29.

LOBO, Alex; MAIA, Luiz. (2015). O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior / Use of technologies of information and knowledge as teaching-learning tools in higher education. **Caderno de Geografia**, v.25, n. 44, 2015.

MACHADO, A. S. Uso de softwares Educacionais, objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, Vol. 38, Nº 2, p. 104-111, MAIO 2016.

MACHADO, C. A.; SCHEFFER, N. F. O professor em formação e as tecnologias informáticas. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Vol. 11 n. 4. jul./dez. 2012.

MELEIRO, A.; GIORDAN, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. **Química Nova na Escola**, Nº 10, NOVEMBRO 1999.

MORENO, E. L.; HEIDELMANN, S. P. Recursos Institucionais Inovadores para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, Vol. 39, Nº 1, p. 12-18, FEVEREIRO 2017.

NETO, J. C.; BLANCO, M. B.; ARAÚJO, R. N. As tecnológicas da informação e comunicação para o ensino de ciências: percepções, desafios e possibilidades para o contexto educacional. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Vol. 9, n.2. mai./ago. 2019.

NICARETTA, Giselle Marquette. O uso de mídias no ensino de ciências por investigação. **X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE**. Curitiba, novembro de 2011.

OLIVEIRA, Aline Borges et al. Comparação entre o Qualis/Capes e os índices H e G: o caso do portal de periódicos UFSC. **Informação & Informação**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 70 - 91, maio 2015.

OLIVEIRA, Saulo França; MELO, Noel Felix; SILVA, José Tatiano da Silva; VASCONCELOS, Elder Alpes. Software de simulação no ensino de atomística: Experiências computacionais para evidenciar Micromundos. **Química nova na escola**, Vol. 35, N° 3, p. 147-151, AGOSTO 2013.

OLIVEIRA, S. F.; MELO, N. F.; SILVA, J. T.; VASCONCELOS, E. A. Softwares de simulação no Ensino de Atomística: Experiências Computacionais para Evidenciar Micromundos. **Química Nova na Escola**, Vol. 35, N° 3, p. 147-151, AGOSTO 2013.

PIEPER, F. C. A influência de uma simulação Computacional no ensino e aprendizado da força de Lorentz. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Vol. 9, n. 1. jan./abr. 2019.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)** Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

RODRIGUES, J. J. V.; NEIDE, I. G. Atividades computacionais e experimentais para o estudo da indução eletromagnética com alunos do ensino médio. **Ensino de Ciências e tecnologia em Revista**, v. 12, n.8, 2017.

RODRIGUES, J. J. V.; QUARTIERI, M. T.; MARCHI, M. I.; DEL PINO, J. C. Simulações Computacionais no auxílio à Aprendizagem Significativa do conceito de energia. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v.13, n. 5, 2018.

SILVA, G. R.; MACHADO, A. H.; SILVEIRA, K. P. Modelos para o Átomo: Atividades com a Utilização de Recursos Multimídia. **Química Nova na Escola**, Vol. 37, N° 2, p. 106-111, MAIO 2015.

SILVA, J. R.; DIAS, R. P.; VASCONCELOS, F. C. G. C. Simulação computacional no ensino de química: o uso do programa AVOGADRO como ferramenta auxiliar no ensino de ligações química. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 15, n. 2, 2020.

SILVA, N. S.; FERREIRA, A. C.; SILVEIRA, K. P. Ensino de Modelos para o Átomo por Meio de Recursos Multimídia em Uma Abordagem Investigativa. **Química Nova na Escola**, Vol. 38, N° 2, p. 141-148, MAIO 2016.

SILVEIRA, Felipe Alves; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Investigação do uso do software educativo LABVIRT no Ensino de Química. **Revista Tecnologias na Educação** – Ano 9 – Número/Vol.23- Dezembro 2017.

SIMULADOR. In: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2021. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/simuladores/>. Acesso em: 04/05/2021.

SOARES, A. A.; MORAES, L. E. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 915-933, dez. 2015

SOUZA, M. P. S.; MERÇON, F.; SANTOS, N. RAPELLO, C.N.; AYRES, A. C. S. Titulando 2004: um Software para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, N° 22, NOVEMBRO 2005.

SOUZA, T. G.; FERREIRA, R. Q. Considerações Gerais sobre o Uso do Ambiente Virtual de Aprendizagem no Ensino de Química Analítica. **Rev. Virtual Quim.**, 2016, 8 (3), abril de 2016.

VALENTE, J. A (org.). Computadores e Conhecimento: repensando a educação. Campinas: **Gráfica da UNICAMP**, 2012.

WIEMAN, Carl E.; ADAMS Wendy K.; PERKINS, Katherine K. PhET: Simulations That Enhance Learning. **SCIENCE**, VOL 322. OCTOBER 2008.