



Elisângela Oliveira Santos



Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

oliveira.elisangela66@gmail.com

Ivanderson Pereira da Silva



Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

ivanderson@gmail.com

REVISÃO ACERCA DO TEMA SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE QUÍMICA (2008-2017)

RESUMO

Este estudo analisou a produção científica acerca do uso de simulações computacionais no ensino de Química. Objetivou mapear os trabalhos que têm esse foco em revistas nacionais da área do Ensino de Ciências, no período de 2008-2017. Foram considerados os periódicos avaliados pela Capes com estratos A1, A2 e B1. Como resultados, foram selecionadas 20 revistas. Nessas, foram verificados 4636 artigos e desses, 19 abordavam simulações computacionais no ensino de Química. Esse material foi categorizado de acordo com o tipo de estudos (se aplicado ou teórico); o nível de ensino nos quais as simulações foram utilizadas; os conceitos químicos mais utilizados e, por fim, os principais autores.

Palavras-chave: Simulações. Ensino de Química. Levantamento.

REVIEW ABOUT THE COMPUTER SIMULATIONS TOPIC IN CHEMISTRY TEACHING (2008-2017)

ABSTRACT

This study analyzed the scientific production about the use of computer simulations in chemistry teaching. It aimed to map the works that have this focus in national journals in the area of Science Education, in the period 2008-2017. The journals evaluated by Capes with strata A1, A2 and B1 were considered. As a result, 20 journals were selected. In these, 4636 articles were verified and of these, 19 addressed computer simulations in chemistry teaching. This material was categorized according to the type of studies (whether applied or theoretical); the level of education at which simulations were used; the most used chemical concepts and, finally, the main authors.

Keywords: Simulations. Chemistry teaching. Survey.

Submetido em: 03/09/2019

Aceito em: 06/02/2020

Publicado em: 22/06/2020



<http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12n27p841-855>



I INTRODUÇÃO

As simulações computacionais são recursos que podem auxiliar no desenvolvimento de propostas de ensino de Química (BENITE; BENITE; SILVA FILHO, 2011; MACHADO, 2016). Elas consistem em programas computacionais que proporcionam a visualização, a exploração e a experimentação. Desse modo, proporcionam aos sujeitos consultarem, investigarem e analisarem os fenômenos naturais existentes.

Diante dessa premissa, emergiu o seguinte problema de pesquisa: o que os pesquisadores na área de ensino de Química têm produzido acerca do uso pedagógico de simulações computacionais? Em face dessa questão, o objetivo central deste estudo foi mapear os trabalhos que enfocam a simulação computacional no ensino de Química, a partir de revistas científicas do campo do Ensino e Ciências.

Os resultados dessa investigação estão organizados nas seções subsequentes da seguinte forma: inicialmente discutimos acerca das potencialidades das simulações computacionais para o ensino de Química; em continuidade, detalhamos o percurso metodológico adotado para esse levantamento; em seguida, apresentamos os resultados do estudo e as discussões sobre as categorias emergentes da análise desse material levantado. Por fim, apresentamos algumas considerações a título de resposta ao problema de pesquisa, bem como apontamentos as lacunas teóricas evidenciadas.

2 AS POTENCIALIDADES DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Para Machado (2016), existem recursos tecnológicos conhecidos como tecnomídias, que atuam como ferramenta de apoio ao desenvolvimento das atividades humanas, aprimorando o processo de ensino e aprendizagem, visto que ampliam processos mentais superiores como percepção, atenção e memória. As tecnomídias são recursos tecnológicos que permitem manipular diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para construir conhecimentos.

Tendo em vista que um dos principais objetivos do ensino de Química é que os alunos compreendam os fenômenos naturais, em nível atômico e que esse processo implica a percepção de diferentes níveis de representação: macroscópico, microscópico e simbólico (JOHNSTONE, 1993), é possível considerar que tecnomídias como as simulações computacionais podem se constituir em importantes recursos para representação desses fenômenos (PAULLETI; RAMOS, 2017);

O uso de simulações pode favorecer o estudo de forças intermoleculares, a diferenciação de modelos e estruturas atômicas, dentre outros temas de Química. (AYRES; ARROIO, 2015). As simulações computacionais são recursos digitais que possibilitam a visualização gráfica de objetos teóricos ou de

comportamentos naturais, determinados por algoritmos matemáticos. Para Ribeiro e Grega (2003, p. 544),

[...] simulações computacionais são programas que contêm um modelo de um sistema ou processo. As simulações podem ser classificadas, de uma forma ampla, em conceituais ou operacionais. As primeiras apresentam princípios, conceitos e fatos relacionados ao(s) evento(s) simulado(s), como a simulação da estrutura de uma molécula, da mudança de temperatura de determinada substância ou da alteração da pressão exercida sobre alguma amostra.

Ao considerarmos esses aspectos, é possível afirmar que as simulações computacionais podem levar os sujeitos a uma melhor compreensão do mundo microscópico e macroscópico, a partir de modelos reconhecidos pela comunidade científica. De acordo com Morais e Paiva (1990, p. 104),

[...] tais recursos permitem manipular experiências de diversos tipos, nomeadamente experiências de realização complexa, morosas e até perigosas de serem reproduzidas em sala de aula. O aluno pode verificar a validade das suas hipóteses relativamente às situações que surgem no ambiente simulado, manipular variáveis e verificar alterações no comportamento do modelo perante uma variedade de condições.

Segundo Ribeiro; Grega (2003, p. 547), Tratam-se de “programas que, trazendo um modelo pronto subjacente que procura evitar a modelização errada, apresentam informações, passadas de maneira tutorial, através da interação do usuário com o computador”.

De acordo com Figueiredo e Paula (2017, p. 94), “nas simulações predominam as representações de entidades e processos que constituem os modelos científicos ou, em outras palavras, que pertencem aos mundos concebidos pela ciência”. Esses programas podem incluir animações, visualizações e interativas experiências laboratoriais (OLIVEIRA et. al., 2013).

A integração entre laboratórios de química e de informática é, sem dúvida, uma possibilidade para potencializar experiências de ensino e de aprendizagem inovadoras. (GIORDAN, 2015). No entanto, é fundamental que não se perca de vista que tais recursos não são neutros. Como produtos humanos carregam em si mesmas concepções de ciência, de ensino e de aprendizagem; podem conter erros; são passíveis de adaptações e podem ser inseridas em múltiplas abordagens didáticas. (ROSA; BORBA, 2004).

As simulações computacionais podem ser multimodais e incluir sons, imagens, cores, animações, vídeos, hiperlinks, e demais recursos multimídia. A combinação de diferentes mídias num mesmo recurso favorece a abertura de um leque amplo de possibilidades de ensino e de aprendizagem (LARA; SOUSA, 2009).

O uso desse material pode auxiliar o aluno em momentos de estudo individual, apoiar o professor em práticas de ensino na demonstração de conceitos, ou mesmo favorecer momentos de experimentação digital no laboratório de informática. Logo, Giordan (1999, p.09) acredita que “as simulações computacionais podem ser orquestradamente articuladas com atividades de ensino, sendo, portanto mais um instrumento de mediação entre o sujeito, seu mundo e o conhecimento científico”.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma investigação de natureza quantitativa (SAMPIERI, COLLADO, LÚCIO, 2013), do tipo pesquisa de levantamento, cujo enfoque analítico consiste na estatística descritiva, mais especificamente no cálculo da “moda”, como medida de tendência central. (SILVA; MERCADO, 2015; NUNES; SILVA; MERCADO, 2016, SILVA, I, P.; SILVA, A. T., 2017, SILVA; MERCADO, 2019).

Para esse mapeamento, inicialmente, foi realizada uma seleção de revistas nacionais, avaliadas na área de Ensino que tinham como foco a divulgação de Estudos do campo do Ensino de Ciências (Química, Física, Biologia e afins). A base a partir da qual essas revistas foram selecionadas foi o WebQualis, Plataforma Sucupira, da Capes (<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>).

Para delimitação do corpus de dados, foram considerados os periódicos listados na avaliação quadrienal 2013-2016 e que obtiveram estratos A1, A2 e B1 na área de Ensino. Compõem o universo dessa pesquisa, 710 periódicos avaliados com estratos A1, A2 e B1. Desses, foram selecionadas 20 revistas nacionais que tinham como foco a divulgação de estudos do campo do Ensino de Ciências. Os critérios para seleção foram: a) o periódico a ser editado por uma instituição brasileira; b) na descrição do escopo da revista estar explícito que esse periódico tem como objetivo divulgar estudos que enfoquem pesquisas/relatos de experiência sobre o Ensino de Ciências (Química, Física, Biologia e afins).

Após a seleção das revistas, foi consultado cada um dos números publicados por elas. Nesse momento, foi realizada uma busca por estudos que tivessem como foco o uso de simulações computacionais no ensino de Química. Foram verificados os títulos e, quando suscitada a dúvida, o resumo do artigo.

Nas 20 revistas foram encontrados 4636 estudos. Desses, 19 abordavam simulações computacionais no ensino de Química e haviam sido publicados no período 2008-2017. Para o levantamento desse material, inicialmente foram observados os títulos dos trabalhos. Quando os títulos suscitavam dúvidas, eram investigados seus resumos.

Ao selecionar os 19 artigos, esse material foi lido na íntegra e organizado nas seguintes categorias: classificação dos trabalhos em estudos teóricos e pesquisas de campo; distribuição de frequência por revista; distribuição temporal dos artigos levantados; nível de ensino no qual as pesquisas de campo desenvolveram as práticas com o uso de simulações computacionais; os conceitos químicos mais recorrentes no uso de simulações computacionais; os autores mais frequentes nesse tipo de estudo.

Tais categorias já estão presentes em pesquisas de levantamento dessa natureza tais como Silva e Mercado (2015); Nunes, Silva e Mercado (2016); Silva, I, P.; Silva, A. T. (2017) e Silva e Mercado (2019). Os resultados desse inventário estão organizados nas próximas seções.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das 20 revistas selecionadas, duas estavam classificadas com estrato A1; oito com estrato A2; e dez com estrato B1. A descrição das revistas e a distribuição de frequência dos 19 artigos levantados podem ser visualizadas a partir da tabela 1.

Tabela 1 - Artigos levantados no período (2008-2017)

Nome da Revista	ISSN	Instituição que Edita a Revista	Qualis (Ensino)	Artigos publicados	Artigos encontrados
Ciência e Educação	1980-850X	Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita (UNESP)	A1	543	1
Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências	1983-2117	Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais (CECIMIG)	A1	257	0
ARETÉ- Revista Amazônica de Ensino de Ciências	1984-7505	Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas (UEA)	A2	330	3
Investigações em Ensino de Ciências	1518-8795	Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IUF/UFRGS)	A2	296	0
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência	1984-2686	Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC)	A2	302	2
Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática	2178-7727	Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)	A2	348	1
Alexandria	1982-5153	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	A2	273	0
Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	2317-5125	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI) da Universidade Federal do Pará (UFPA)	A2	145	0
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	1982-873X	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (PPGECT/UTFPR)	A2	313	0
Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RENCIMA)	2179-426X	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul	A2	235	0

Ciências e Ensino	1980-8631	Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência & Ensino com apoio da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	BI	26	0
Ciência em Tela	1984-154X	Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUTES/UFRJ)	BI	162	1
Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	2237-4450	Programa de Pós-em Ensino Científico e Tecnológico da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões	BI	88	0
Experiências em Ensino de Ciências	1982-2413	Grupo de Ensino do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Brasil.	BI	390	1
Química Nova na Escola	2175-2699	Sociedade Brasileira de Química	BI	393	6
Revista Brasileira de Ensino de Química	1809-6158	Editores Átomo e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	BI	67	3
Revista Brasileira de História da Ciência	2176-3275	Sociedade Brasileira de História da Ciência	BI	151	0
Revista Ciências & Idéias	2176-1477	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PROPEC) do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)	BI	92	1
Ábakos	2316-9451	Programas de Pós-graduação em Informática e de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).	BI	46	0
Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica	2236-2150	Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)	BI	179	0
Total				4636	19

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Observou-se que o número de artigos publicados no período de 2008-2017 que tiveram como foco o uso de simulações computacionais no ensino de Química, foi baixo. No geral, o número de artigos por revista, referente ao tema, variou de zero a dois durante o período citado, destacando-se apenas três revistas que tiveram um número de artigos publicados mais considerável, que foram: “Areté- Revista Amazônica de Ensino de Ciências” (três artigos), “Revista Química Nova na Escola” (seis artigos) e a “Revista Brasileira de Ensino de Química” (três artigos). A distribuição temporal do levantamento dos artigos publicados anualmente pode ser visualizada a partir da tabela 2.

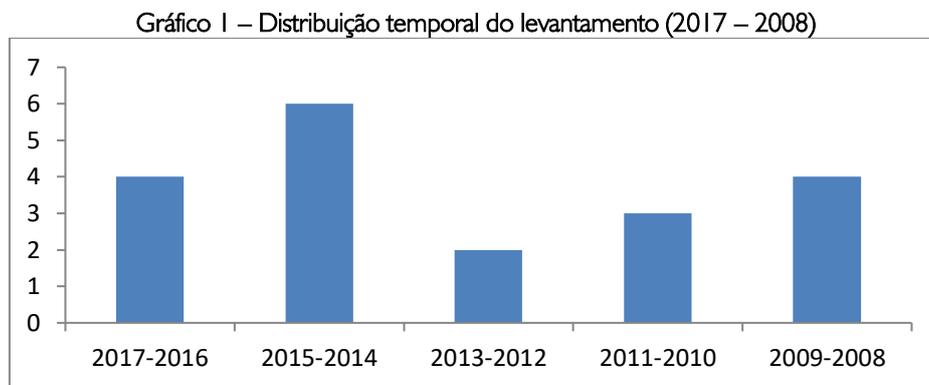
Tabela 2 - Distribuição temporal do levantamento (2017-2008)

Revista	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	Total
Ciência e Educação	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Areté- Revista Amazônica de Ensino de Ciências	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3
Investigações em Ensino de Ciências	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Alexandria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RENCIMA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciências e Ensino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciência em Tela	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Experiências em Ensino de Ciências	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Química Nova na Escola	0	2	2	0	1	0	1	0	0	0	6
Revista Brasileira de Ensino de Química	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3
Revista Brasileira de História da Ciência	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revista Ciências & Idéias	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Ábakos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	2	4	2	2	0	1	2	4	0	19

Fonte: dados da pesquisa (2020).

Observou-se que durante o período de 2008-2017, das 20 revistas selecionadas, 11 revistas não publicaram nenhum artigo referente ao tema em pesquisa. Foram elas: “Ensaio Pesquisa em Educação”, “Investigações em Ensino de Ciências”, “Revista Alexandria”, “Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática”, “Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia”, “Revista de Ensino e Ciência Matemática”, “Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista”, “Revista Ciências e Ensino”, “Revista Brasileira de História da Ciência”, “Ábakos” e a “Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica”. Durante os períodos citados, as revistas só publicavam um artigo ou nenhum referente ao tema, só a “Revista Química Nova na Escola”, publicou em dois anos consecutivos (2015 e 2016) dois artigos por ano. Vejamos no gráfico 1a distribuição temporal dos artigos publicados durante o período de dois a dois anos.



Fonte: dados da pesquisa (2020).

A partir desse gráfico, não é possível perceber se existe uma tendência crescente ou decrescente nas pesquisas que enfocam o uso de simulações computacionais no ensino de Química. Nesse sentido, escrutinamos o material levantado a partir do processo de categorização. Ao tomar por base o estudo de Silva e Mercado (2018), classificamos o material levantado, inicialmente como “pesquisas de campos” e “estudos teóricos”. As pesquisas de campo são os estudos em que o pesquisador deve ir a campo para coletar/analisar os dados; os estudos teóricos são revisões de literatura, ensaios, pesquisas bibliográficas e afins. Dos 19 artigos encontrados, 12 foram estudos resultantes de pesquisas de campo e sete de estudos teóricos. Os artigos teóricos tratam de reflexões e análises de fontes secundárias; já os estudos de campo analisaram experiências com o uso de simulações computacionais em aulas de química. Com relação ao nível de ensino no qual as pesquisas de campo foram realizadas, é possível observar a distribuição de frequência na tabela 3.

Tabela 3 - Nível de ensino no qual as simulações são utilizadas

Nível	Quantidade
Educação Infantil	0
Ensino Fundamental (Séries -1º ao 5º ano)	0
Ensino Fundamental (Séries -6º ao 9º ano)	1
Ensino Médio	8
Ensino Superior Formação de Professor	0
Ensino Superior outros cursos Bacharel ou Tecnologia	1
Especialização	0
Mestrado (Profissional ou Acadêmico)	0
Doutorado (Profissional ou Acadêmico)	2
Outros	0
Total	12

Fonte: dados da pesquisa (2020).

As pesquisas de campo incidiram muito mais em turmas de Ensino Médio, verificando assim que temos poucos artigos publicados sobre simulação computacional para o Ensino de Química na Educação

Infantil, nas séries iniciais e finais do Nível Fundamental, no Ensino Superior, e em nível de Pós-graduação (*lato-senso* e *stricto-senso*). Com relação aos conceitos mais enfocados, sete artigos trataram de conceitos específicos e os outros 12 artigos trataram de abordagens didáticas com o uso de simulações sem focar conceitos químicos específicos. É possível visualizar sua distribuição de frequência a partir da tabela 4.

Tabela 4 - Conceitos mais utilizados

Conceito	Quantidade
Modelos Atômicos	5
Interações Intermoleculares	2
Total	7

Fonte: dados da pesquisa (2020).

De acordo com a tabela 4, podemos observar que os conceitos de Química que foram mais aplicados com simulações computacionais foram os Modelos Atômicos, com um total de 5 artigos, em seguida, interações intermoleculares, com 2 artigos.

O artigo de Silva et. al. (2016), propõe diversas ferramentas multimídias que podem ser usadas na sala de aula, auxiliando os professores. Ferramentas essas, que estão disponíveis em vários portais na internet que não necessitam de muitos aparatos ou estruturas para serem desenvolvidos em sala de aula. Ele propõe uma sequência didática para explicar os modelos do átomo, utilizando os recursos de vídeo, animação e simulação.

Benite, Benite e Silva Filho (2011), realizaram um trabalho sobre modelos atômicos utilizando aplicativos computacionais desenvolvidos no laboratório para a sala de aula do ensino médio. Como ferramentas materiais, foram utilizados os OVAs, que são recursos que trazem informações apresentadas em diferentes formas, como imagens, sons e gráficos, além de diversos recursos, como simuladores e multimídias também foram utilizados em uma aula de Química, trabalhando também modelos atômicos (FREAZA, 2010).

Em um trabalho realizado por Silva et. al. (2015), foi sugerido para o modelo de Dalton uma abordagem sobre a questão da natureza elétrica dos materiais, utilizando a simulação de balões e eletricidade estática (<http://phet.colorado.edu/pt/simulation//balloons>). Isso permite ao aluno conceitos de eletricidade estática, como transferência de carga, atração, repulsão e carga induzida. Arroio e Ayres (2010) investigaram a elaboração conceitual dos alunos sobre as interações moleculares aplicando simulador e alguns vídeos.

Já em Oliveira et. al. (2013), foi utilizado o aplicativo software do tipo simulação intitulado Rutherford Scattering, desenvolvido pelo grupo PhET da University of Colorado. Essa simulação pode ser acessada e baixada livremente através do site: <http://phet.colorado.edu/>. O programa simula o experimento de espalhamento de partículas alfa que auxiliou Rutherford a propor um novo modelo

atômico. 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, analisando a trajetória das partículas, alteração da energia de interação, e do controle do número de prótons e nêutrons. Diante do software, o aluno pode modificar variáveis independentes e analisar o comportamento das demais.

Ayres e Arroio (2016) em um de seus trabalhos relataram o uso de um simulador aplicado com alunos de ensino médio, onde puderam observar uma melhora na compreensão no estudo de forças intermoleculares. O recurso que foi utilizado é chamado de “Ligações intermoleculares”, software que possui acesso gratuito no endereço <http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium/pt/ligintermol/index.html>.

Em suma, Rutherford Scattering se caracteriza como um recurso que pode contribuir para o desenvolvimento 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.

Em vista disso, a falta de muitos conceitos de Química que poderiam ser explorados pelas simulações. Entre esses conceitos temos: ligações Químicas, Geometria Molecular, análise do caráter ácido e básico nas soluções aquosas, Estequiometria, Eletrólise, Equilíbrio Químico, Cinética, funções orgânicas entre outros.

Com relação aos autores que publicaram acerca do tema deste levantamento no período enfocado, observou-se que 33 deles aparecem em um estudo apenas, e cinco deles aparecem em dois estudos. A tabela 5 apresenta esses autores.

Tabela 5 - Autores mais frequentes

Autor(a) citado(a) em um único estudo	Autor(a) citado(a) em dois estudos
Abinadabis Mendes	Agnaldo Arroio
Adriana Chilante de Paula	Claudia Ayres
Adriano Silveira Machado	Katia Pedroso Silveira
André Correa Ferreira	Renato Eugênio da Silva Diniz
Andréa Horta Machado	Wanderlei Sebastião Gabini
Anna Maria Canavarro Benite	
Cezar Motta	
Claudio Roberto Machado Benite	
Elder Alpes de Vasconcelos	
Elizabeth dos Santos	
Erasmus Pessoa Júnior	
Fabiana Pauletti	
Fábio Ferrentini Sampaio	
Francisco Catelli	

Genilson Santana
Glenda Rodrigues da Silva
Helder de Figueiredo e Paula
José Tatiano da Silva
Juliana do Nascimento Gomides
Letícia Aparecia de Oliveira
Lorí Viali
Luiza Vergara
Marcelo Giordan
Maria do Carmo Galiazzi
Nilma Soares Silva
Noel Felix Melo
Regis Lahm
Renata Matos da Luz
Rosa Eulália da Silva
Saulo França Oliveira
Supercil Mendes da Silva Filho
Valmir Heckler
Vinícius Garcia Freaza

Fonte: dados da pesquisa (2020).

Ao analisar os artigos que foram levantados, percebemos que, dos 43 nomes listados, apenas 5 apareceram em duplicata o que significa que, apenas cinco autores produziram mais de um dos trabalhos levantados. Foram eles: Agnaldo Arroio; Claudia Ayres; Katia Pedroso Silveira; Renato Eugênio da Silva Diniz; e Wanderlei Sebastião Gabini.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise realizada, foi possível observar que durante o período de 2008-2017, das 20 revistas selecionadas, 11 não publicaram nenhum artigo referente ao tema de pesquisa. Isso mostra que os pesquisadores na área de ensino de Química têm realizado poucas investigações relacionadas às simulações computacionais no ensino de Química.

A baixa frequência de publicações em revistas da área de Educação Química ou de Educação em Ciências acerca de temas como as possibilidades de uso de simulações para o ensino de conceitos químicos pode contribuir para que menos pesquisadores e menos professores se interessem por esse tema, em seus fazeres investigativos e docentes.

O baixo número de autores citados em mais de um estudo com foco no tema das computacionais no ensino de química demonstra que esse é um campo ainda em construção.

Em face do baixo número de estudos levantados, não foi possível determinar se existe uma tendência crescente ou decrescente no volume de pesquisas acerca do uso de simulações computacionais no ensino de química. Esse dado aponta a necessidade de estender o período do levantamento e ampliar as bases de dados para anais de eventos, teses e dissertações, bem como revistas internacionais do campo do Ensino de Ciências.

Constatamos ainda que o maior número de estudos aplicados no campo do uso de simulações computacionais no ensino de química se concentra em turmas de nível médio. Isso indica uma lacuna em estudos aplicados nos demais níveis da Educação Básica e no Ensino Superior.

Os dados permitiram evidenciar que os trabalhos que enfocaram conceitos químicos limitaram-se ao estudo dos Modelos Atômicos e Interações Intermoleculares. Isso significa que existe um amplo campo de pesquisa a ser desbravado, no que tange à análise do uso de simulações nos demais ramos do conhecimento químico.

O uso de simulações computacionais no ensino de química pode favorecer a visualização, exploração, investigação e análise de fenômenos naturais. Tal cenário favorece alternativas para a prática educativa em seus mais diversos níveis e modalidades.

Em face das lacunas teóricas identificadas, lançamos aos pesquisadores interessados o desafio de investir suas energias para superá-las.

REFERÊNCIAS

AYRES, C.; ARROIO, A. Aplicação de uma sequência didática para o estudo de forças intermoleculares com uso de simulação computacional. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 164-185, 2015.

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M.; SILVA FILHO, S. M. Cibercultura em Ensino de Química: elaboração de um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de modelos atômicos. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 2, p. 71-76, 2011.

COSTA, J.W.D.; OLIVEIRA, M.A.M. (Orgs.). **Novas linguagens e novas tecnologias: educação e sociabilidade**. Petrópolis: Vozes, 2004.

FIGUEIREDO E PAULA, H.; et. al. Fundamentos pedagógicos para o uso de simulações e laboratórios virtuais no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 75-103, 2017.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.

GIORDAN, M. Análise e reflexões sobre os artigos de Educação em Química e Multimídia publicados entre 2005 e 2014. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 154-160, 2015.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Revista Química nova na escola*, v. 10, n. 10, p. 1-13, 1999.

JOHNSTONE, A.H. The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

LARA, A. E.; SOUSA, C. M. S. G. O processo de construção e de uso de um material potencialmente significativo visando a aprendizagem significativa em tópicos de colisões: apresentações de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 4, n. 2, p. 61-82, 2009

MACHADO, A. S. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de química. *Revista Química Nova na Escola*, v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.

MACHADO, L.L.; SILVA, J.T. Objeto de aprendizagem digital para auxiliar o processo de ensino aprendizagem no ensino técnico em informática. *RENOTE*, v. 3, n.2, 2005.

NUNES, E.T.; SILVA, I. P.; MERCADO, L.P.L. Levantamento dos temas TIC e EAD nos periódicos Qualis. *Informática na Educação: teoria e prática*, v.19, p. 15-34, 2017.

OLIVEIRA, S. F.; et al. Softwares de simulação no ensino de atomística: experiências computacionais para evidenciar micromundos. *Revista Química Nova na Escola*, v. 35, n. 3, p. 147-151, 2013.

PAULETTI, F.; RAMOS, M. G. As concepções de professores de uma escola pública sobre o uso das TICs no ensino de química. *Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v. 10, n. 22, p. 179-193, 2017.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. *Química nova*, v. 26, n. 4, p. 542-549, 2003.

ROSA, R. R.; BORBA, R.E.S.R. Avaliação de softwares educativos: o olhar de uma professora de matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8, Recife, 2004. *Anais...* Recife: UFPE, 2004. Disponível em: <<http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/01/CC89843820068.pdf>>. Acesso em 28 nov. 2011.

SAMPAIO, F. F. Modelagem dinâmica computacional e o processo de ensino-aprendizagem: algumas questões para reflexão. *Revista Ciência em Tela*, v. 1, n. 2, 2009.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LÚCIO, M. P. *Metodologia de pesquisa*. 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVA, G. R.; MACHADO, A. H.; SILVEIRA, K. P. Modelos para o Átomo: atividades com a utilização de recursos multimídia. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, p. 106-111, 2015.

SILVA, I. P.; MERCADO, L.P.L. Levantamento dos temas TIC e EAD na biblioteca virtual Educ@. *Cadernos de Pesquisa* (Fundação Carlos Chagas), v.45, p. 970-988.

SILVA, I. P.; MERCADO, L.P.L. Levantamento de dados acerca do tema “experimentação mediada por interfaces digitais”(2005-2015). *Revista Paidéi@ - Revista Científica de Educação a Distância*, v. 10, n. 17, 2018.

SILVA, I.P.; MERCADO, L.P.L. Levantamento de dados acerca do tema “experimentação mediada por interfaces digitais “ (2005-2015). *Paidéi@*, v.10, p.1-25, 2018.

SILVA, I.P.; SILVA, A.T.M. O tema experimentos virtuais nos anais dos eventos brasileiros de ensino de Física (2005-2014). *Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)*, v.8, p.137-154, 2017.

SILVA, N. S.; FERREIRA, A. C.; SILVEIRA, K. P.. Ensino de modelos para o Átomo por meio de recursos multimídia em uma abordagem investigativa. *Revista Química Nova na Escola*, v. 38, n. 2, p. 141-148, 2016.

REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS LEVANTADOS

AI

GABINI, W. S.; DINIZ, R. E. S. Os professores de química e o uso do computador em sala de aula: discussão de um processo de formação continuada. *Ciência & Educação* (Bauru), p. 343-358, 2009.

A2

ARROIO, A.; AYRES, C. Um estudo de Interações Intermoleculares com o auxílio de uma simulação computacional. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, v. 5, n. 1/2 p.37-46, 2010.

AYRES, C.; ARROIO, A. Aplicação de uma sequência didática para o estudo de forças intermoleculares com uso de simulação computacional. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, p. 164-185, 2015.

BI

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M.; SILVA FILHO, S. M. Cibercultura em Ensino de Química: elaboração de um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de modelos atômicos. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 2, p. 71-76, 2011.

FIGUEIREDO E PAULA, H. Fundamentos pedagógicos para o uso de simulações e laboratórios virtuais no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 1, p. 75-103, 2017.

FREAZA, V. G. Aplicação de recursos multimídia para o ensino de Modelos Atômicos em Química: impressões e receptividade dos alunos do curso de engenharia. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, v. 5, n. 1/2 p.47-56, 2010.

GABINI, W. S.; DINIZ, R. E. S. Formação continuada de professores de química: uma proposta envolvendo a inserção da informática nas práticas de sala de aula. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 2, 2009.

GIORDAN, M. Análise e reflexões sobre os artigos de Educação em Química e Multimídia publicados entre 2005 e 2014. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, p. 154-160, 2015.

HECKLER, V.; MOTTA, C.; GALIAZZI, M. C. Constituição da experimentação em ciências na modalidade EAD. *Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v. 7, n. 14, p. 144-158, 2014.

MACHADO, A. S. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.

MENDES, A.; SANTANA, G.; JÚNIOR, E. P. O uso do software PhEt como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 8, n. 16, p. 52-60, 2015.

OLIVEIRA, L. A.; GOMIDES, J. N. Desenvolvimento de um software educativo para o ensino experimental de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v. 12, n. 1, 2017.

OLIVEIRA, S. F.; MELO, N. F.; SILVA, J. T.; VASCONCELOS, E. A. Softwares de simulação no ensino de atomística: experiências computacionais para evidenciar micromundos. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 147-151, 2013.

PAULA, A. C.; VERGARA, L.; LUZ, R. M.; VIALI, L.; LAHM, R. Softwares educacionais para o ensino de física, química e biologia. **Revista Ciências & Ideias**, v. 5, n. 1, p. 106-121, 2014.

PAULETTI, F.; CATELLI, F. Tecnologias digitais: possibilidades renovadas de representação da química abstrata. **Acta Scientiae**, v. 15, n. 2, p. 383-396, 2013.

SAMPAIO, F. F. Modelagem dinâmica computacional e o processo de ensino-aprendizagem: algumas questões para reflexão. **Revista Ciência em Tela**, v. 1, n. 2, 2009.

SILVA, G. R.; MACHADO, A. H.; SILVEIRA, K. P. Modelos para o Átomo: atividades com a utilização de recursos multimídia. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 106-111, 2015.

SILVA, N. S.; FERREIRA, A. C.; SILVEIRA, K. P. Ensino de modelos para o Átomo por meio de recursos multimídia em uma abordagem investigativa. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 141-148, 2016.

SILVA, R. E.; SANTOS, E. Recursos didáticos no ensino de ciências: a utilização de multimídias. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p. 166-173, 2009.