

UMA ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA DE ARTIGOS NO ENSINO DE QUÍMICA SOBRE O TEMA FORÇAS INTERMOLECULARES

A SCIENTOMETRIC ANALYSIS OF ARTICLES IN THE TEACHING OF CHEMISTRY ON THE SUBJECT INTERMOLECULAR FORCES

Alysson Ferreira de Farias  

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

✉ alysson.farias@arapiraca.ufal.br

Maria Aparecida Barbosa Eleuterio de Farias  

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

✉ maria.eleuterio@arapiraca.ufal.br

Iara Terra de Oliveira  

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

✉ iara.terra@arapiraca.ufal.br

Giovanni Scataglia Botelho Paz  

Universidade Federal do ABC (UFABC)

✉ giovanni.scataglia@ufabc.edu.br

Thaissa Lúcio Silva  

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

✉ thaissa.silva@arapiraca.ufal.br

RESUMO: A proposta desse trabalho é traçar um perfil cientométrico sobre o tema forças intermoleculares, que é um dos pilares da Química, apresentando um panorama do estado do conhecimento. Este estudo se enquadra nas pesquisas de caráter quantitativo, fundamentando-se em perfis realizados e delineados em âmbito cientométrico, utilizando as leis, indicadores e descritores de pesquisa na área. O caminho metodológico consistiu em consultar, nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Portal de Periódicos CAPES, pelos descritores Forças Intermoleculares e Interações Intermoleculares. Os artigos encontrados foram filtrados, sendo selecionados por esse recorte apenas aqueles que contém o Qualis na área de Ensino. Para a análise de resultados, utilizou-se a evolução diacrônica do tema proposto pelas Leis de Zipf e Lotka e, através destas, inferir os artigos que mais estão ligados a abordagem do conceito forças intermoleculares, como também explicitar os autores mais produtivos, obras mais citadas e referenciadas. Como resultados obtidos, foram encontrados 29 artigos, nas quais 15 deles estão intimamente ligados à temática, pautando-se pela lei de Lotka. Verificou-se que poucos produzem muitos e muitos produzem poucos. Dois autores por publicação é o preponderante, enquanto a obra “Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente”, de Atkins, foi a mais referenciada nas publicações. Pondera-se também a relevância das pesquisas de caráter cientométrico para delinear as lacunas de pesquisa quantitativa dentro da área de ensino de química. Sendo assim, esta pesquisa busca contribuir com uma análise cientométrica de um conceito central da Química, inserido no contexto de ensino, limitando-se a artigos publicados em periódicos da área, disponíveis em formato digital.

PALAVRAS-CHAVE: Cienciometria. Forças intermoleculares. Ensino de Química.

ABSTRACT: The purpose of this work is to outline a scientometric profile related to the concept of intermolecular interactions, which is one of the three pillars of Chemistry, presenting an overview of the state of knowledge. This study falls under quantitative research, based on profiles conducted and delineated within scientometric scope, using laws, indicators, and research descriptors in the field. The

methodological approach consisted of consulting the databases Google Scholar, Scielo, and CAPES Journals Portal using the descriptors "Intermolecular Forces" and "Intermolecular Interactions." The retrieved articles were then filtered, selecting for this specific analysis only those published in journals accepting publications related to education. To analyze the results, the diachronic evolution of the proposed theme was evaluated using Zipf and Lotka's laws, which allowed for inferring the articles most closely related to the concept of intermolecular forces, as well as identifying the most productive authors and most cited and referenced works. The results showed 29 articles, with 15 of them closely related to the theme. According to Lotka's law, it was observed that few authors produce a significant amount of research, while many produce a smaller quantity. The predominant pattern was two authors per publication, and Atkins' work "Principles of Chemistry: the quest of inside" was the most referenced in the publications. The relevance of scientometric research is also considered in identifying research gaps within the field of chemistry education.

KEY WORDS: Scientometrics. Intermolecular interactions. Chemistry education.

Introdução

A cienciométrica é um método de análise quantitativa das publicações científicas, ou seja, uma forma de mensurar a ciência e expor seu estado do conhecimento (Vinkler, 1988). Sabemos que a Química é um pilar da Ciência, e que, na dinâmica de seu ensino e aprendizagem, tem um volume de publicações científicas em diversos formatos sobre variados temas centrais da química e as estratégias didático-pedagógicas e metodologias aplicadas para viabilizar suas compreensões. A cienciométrica torna possível demonstrar um panorama quantitativo e estatístico, revelando dentro de um período o quanto se tem em quantidade de publicações, a evolução diacrônica desta, a produtividade dos autores e as referências mais utilizadas na produção do conhecimento (Spinak, 1998; Vinkler, 1988).

Os estudos cienciométricos no Brasil procedem adquirindo ênfase como um recurso propício à produção de perfis que delineiam um aspecto quantitativo geral do estado do conhecimento em relação ao volume de produção científica de uma determinada área. Tais estudos podem demonstrar a quantidade de produções sobre um determinado tema ou área específica e explicitar as que estão em um maior nível e grau de carência de produção. Assim, em relação ao Ensino de Química, e nos diversos temas e metodologias que englobam esse vasto campo do conhecimento científico, encontram-se poucos estudos voltados a análises cienciométricas e perfis cienciométricos, tornando-se, assim, um campo vasto com grande volume de materiais passíveis de pesquisa. Tendo isso em vista, torna-se relevante traçar um perfil cienciométrico, dando ênfase a temas centrais da Química, apresentando suas tendências e lacunas nas pesquisas da área.

De acordo com Parra, Coutinho e Pessoa (2019), é relevante avaliar um tema e perceber seu estado do conhecimento, pois se tornam pertinentes as articulações voltadas para o processo de políticas direcionadas ao progresso da produção do conhecimento científico. Dessa maneira, há um campo da ciência da informação que possui os fundamentos e princípios que permitem o levantamento de um panorama do estado do conhecimento científico: a cienciométrica.

Este trabalho é uma análise das publicações em formato de artigo sobre forças intermoleculares, no contexto do Ensino de Química, sendo uma pesquisa quantitativa, fundamentada nas teorias e leis da cienciométrica. Reis (2008) preconiza a ênfase na relevância desta área do conhecimento científico e no seu processo de ensino e aprendizagem, afirmando que a química possui três pilares para a sustentação do entendimento e explicação da natureza íntima da matéria: a estrutura atômica; as ligações químicas e as forças intermoleculares. Com isso, abre-se caminho para a construção e demonstração do seu panorama do estado do conhecimento: os autores mais produtivos e as obras mais referenciadas, focando apenas em artigos de periódicos do ensino que estejam relacionados ao assunto.

Fundamentação Teórica

A “medição da ciência é uma preocupação que acompanha os cientistas desde a institucionalização da ciência” (Hayashi, 2012, p. 1), pois a medição do estado do conhecimento científico é relevante tanto para o meio acadêmico quanto para a sociedade, uma vez que permite a comunidade científica e as instituições promoverem políticas no/do/para o meio acadêmico, objetivando o avanço da produção científica de forma sistematizada e ordenada. Nesse sentido,

No campo da Ciência da Informação, os estudos métricos da informação – entre eles, a Bibliometria, a Cientometria, a Informetria, a Webometria – constituem-se como campo interdisciplinar dedicado ao estudo quantitativo da ciência e da tecnologia e estão voltados para avaliar a produção científica e tecnológica produzida pela comunidade científica no interior das áreas de conhecimento, representada por artigos, livros, capítulos de livros, trabalhos publicados em anais de eventos, e também patentes (Hayashi, 2012, p. 1).

Conforme Hayashi (2012), devemos salientar que mesmo a cientometria (também denominada de cientometria), a informetria, a webometria e a bibliometria utilizam das mesmas teorias métricas de quantificação da informação e contêm em seus fundamentos as mesmas bases e princípios, pois elas se diferem na análise de campos específicos e possuem objetivos distintos (Parra, Coutinho & Pessano, 2019). Vale ressaltar que este trabalho de pesquisa se fundamenta na cientometria e apenas nela daremos ênfase em seus aspectos teóricos e metodológicos dos estudos métricos da informação.

Segundo Parra, Coutinho e Pessano (2019), existem controvérsias a respeito da origem do termo cientometria. No entanto, a principal alternativa aceita de sua origem é que o cientista da informação Derek John de Solla Price (1922-1983), estudioso inglês, é seu fundador. Para Solla Price “a cientometria é o estudo quantitativo da atividade científica” (Santos & Kobashi, 2009, p. 158). A partir dos estudos quantitativos propostos por Price (1986), baseados nas teorias da informação de Lotka, Bradford e Zipf – teorias estas que fundamentaram as leis da bibliometria – foram formuladas suas leis cientométricas, adquirindo novos delineamentos, centrando-se, fundamentalmente, na análise da dinâmica da atividade científica, incluindo tanto as produções científicas quanto os autores da ciência (Santos & Kobashi, 2009).

Macias-Chapula (1998) define cientometria como uma atividade voltada para coleta de dados quantitativos que se exprimem em políticas científicas. Para Spinak (1998), essa ciência utiliza técnicas matemáticas e análises estatísticas para investigar as características da produção científica; considerada um instrumento da sociologia da ciência.

De acordo com Mcgrath (1989), os objetos de estudo da cientometria são: disciplinas; assuntos; áreas e campos; os quais podem ser analisados em conjunto ou através de correspondências a fim de identificar domínios de interesse, nas quais as abordagens estão concentradas em compreender como e o quão os cientistas se comunicam, o que já foi publicado e principalmente as lacunas de pesquisa dentro do recorte investigado.

Ainda, para Spinak (1998), a cientometria pode ser utilizada para as seguintes finalidades, sendo algumas delas: a medição da produtividade de autores; periódicos; instituições; países; identificação dos principais periódicos que mais dão ênfase ao tratamento de uma determinada disciplina; formulação de políticas que busquem ajustar investimentos em áreas que carecem de recursos em detrimento de outras; tendências e crescimento do conhecimento; mensuração do estado do conhecimento.

De acordo com Spinak (1998) e Vinkler (1988), os indicadores cientométricos permitem o estudo métrico da informação, sendo esses classificados em indicadores de citação, que medem

quantidade e impacto das relações entre publicações científicas e indicadores de publicação, que medem o número e impacto das publicações científicas (Mattos, 2019). Dessa forma Vinkler (1988) pondera que existem muitos indicadores cienciométricos, sendo difícil abordar todos em um único artigo.

Também, de acordo com Fernandez e Sanchês (1998), os indicadores cienciométricos são aplicados a publicações científicas e podemos realizar o estudo métrico da informação através de indicadores de produtividade diacrônica. Anderson, Narin e Mcallister (1978) e Vinkler (1988) medem o tamanho bibliométrico, relacionando a produtividade em decorrer do tempo. Os indicadores de produtividade de autores e produtividade institucional podem ser obtidos através das Leis de Bradford e Lotka, já os indicadores de citação podem ser obtidos através da relação de autores mais citados.

É importante ressaltar que a ciencimetria utiliza-se de métodos e leis bibliométricas (Spinak, 1998; Fernández & Sanchês, 1998). Destacamos três leis clássicas da Bibliometria: a Lei de Bradford (produtividade de periódicos); Lei de Lotka (produtividade científica de autores) e Lei de Zipf (frequência de palavras (Mello *et al.*, 2017)). Estas são leis que expressam a produção científica em termos quantitativos. As Leis de Lotka, Bradford e Zipf são as Leis clássicas da Bibliometria, que também são as mais relevantes dos estudos métricos da informação.

O bibliotecário e matemático Samuel Clement Bradford (1878-1948) desenvolveu a Lei de Bradford, com o intuito de mensurar e tornar plausível a produtividade de periódicos. Dessa forma, segundo o enunciado da lei,

se os periódicos forem ordenados em ordem de produtividade decrescente de artigos sobre um determinado assunto, poderão ser distribuídos num núcleo de periódicos mais particularmente devotados a esse assunto e em diversos grupos ou zonas contendo o mesmo número de artigos que o núcleo, sempre que o número de periódicos e das zonas sucessivas for igual a $1:n:n^2$ (Pinheiro, 1983, p. 62).

A Lei de Bradford demonstra, através de um gráfico semi-logarítmico de curva “S”, que os periódicos podem ser divididos em um núcleo principal e zonas, sendo que o núcleo conterà os periódicos mais produtivos em relação a um determinado tema específico; nas zonas vão conter os periódicos menos produtivos, nos quais as zonas vão se expandir em torno do núcleo à medida que a produtividade decaia, podendo ter mais de uma zona.

A Lei de Bradford (1934) é representada pela seguinte equação:

$$A(r) = a + b \cdot \log(r) \quad (1)$$

Onde $A(r)$ é o número acumulado de artigos sobre um mesmo assunto publicados por diversos periódicos, r é igual ao ranking acumulado e a e b são constantes.

O matemático e estatístico Alfred James Lotka (1880-1949) formulou a Lei de Lotka. Através de seus estudos de produtividade dos autores da área de Química e Física, constatou uma relação quantitativa entre as publicações científicas e seus autores, encontrando um padrão na atividade de publicações científicas em diversas áreas do conhecimento. Este comportamento padronizado foi chamado de Lei do Quadrado Inverso (Araújo, 2006). Lotka percebeu que uma grande proporção da literatura científica era produzida por um pequeno grupo, enquanto uma grande quantidade de autores produzia um volume semelhante, isto é, muitos produzem pouco e poucos produzem muito (Araújo, 2006; Mattos, 2019).

A Lei de Lotka (1926) é representada pela seguinte equação:

$$y = C/x^2 \quad (2)$$

Sendo que x^2 é igual ao nº de publicações, y é igual ao nº de autores com x publicações e C é uma constante.

Price (1986) realizou estudos aprofundados, desenvolvendo e aperfeiçoando a Lei de Lotka, sendo assim, chegou à conclusão de que 1/3 da literatura é produzida por 1/10 dos autores mais produtivos, determinando, assim, a Lei de Lotka sobre suas perspectivas. Logo após, é formulada a Lei do Elitismo de Price, que infere que, de um certo modo, uma elite é responsável por maior produtividade, pelo fato de sua posição no meio acadêmico intelectual permearem mais oportunidades para um investimento de tempo à produção, já que produções de alta qualidade requerem tempo e recursos. A lei do elitismo estabelece que o número de membros da elite equivale à raiz quadrada do número total de autores e “a metade do total da produção é considerado o critério para se saber se elite é produtiva ou não” (Araújo, 2006, p. 14).

Urbizagástegui (2009), fundamentando nos estudos de Price, desenvolveu de forma adaptada, um método de se creditar a produtividade aos autores, visto que a aferição da produtividade dos autores é creditada a eles realizando três formas distintos de contagens: a contagem direta, a contagem completa e a contagem fracionada. Para Urbizagástegui (2009), na contagem direta, credita-se a produtividade de autores somente os principais da obra. Na contagem completa, considera-se autores e coautores. E para a contagem fracionada, é estimado uma parcela de contribuição para cada autor.

O linguista George Kingsley Zipf (1902-1950) elaborou a Lei de Zipf. Através de seus estudos sobre frequências de palavras, averiguou a veracidade de uma correlação entre o número de palavras diferentes existentes em uma determinada obra e a frequência que estas palavras são empregadas. Concluindo que há uma previsibilidade fundamental na hora de escolher e usar as palavras, sendo que, há um pequeno número de palavras, é utilizado com maior frequência (Araújo, 2006). A partir desta perspectiva, Zipf elaborou o princípio do mínimo esforço, que corresponde a uma economia de utilização de palavras. Portanto, percebemos que o princípio do mínimo esforço, ou a Lei de Zipf, é fundamental nos estudos cienciométricos, pois através de sua aplicabilidade é permitido selecionar as publicações que mais estão afins com o tema que se almeja traçar um perfil cienciométrico (Araújo, 2006).

A Lei de Zipf (1940) é representada pela seguinte equação:

$$f(n)=K/n \quad (3)$$

Já que $f(n)$ é a frequência de ocorrência de uma palavra, n é a ordem de frequência e K é uma constante.

Para uma análise cienciométrica, os descritores são de fundamental importância, pois vão ser determinantes na pesquisa de artigos científicos, sendo assim,

Descritores são termos de um vocabulário controlado (Thesaurus), que identificam conceitos de uma área de conhecimento sem ambiguidades ou equívocos de sentido. Eles ajudam na identificação de assuntos de um trabalho científico e são usados na indexação em bases de dados (Razera, 2016, p. 564).

O tema de uma determinada disciplina científica é um descritor relevante do conteúdo tratado em um determinado texto. Por exemplo, os termos força(s) intermolecular(es), interação(ões) intermolecular(es), são descritores que remetem ao conteúdo e podem ser utilizados para a pesquisa de publicações que estejam afins com o tema.

De todo modo, o descritor tem distintos graus de impacto. Dependendo de onde se encontra o descritor no corpo do texto, este pode indicar que a publicação tem alguma relação em maior ou menor grau com o tema. Por exemplo, se o descritor se encontra no título, tem uma probabilidade maior daquele trabalho estar intimamente relacionado a este descritor escolhido,

como também a frequência em que o descritor se apresenta no texto pode indicar se a publicação está relacionada em um determinado nível com o tema ou se trata muito pouco dele.

No Brasil, existem poucos trabalhos voltados a análises cienciométricas de temas centrais da Química no Ensino. Tais estudos podem contribuir para saber, de forma quantitativa, o quanto se tem em volume de produção de artigos de periódicos de um determinado tema, quem mais produz e quem mais é citado. Uma vez que o fato de não existirem análises voltadas a forças intermoleculares no âmbito do ensino, este trabalho intenciona promover um perfil cienciométrico do tema, aplicando as leis da ciencimetria e seus indicadores.

Nesta pesquisa, utilizamos apenas as Leis de Lotka e Zipf, dentre outros indicadores cienciométricos, como o ISQ (Indicador Simples de Quantidade), para determinar o tamanho bibliométrico, ou seja, a produtividade diacrônica, como também alguns indicadores de citação.

Procedimentos Metodológicos

Este trabalho trata de uma pesquisa quantitativa e seu procedimento metodológico baseia-se nas teorias, metodologias, apontamentos e indicadores propostos nos trabalhos de Razera (2016), Urbizagástegui (2008; 2009), Quemel *et al.* (1980), Mello *et al.* (2017), Machado Júnior *et al.* (2014), Fernandez e Sanchês (1988), Vinkler (1988), Spinak (1998), Mattos (2019).

Para traçar o perfil cienciométrico de artigos relacionados ao conceito forças intermoleculares, utilizamos as fontes de pesquisa, Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Portal de periódicos CAPES. Tendo em vista que, as plataformas indicam o trabalho de acordo com o descritor específico, salienta-se que, caso o periódico possua algum trabalho com o descritor, este entrará como uma publicação a ser analisada nesta pesquisa. Não foram selecionados, neste estudo cienciométrico, periódicos específicos como fonte de pesquisa de publicações (Razera, 2016).

Os artigos encontrados foram selecionados pelo critério de conter um dos descritores (Flnt) ou (InInt) e terem sido publicados em uma revista com Qualis (quadriênio 2017-2020) em Ensino. Para confirmar que a revista continha a área de avaliação em ensino, utilizou-se o ISSN (Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas) da revista em que o artigo foi publicado na Plataforma Sucupira; foi constatado que o periódico analisado tivesse Qualis na área de Ensino, o mesmo poderia ser objeto de estudo para essa pesquisa.

Após a constatação da área de avaliação dos artigos, realizou-se o download dos textos de suas respectivas fontes digitais em arquivos no formato de PDF (*Portable Document Format*). Para cada trabalho criamos um código, sendo ele feito pela ordem cronológica de publicação (considerando apenas o ano), no qual chamamos de A1 o artigo mais antigo. Os artigos publicados no mesmo ano tiveram o desempate pela ordem alfabética da primeira letra do título do trabalho. Em seguida, foram separados por pastas identificadas com o nome da revista das quais foram retiradas, facilitando assim o acesso a eles, durante a análise (Razera, 2016).

Para tanto, neste trabalho, consideramos a limitação de que há a possibilidade de existir algum artigo que possa ter ficado fora da pesquisa, por não ter sido identificado pelos mecanismos das plataformas utilizadas, ou outros fatores afins. Para minimizar essa limitação, analisou-se as referências dos artigos encontrados a fim de que fossem pesquisadas a existência de algum trabalho citado pelos autores, que remetam em seu título os descritores InInt e/ou Flnt e que não foram expressos nas ferramentas de pesquisa (Quemel *et al.*, 1980).

Com os artigos devidamente separados, em suas respectivas pastas, analisou-se o ano de publicação de cada um deles e, em seguida, com a quantidade de artigos publicados por ano de publicação, plotou-se um gráfico, utilizando o programa Origin Pro 2016 (64 bits) (versão b9.3.226). Este procedimento é necessário para termos um panorama do tamanho bibliométrico,

obtido através do ISQ (Indicador Simples de Quantidade), um indicador cienciométrico de produtividade diacrônica (Fernandez & Sanchês, 1998).

A verificação da frequência em que os descritores Flnt e InInt apareceram individualmente em cada texto foi realizada através dos programas Adobe Acrobat Pro DC® (versão 2018.009.20050), Microsoft Office Word® (versão 2019) e Hermetic Word Frequency Counter Advanced (versão 31.07) (Razera, 2016). A quantidade de menções aos descritores é necessária para a verificação da Lei de Zipft, sendo ela “Conhecida como Lei do Mínimo Esforço, basicamente mede e ordena a quantidade das palavras em vários textos; aquelas que mais aparecem estão fortemente correlacionadas ao núcleo do assunto tratado” (Vanti, 2002, p. 153).

Também se plotou um gráfico da evolução diacrônica da menção aos descritores Flnt e InInt com o programa Origin Pro 2016 (64 bits) (versão b9.3.226). Posteriormente, analisou-se as palavras-chave dos trabalhos com o intuito de verificar se as publicações contendo o descritor estavam inseridas em maior ou menor grau no contexto de ensino (Mello et al., 2017). Após esse procedimento, levantou-se um dado quantitativo de gênero, com o intuito de ter um panorama da atividade de publicação (Razera, 2016).

A verificação da Lei de Lotka foi realizada em seguida, por meio da análise e contagem da quantidade de contribuição de autores por quantidade de artigos, seguindo as perspectivas de Razera (2016), Urbizagástegui (2009) e Machado Júnior *et al.* (2014).

Resultados e Discussão

Na pesquisa realizada, nas plataformas Google Acadêmico, Periódicos CAPES e SciELO, encontramos artigos de periódicos voltados ao Ensino e aqueles que aceitam publicações da temática ensino e educação. Na Tabela 1 encontram-se, em ordem alfabética, o nome dos periódicos e a quantidade de artigo(s) a ela(s) vinculada(s).

Tabela 1: Resultado da quantidade de artigos encontrados em cada periódico que mencionam pelo menos uma vez um dos descritores selecionados: Força(s) intermolecular(es) (Flnt) e Interação(ões) intermolecular(es) (InInt).

Revista	Quantidade de artigos
Caminhos da Educação Matemática em Revista	1
Ciência & Educação	1
Educación Química	3
Ensino & Pesquisa	1
Experiências em Ensino de Ciências – EENCI	3
Investigações em Ensino de Ciências – IENCI	2
Polímeros: Ciência e Tecnologia	1
Química Nova (QN)	2
Química Nova na Escola (QNEsc)	4
Revista Bras. de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular	1
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	1
Revista Brasileira do Ensino de Física	1
Revista de Prod. Educacionais e Pesquisas em Ensino – REPPE	1
Revista Dynamis	1
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	2
Revista Thema	1
Scientia Naturalis	1
Scientia Vitae	1
Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Podemos verificar, de acordo com a tabela 1 apresentada, que há um total de 29 artigos. Já no anexo deste artigo organizamos os artigos estudados em ordem de seu código cronológico (Ex: A1, A2, A3 ...), explicitando a revista na qual o artigo foi publicado, seu título, ano de publicação, autores e coautores. Os artigos publicados no mesmo ano, foram ordenados de maneira alfabética.

Primeiramente, utilizamos o indicador cienciométrico ISQ (Indicador Simples de Quantidade), sendo o mais simples dos indicadores de atividade de publicação, pois determina o tamanho bibliométrico (Anderson, Narin & Mcallister, 1978). Na determinação do tamanho bibliométrico, a dimensão do tempo é relevante, uma vez que os estudos, na prática, são baseados no número de artigos publicados por pessoas, instituições, nações, em um determinado intervalo de tempo (Vinkler, 1988).

Esse indicador exprime o volume de informação produzida de um determinado tema investigado em um espaço de tempo (Vinkler, 1988). O tamanho bibliométrico não revela a causa de um determinado tema ter sido objeto de estudo de várias publicações, ou poucas, mas é um ponto de partida para levantar questionamentos sobre o porquê de o tema forças intermoleculares ter sido pouco explorado em publicações de periódicos de ensino.

A seguir, a Tabela 2 demonstra a produtividade diacrônica. Obteve-se o tamanho bibliométrico de 29 artigos publicados em revistas ao longo de 21 anos. Segundo Fernández e Sanchês (1998), esse tipo de publicação é a matéria-prima de maior relevância para o estudo cienciométrico, pelo seu caráter de impacto. Em seguida, temos a Figura 1 que corresponde à relação entre ano de publicação pela quantidade de artigos publicados, evolução diacrônica, expressão do indicador simples de quantidade esboçada na figura, relação diacrônica de menções aos descritores.

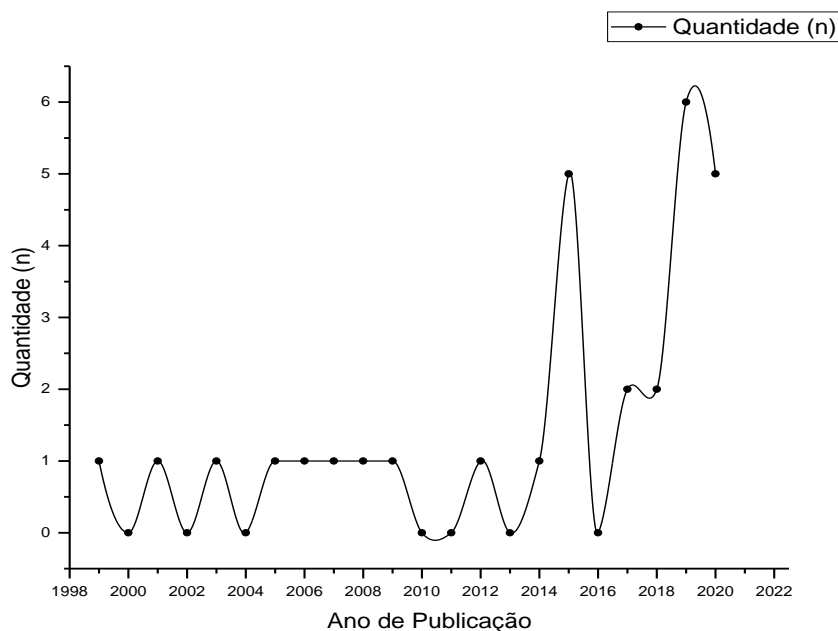
Tabela 2: Produtividade diacrônica, número de artigos por ano (Indicador Simples de Quantidade).

Ano	Quantidade de Publicações
1999	1
2000	0
2001	1
2002	0
2003	1
2004	0
2005	1
2006	1
2007	1
2008	1
2009	0
2010	0
2011	0
2012	1
2013	0
2014	1
2015	5
2016	0
2017	2
2018	2
2019	6
2020	5

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Na Figura 1, temos a tabela 2 expressa em um gráfico, demonstrando as oscilações da evolução diacrônica. Apontamos que uma possível hipótese explicativa para uma maior produção a partir do ano de 2015 é o maior aprofundamento e consolidação do Ensino de Química como uma área de pesquisa (Milaré, 2013).

Figura 1: Relação entre ano de publicação pela quantidade de artigos publicados, evolução diacrônica, expressão do indicador simples de quantidade esboçada na figura, relação diacrônica de menções aos descritores.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Pelo que demonstra a Figura 1, podemos observar que, durante um período de 15 anos, entre 1999 e 2014, houve oscilações e picos referentes ao impacto de uma publicação por pico e durante 2005 a 2009 se mantém uma constante de uma publicação por ano. Em 2015, temos um pico forte de 5 publicações nesse ano, havendo uma queda até 2018, já a partir de 2019 há um aumento significativo de publicações, tendo sido publicados, em 2019, 6 trabalhos e, em 2020, a quantidade de 5 publicações. Vale ressaltar que a cienciometria tem como foco demonstrar apenas os aspectos quantitativos, abrindo espaço para que outros autores se utilizem dos dados para tentar explicar de maneira qualitativa quais as causas que levaram a uma maior produção em determinado período.

Em relação a quantidade de menções aos descritores, apresentou-se, nos 29 artigos, um total de 450 menções aos descritores Flnt e InInt, somados. Vale salientar que o programa de cálculo de frequência de palavras identifica o descritor em qualquer parte do artigo, sendo necessário uma revisão manual por leitura e com apoio da função de pesquisa do Word e PDF, pois em alguns artigos os descritores foram encontrados nas referências e estes não foram considerados como parte do corpo do texto. Sendo assim, temos um total de 160 (35,5%) menções ao descritor Flnt e 290 (64,5%) menções ao descritor InInt. Na Tabela 3 tem-se um panorama da distribuição quantitativa e temporal das menções a cada um dos descritores no conjunto dos artigos.

Tabela 3: Quantidade de menções aos descritores Flnt e InInt em cada artigo.

Ano	Código do Artigo	(Flnt)	(InInt)
1999	A1	0	3
2001	A2	10	22

2003	A3	7	0
2005	A4	6	3
2006	A5	0	12
2007	A6	0	4
2008	A7	0	25
2012	A8	3	21
2014	A9	2	0
2015	A10	0	6
2015	A11	10	3
2015	A12	10	4
2015	A13	1	2
2015	A14	0	6
2017	A15	0	5
2017	A16	0	1
2018	A17	7	1
2018	A18	49	10
2019	A19	17	1
2019	A20	0	1
2019	A21	5	56
2019	A22	8	5
2019	A23	0	13
2019	A24	0	4
2020	A25	1	44
2020	A26	10	1
2020	A27	8	27
2020	A28	0	16
2020	A29	6	0
	Total	160	290

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Os descritores Flnt e InInt foram usados, em maior ou menor grau, em conjunto, nos artigos. Como a tabela demonstra, um se sobressaiu em relação ao outro, no que diz respeito à frequência. Os termos Força(s) Intermolecular(es) e Interações Intermoleculares ambos estão presentes na literatura, sendo utilizados em frequências distintas por cada autor. Para analisar a frequência das palavras, aplicou-se a Lei de Zipf.

Analisando a Tabela 3, levamos em consideração a Lei de Zipf, que também nos remete ao entendimento de que a palavra repetida tem a tendência de ser usada o mínimo de vezes, indicando que a repetição do termo não irá produzir uma dispersão no sentido total da obra, tendo cada aplicação do termo seu sentido necessário. Logo, um texto com uma densa repetição do termo nos remete, de uma forma mais enfática e aprofundada sobre o assunto, que o termo expressa seu sentido temático (Mattos, 2019).

Se compararmos o artigo A16 em relação ao A21, de acordo com a perspectiva da Lei de Zipf, podemos inferir que o artigo A16, que teve apenas uma única menção ao descritor InInt, em seu resumo, não concentra o foco de sua abordagem no tema forças intermoleculares ou/e no ensino dele. Sendo que ao ler o trabalho percebemos que o foco central do artigo é a intenção de investigar como os alunos, a nível mental, concebem em seu intrapsíquico as estruturas representacionais de proteínas, e que de forma periférica o termo forças intermoleculares é citado, no resumo do trabalho, mas não conceituado e enfatizado no texto. Já no artigo A21, temos um número significativo de menções ao descritor InInt (56 repetições) e ainda 5 menções ao descritor Flnt. Verifica-se a tendência proposta pela lei métrica quantitativa de Zipf, visto que,

ao ler o artigo A21, percebemos que, em seu título, resumo e palavras-chave, encontra-se o descritor InInt. Este artigo dá ênfase a forças intermoleculares e sua abordagem no decorrer do texto, trazendo reflexões sobre a sua importância no Ensino de Química, revisão da literatura e uma série de atividades experimentais com o objetivo de ensino.

Dependendo da quantidade de descritores, cada publicação apresentou um perfil de conteúdo em relação as forças intermoleculares (Razera, 2016). Na menção aos descritores, a seguir, considerou-se a soma da quantidade de Flnt e InInt:

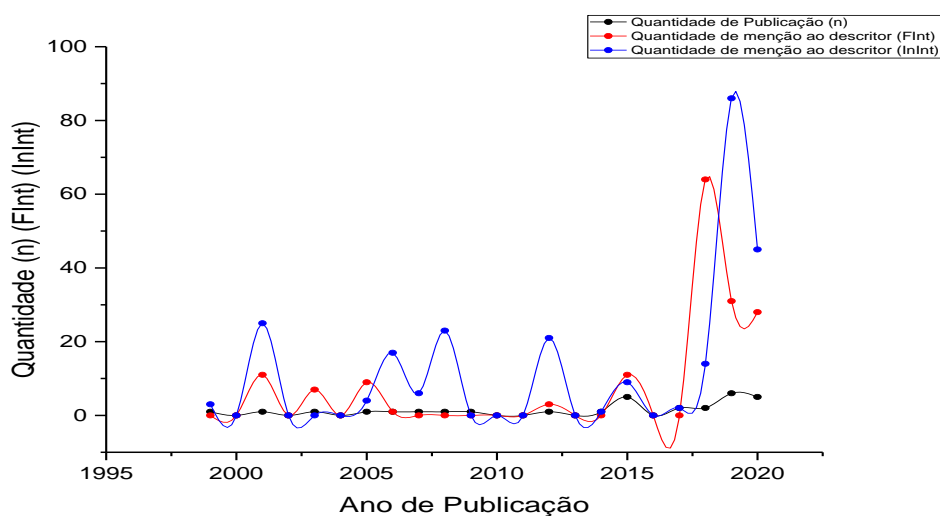
- **Artigos com presença de até 5 menções aos descritores:** No total, foram 7 publicações que são: os artigos A1, A9, A13, A15, A16, A20 e A24. Nesses trabalhos, os descritores são abordados de forma sucinta, apenas como o complemento de um raciocínio ou citado de forma complementar a algum conceito. Os trabalhos possuem ênfase na discussão de outro conceito, que está relacionado em um determinado nível, no contexto do trabalho, com o tema de forças intermoleculares.

- **Artigos com presença de 6 a 10 menções aos descritores:** Foram 7 publicações no total que são: os artigos A3, A4, A6, A10, A14, A17 e A29. Durante a abordagem do conteúdo dessas publicações, podemos perceber que as forças intermoleculares recebem um pouco mais de destaque em relação aos que tiveram 5 menções a menos dos descritores. Mesmo a ênfase dos trabalhos sendo uma metodologia para o ensino ou a abordagem de um tópico distinto, o tema apareceu como um dos conhecimentos utilizados para a aplicação do recurso pedagógico, ou como um fundamento para abordagem do tópico do artigo, não sendo o tema central.

- **Artigos com presença de 11 ou mais menções aos descritores:** No total foram 15 publicações que são: os artigos A2, A5, A7, A8, A11, A12, A18, A19, A21, A22, A23, A25, A26, A27 e A28. Com exceção dos artigos A12, A22 e A23, todos tiveram em seu título palavras-chave e resumo a presença de um dos descritores Flnt ou/e InInt. O conteúdo das publicações em que o descritor apareceu no título teve uma ênfase maior sobre as forças intermoleculares, ou, em conjunto, a discussão do ensino, ou na metodologia para o ensino do tema, ou somente da abordagem extensa do tema. Já os artigos A4, A12, A22 e A23 deram ênfase maior ao tema, em relação àqueles que tiveram 10 menções ou menos, mas não tiveram a mesma intensidade em relação àqueles trabalhos que um dos descritores apareceu no título, dentre os artigos com a presença de 11 ou mais menções.

Nessa perspectiva, percebemos que o descritor utilizado na hora da pesquisa tem caráter de identificação e coleta. Já a análise da quantidade de vezes que o descritor se repetiu no texto, segundo a Lei de Zipf, nos dá meios de selecionar e perceber quais publicações estão mais centradas no tema. Sendo assim, a cienciometria possibilita que as informações registradas, em formatos de publicações, tornem-se passíveis de averiguação em outros meios de pesquisa ou no pensar de políticas socioeducacionais.

Figura 2: Evolução diacrônica dos artigos e menções aos descritores



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A Figura 2 mostra a evolução diacrônica da menção aos descritores, sendo a linha em vermelho referente ao descritor Flnt, a linha em azul o descritor InInt, enquanto a linha em preto é a evolução da produtividade diacrônica mostrada no gráfico 1.

Analisando as palavras-chave dos artigos publicados, observamos que “A palavra-chave tem a característica de ser livremente atribuída pelo autor de um texto, visando, assim, a representação do conteúdo informacional presente no documento por ele elaborado” (Borba, 2012, p. 27). Tendo em vista que o caráter da palavra-chave é a representação de uma parte do sentido geral do texto contida em um termo, e que os descritores escolhidos para a pesquisa foram Flnt e InInt, a menção ao descritor, nessa parte do texto, tem uma maior força de contribuição na representatividade do conteúdo abordado.

Sendo assim, observou-se que as palavras-chave que mais se destacaram no conjunto de 29 artigos remeteram aos descritores Flnt e InInt, sendo que em 7 deles foram encontradas a palavra-chave Forças Intermoleculares e nos outros 7 a palavra-chave Interações Intermoleculares, indicando que 14 artigos (48,27% dos trabalhos) foram selecionados por conter também, ou somente, o descritor na forma de palavras-chave (ver Tabela 4).

Tabela 4: Palavras-chave e sua frequência nos artigos que mencionam os descritores InInt e Flnt uma ou mais vezes nos parâmetros especificados na metodologia deste trabalho.

Palavras-Chave	Repetições
Ensino de Química	6
Ensino Superior	4
Livros didáticos	3
Ensino e aprendizagem	3
Sequência didática	3
Soluções	3
Formação Docente	2
Experimentação	2
Ligação de hidrogênio	2
Simulações Computacionais	2

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Na Tabela 4, temos um panorama das palavras-chave que mais apareceram em seguida dos descritores Flnt e InInt. Esta tabela também remete que forças intermoleculares e interações intermoleculares, em maior grau, estão circundados e relacionados a palavras-chave que remetem a um contexto de ensino. Em análise quantitativa, considerando-se o gênero dos autores e incluindo autores e coautores, verificamos uma leve predominância da quantidade de autores femininos. Na Tabela 5, podemos observar a quantidade de autores e coautores que contribuíram na publicação, por gênero; para não gerar duplicidade de um mesmo autor, foi considerado apenas uma única vez cada autor, mesmo ele tendo contribuído em mais de um artigo. Observamos uma diferença mínima, não tão distante, na composição dos gêneros.

Tabela 5: Dado quantitativo de gênero dos autores.

Gênero	Quantidade (Autores + Coautores)	%
Feminino	44	55
Masculino	36	45

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Na Tabela 6, temos um panorama da composição do número de autores pela quantidade de artigos. Predominou-se a composição do número de autores de 1, 2 e 3 autores por artigo, sendo 82,75% dos trabalhos publicados, e apenas um trabalho expressou um número excessivo de autores, tendo estes 9 autores (Razera, 2016).

Tabela 6: Quantidade de artigos por número de autores.

Composição do número de Autores (z)	Quantidade de Artigos (n)	Porcentagem de Artigos (%)
1	5	17,24
2	11	37,93
3	8	27,58
4	1	3,45
5	1	3,45
6	1	3,45
7	1	3,45
9	1	3,45
Total	29	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Observamos na Tabela 6 que houve uma predominância de trabalhos com a composição de 2 autores (37,93%), o que comprova uma tendência de publicações serem realizadas por duplas. Esses dados corroboram a pesquisa de Oliveira (2019), que investigou o panorama das publicações sobre Química nas revistas nacionais do Ensino de Ciências, Qualis A, sobre a perspectiva latouriana e detectou a presença predominante de dois autores, nas 184 publicações analisadas em sua tese. A predominância de dois autores por trabalho foi de 60,3% e, com isso, a autora levanta a hipótese de que nas pesquisas no Ensino de Química não se encontram um número significativo de parcerias, resumindo-se na significativa maioria a composição dos trabalhos entre o autor e orientador.

Segundo a Lei de Lotka, existem três formas de se creditar a produtividade de publicação do trabalho científico, elas são feitas através de uma forma de contagem para cada caso, sendo elas a contagem direta, contagem completa e contagem fracionada (Mattos, 2019). Na (α) contagem direta, é considerado apenas os autores principais da obra, ignorando os autores colaboradores; na (β) contagem completa, é considerado autores e coautores; e na (γ) contagem fracionada, é estimada uma proporção de contribuição para cada indivíduo (Urbizagástegui, 2009). Neste trabalho considerou-se apenas as contagens direta e completa.

Na Tabela 7, encontra-se, de acordo com a contagem completa (considerando autor principal e coautores), a contribuição em número de artigos InInt e Flnt, sendo que apenas 7 autores (9,33%) contribuíram com mais de uma publicação e 68 autores (90,67%) contribuíram apenas com uma única publicação.

Tabela 7: Distribuição de produção de artigos Flnt e InInt (contagem completa).

Contribuição em número de artigos (InInt) e (Flnt)	Quantidade de Autores (n)	Quantidade de Autores (%)
1	68	90,67
2	7	9,33
Total	75	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Já na contagem direta, como expressa na Tabela 8, a distribuição de produção de artigos pela contribuição do número de autores, obteve-se que 13,54% (3 autores) contribuíram na produção de 2 artigos e 86,46% (23 autores) contribuíram com a produção de um único artigo. Portanto, evidenciou-se uma concordância das abordagens de “Price (1986) que, por meio de pesquisas desenvolvidas entre 1965 e 1971, concluiu que 1/3 da literatura é produzida por menos de 1/10 dos autores mais produtivos” (Machado *et al.*, 2014).

Tabela 8: Distribuição de produção de artigos Flnt e InInt (contagem direta).

Contribuição em número de artigos (z)	Quantidade de autores (n)	Quantidade de artigos (z.n)	Σ z.n	Quantidade de autores (%)	Σ (% de autores)	Quantidade de artigos (% de z.n)	Σ (% de artigos)
1	23	23	23	86,46	86,46	79,31	79,31
2	3	6	29	13,54	100	20,69	100
Total	26	29	-	100	-	100	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Segundo Razera (2016) e Urbizagástegui (2009), esses indicadores não diferem de estudos cienciométricos de outras áreas do conhecimento científico, demonstrando uma tendência, que pode ser explicada. Pela hipótese de que existe no campo intelectual acadêmico uma pequena parcela de intelectuais, que, por possuírem um grau acadêmico maior, uma vivência mais significativa com o tema específico de pesquisa e de terem um investimento financeiro, governamental ou privado, comparado com um graduando que não segue a vida acadêmica, tendem a produzir mais, enquanto esse público não especializado produz apenas um ou dois trabalhos acadêmicos após concluírem o percurso da graduação. Corrobora a lei do elitismo de Price (1986) que basicamente assim se resume: no campo científico, muitos produzem pouco e poucos produzem muito (Razera, 2016).

Na Tabela 9, utilizou-se apenas os autores, considerados na contagem direta (29 artigos), que são os principais de cada trabalho. Para isso, considerou-se, no recorte desse trabalho, o primeiro autor como o principal, pois segundo Montenegro e Alves (1986)

Um trabalho, qualquer que seja sua natureza, terá um indivíduo que o idealizou, que definiu seus objetivos, que decidiu qual material ser estudado e qual o método a ser empregado e que também, em geral, é o responsável pela análise final dos resultados obtidos. Esta pessoa nem sempre domina tecnicamente muitos ou todos os métodos utilizados nos trabalhos; deverá, porém, ser a autora principal e seu nome deverá figurar como o primeiro na lista de autores (Montenegro & Alves, 1986, p. 273).

Tabela 9: Contribuições individuais em artigos InInt e Flnt (contagem direta).

Autor	Instituição	Artigos (n)
Flávia Maria Teixeira dos Santos	Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)	2
Ana Carolina Gomes Miranda	Universidade Federal de Santa Maria	2
Marianna Meirelles Junqueira	Universidade Federal de Lavras (UFLA)	2
Olavo Reis Toledo	Universidade Federal de São Carlos	1
Mayara de Carvalho Santos	Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	1
Ademir de Souza Pereira	Universidade Federal do Oeste do Pará	1
Marília Faustino da Silva	Universidade de São Paulo (USP)	1
Claudia Ayres	Universidade de São Paulo (USP)	1
Larissa Fonseca	Universidade de São Paulo (USP)	1
Julyana Cosme Rodrigues	Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)	1
Janaína Farias de Ornellas	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	1
Willian R. Rocha	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	1
Denise Curi	Universidade de São Paulo (USP)	1
Marcelo H. Herbst	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)	1
Angela Fernandes Campos	Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)	1
Oswaldo Palma Lopes Sobrinho	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)	1
Simone Garcia de Ávila	Universidade de São Paulo (USP)	1
Marina Martins	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	1
Fábio C. Lacerda Almeida	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	1
Isabela Christo Gatti	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)	1
Wilmo E. Francisco Júnior	Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	1
Denise Leal de Castro	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)	1
Boaz G. Oliveira	Universidade Federal da Paraíba	1
Adriel Castro Martins	Universidade Federal do Acre	1
Fábio Luiz Seribeli	Instituto Federal de São Paulo (IFSP)	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

De acordo com Fernandez e Sanchês (1998), através da tabela 9, podemos averiguar o IPI (Indicador de Produtividade Institucional), levando em consideração a instituição na qual os autores pertencem. Predominou a Universidade de São Paulo (USP), com 5 autores, como instituição mais colaboradora à literatura. Contudo, levando em consideração a presença dos descritores Flnt e InInt, apenas os trabalhos de Denise Curi (A5) e Claudia Ayres (A11) tiveram mais de 15 menções aos descritores, dando maior ênfase no conteúdo do tema forças intermoleculares; as publicações (A15, A16 e A20) dos outros 4 autores tiveram de 5 a menos

menções aos descritores, abordando de forma menos enfática o tema relacionado aos descritores.

Na Tabela 9, segundo a classificação, sendo que

Urbizagástegui Alvarado (2009) adaptou de Price (1986) uma classificação de produtividade, que ficou assim: (i) Grandes produtores: produzem dez ou mais artigos; (ii) Produtores moderados: de cinco a nove artigos; (iii) Produtores aspirantes: de três a quatro artigos; (iv) Produtores transeuntes: de um a dois artigos (Razera, 2016, p. 570).

Sendo assim, não foram encontrados grandes produtores, levando em consideração as publicações com ênfase no tema forças intermoleculares. Encontrou-se no geral, a classificação de produtores transeuntes para todos.

Segundo Lindsey (1978), temos a perspectiva de que se um cientista tem uma alta produtividade no âmbito de pesquisas científicas, mas dificilmente este autor é citado, pode ser que este esteja produzindo trabalhos de qualidade questionável. Em contraponto, se temos o oposto, um autor que produz um único artigo, ou poucos, mas este é altamente citado, podemos concluir que suas obras, foram produzidas em um nível altamente apreciado a nível intelectual.

Na tabela 10 temos um panorama dos autores que mais se apresentaram nas listas de referências bibliográficas dos trabalhos, considerando-se a autoria principal da obra. A autoria governamental predominou (documentos curriculares e legislações). Os autores referenciados são bem conhecidos e difundidos nas áreas de Química e Ensino (Razera, 2016).

Tabela 10: Autores principais das obras referenciadas nos artigos

Autores	Quantidade (n)
Brasil	27
Atkins, P. W.	11
Johnstone, A. H.	7
Rocha, W. R.	7
Moreira, M. A.	6
Mortimer, E. F.	6
Delizoicov, D.	6
Cioslowski, J.	5
Coutinho, K.	5
Driver, R	5
Francisco JR, W. E.	5
Ludke, M.	5
Santos, W. L. P.	5
Chassot, A. I	4
Freire, P.	4
Greca, I. M.	4
Moraes, R	4
Pazinato, V. L.	4
Peterson, R. F	4
Seymour, R. W	4
Wartha, E. J	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Para Razera (2016), podemos nos basear nas obras mais referenciadas dos artigos para compreender quais são os principais fundamentos teóricos e aspectos metodológicos que predominam na linha de pensamento que abordam os autores nos artigos sobre forças intermoleculares, no contexto do ensino. Os estudos empíricos na sociologia da ciência tenderam

a confiar na medição separada da produção e das citações para avaliar as contribuições de um cientista (Lindsey, 1978).

Na Tabela 11, encontram-se as obras mais referenciadas nos artigos Flnt e InInt e podemos perceber que são bastante conhecidos e utilizados na área de Química e no seu ensino. As obras da Tabela 11, no caso dos livros, apresentaram-se em diferentes edições, mas como se trata da mesma obra, a caráter de identificação, considerou-se a referência da edição mais atual utilizada entre as referências das publicações analisadas. Nas Tabelas 12, 13 e 14, temos explicitados os anos de publicação e a quantidade dos tipos de trabalhos referenciados, separando os que se encontram na língua portuguesa e na língua estrangeira.

Tabela 11: Obras que mais apareceram listadas nas referências dos artigos.

Obras	Quantidade (n)	Artigos
Atkins, P. W., & Jones, L. (2012). <i>Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> . 5 ed. Bookman: Porto Alegre	8	A3, A4, A8, A12, A13, A22, A25, A27
Lüdke, M., & André, M. (2013). <i>Pesquisa em educação: abordagens qualitativas</i> . 2ed. Rio de Janeiro: EPU.	5	A12, A18, A20, A19, A24
Rocha, W. R. (2001). Interações Intermoleculares. <i>Química Nova na Escola (Cadernos Temáticos)</i> , 4, 31-36.	5	A5, A8, A22, A21, A23
Delizoicov, D., Angotti, J., & Pernambuco, M. M. (2011). <i>Ensino de ciências: fundamentos e métodos</i> . 4 ed. São Paulo: Cortez.	3	A8, A17, A24
Atkins, P. W., & De Paula, J. (2012). <i>Físico-química</i> . Volume 1. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC.	3	A9, A13 A29
Bardin, L. (2009). <i>Análise de conteúdo</i> . Edições 70: Lisboa.	3	A24, A25, A29,
Brown, T. L., Lemay Jr., H. E., Bursten, B. E., & Burdge, J. R. (2005). <i>Química, a Ciência Central</i> . 9. ed. São Paulo: Pearson.	3	A13, A22, A24,
Francisco Jr., W. E. (2008). Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins. <i>Química Nova na Escola</i> , 29, 20-23.	3	A10, A12, A28
Gonçalves, F. P., & Marques, C. A. (2006). Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de Química. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 11(2), 219-238.	3	A10, A15, A19
Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. <i>Ciência & Educação</i> , 9(2), 191-211.	3	A8, A24, A28
Wu, H., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2000). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of visualization tool in the classroom. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , 38(7), 821-842.	3	A3, A4, A11

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A Tabela 12 inicia com o ano de 1961, pois foi este o ano menos recente encontrado nas referências de um dos trabalhos, que cita um documento governamental citando a Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961, da Lei de Diretrizes e Bases (LDB).

Tabela 12: Disposição temporal, dentre os anos de 1961 a 2020, dos tipos de obras referenciadas nos artigos escritos na língua portuguesa (PT-BR) com menção aos descritores Flnt e/ou InInt.

		ANO DE PUBLICAÇÃO																																							
Tipo	61	68	77	80	81	83	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
P	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	2	0	2	3	6	1	3	4	7	8	6	9	4	7	10	4	6	12	9	7	13	13	9	10	8	6	4	4	0	181
L	0	0	1	1	1	0	1	2	0	1	1	0	1	2	1	0	1	2	3	1	3	5	3	2	5	7	3	4	5	3	0	3	2	2	3	1	0	0	0	0	70
G	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	4	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	3	0	1	1	3	2	0	0	28	
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	1	0	4	2	0	0	1	0	1	0	0	15
T	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4	2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	17
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2	0	0	1	1	1	0	0	3	4	1	1	1	1	2	2	1	1	4	1	0	0	30	
Total	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	3	1	5	4	9	6	6	10	12	11	15	13	8	16	23	14	14	19	15	8	22	22	14	15	13	14	9	4	0	341

Notas: P– periódicos; L– livros; G– documentos governamentais; T– teses de doutorado; D– dissertações de mestrado; O– outras obras diversas (e.g., filmes, trabalhos de conclusão de curso, projetos, relatórios, jornais).

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A partir das tabelas 12, 13 e 14, podemos observar que houve uma predominância de artigos escritos na língua portuguesa PT-BR em relação àqueles na língua estrangeira. A diferença foi mínima, sendo 341 (50,51%) trabalhos para língua portuguesa PT-BR e 334 (49,49%) trabalhos para língua estrangeira, o que resulta em uma diferença de aproximadamente 0,5%.

Tabela 13: Disposição temporal, dentre os anos de 1990 a 2020, dos tipos de obras referenciadas nos artigos escritos na língua estrangeira com menção aos descritores Flnt e/ou InInt.

		ANO DE PUBLICAÇÃO																																					
Tipo	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total							
P	3	7	6	14	8	10	5	8	5	6	12	9	7	2	4	7	7	3	13	6	7	6	3	5	7	8	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185	
L	10	0	0	1	0	1	0	3	5	1	3	5	5	2	4	5	3	0	3	3	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	13	7	6	15	8	11	5	11	10	7	15	14	12	4	8	12	10	3	16	9	8	7	5	7	8	8	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	246	

Notas: P– periódicos; L– livros; G– documentos governamentais; T– teses de doutorado; D– dissertações de mestrado; O– outras obras diversas (e.g., filmes, trabalhos de conclusão de curso, projetos, relatórios, jornais).

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Contudo, referindo-se e considerando apenas as publicações de periódicos (466), percebeu-se a predominância de artigos escritos na língua estrangeira (285; 61,16%), depois em língua portuguesa PT-BR (181; 39,84%).

Tabela 14: Disposição temporal, dentre os anos de 1908 a 1989, dos tipos de obras referenciadas nos artigos escritos na língua estrangeira com menção aos descritores Flnt e/ou InInt.

		ANO DE PUBLICAÇÃO																																								
Tipo	01	08	12	20	22	23	24	28	33	36	51	53	54	55	56	57	58	59	60	63	64	65	66	67	70	71	72	73	75	76	77	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	Total
P	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2	4	4	4	2	2	1	2	3	1	0	3	6	6	1	0	1	4	7	83
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	2	0	0	5	
Total	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2	4	4	4	2	2	1	2	3	1	1	3	7	6	1	1	3	4	7	88

Notas: P– periódicos; L– livros; G– documentos governamentais; T– teses de doutorado; D– dissertações de mestrado; O– outras obras diversas (e.g., filmes, trabalhos de conclusão de curso, projetos, relatórios, jornais).

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Nestas tabelas, considerou-se a língua em que o trabalho está escrito, seja ele derivado de um autor de origem nacional, ou seja, que sua língua materna é portuguesa PT-BR, ou ainda derivado de uma tradução. Observamos que muitas obras que são fundamentos e pilares para os estudos acadêmicos relacionados as disciplinas de Química, são traduções. Como por exemplo, as obras de Peter W. Atkins, que foram as mais referenciadas nos artigos analisados.

Considerações Finais

A pesquisa delineou um perfil cienciométrico sobre forças intermoleculares, em que podemos ter um panorama de como se encontra o estado do conhecimento deste conceito da Química, tendo em vista as publicações em formato de artigo em periódicos voltados ao ensino no Brasil.

Os resultados cienciométricos trazem a realidade sobre o estado do conhecimento deste tema e como este se encontra de forma quantitativa, considerando os parâmetros aplicados neste trabalho. Dessa forma, esta pesquisa se torna apta para que sirva de material de estudos que demonstrem aspectos qualitativos destas produções científicas. Sendo assim, posteriormente, através de pesquisas qualitativas, pode-se demonstrar, se o conhecimento produzido em publicações de periódicos é pertinente, de acordo com parâmetros estabelecidos para servir de recurso para o desenvolvimento intelectual e aprimoramento pedagógico de docentes e discentes da área.

A pesquisa demonstrou que, durante um período de 21 anos, houve a produção de 29 artigos, levando em consideração apenas a seleção destes através dos descritores utilizados. Contudo, ao aplicar as Leis da ciencimetria, em específico a Lei de Zipf, percebeu-se que apenas 15 artigos estão intimamente ligados a forças intermoleculares, sendo tema central dos trabalhos em consonância com abordagens de ensino.

Observou-se também que a aplicação da Lei de Lotka, vista através das perspectivas de Price, demonstrou expressamente que poucos produzem muito e muitos produzem pouco. Como também através da Lei de Lotka, demonstrou a predominância na contribuição de dois autores por publicação. Percebeu-se que há autores e obras que são mais requisitadas pelos pesquisadores, sendo estes bem conhecidos na área de Química e no Ensino de Química. Como, por exemplo, P. W. Atkins e A. H. Johnstone que foram identificados, 11 e 7 vezes, respectivamente, nas referências das obras, sendo provenientes de países estrangeiros. Já em nível nacional, o professor E. F. Mortimer (6 vezes) e W. R. Rocha (7 vezes).

As obras de língua portuguesa prevaleceram, em relação as obras de língua estrangeira, nas referências dos trabalhos, com uma diferença pouco significativa, de 341 para 334. Outro ponto é a presença em grande volume de documentos governamentais, aparecendo 27 vezes, demonstrando uma intervenção ativa do poder público no âmbito educacional.

A pesquisa se torna útil no contexto educacional, sendo um meio de suporte e coleta de dados quantitativos estruturados e organizados com base nas leis cienciométricas, pois tudo aquilo que é mensurável está explícito e passível de um olhar crítico. Assim, consideramos a análise cienciométrica como uma poderosa ferramenta para balizar o que já foi pesquisado em profundidade na área de Ensino de Química e os temas e conceitos que ainda apresentam lacunas de pesquisa.

Referências

- Anderson, Richard C., Narin, Francis, & Mcallister, Paul (1978). Publication ratings versus peer ratings of universities. *Journal Of The American Society For Information Science*, 29(2), 91-103.
- Araújo, Carlos A. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, 12(1), 11-32.
- Borba, Diego S., Laan, Regina H., & Chini, Bernadete R. (2012). Palavras-chave: convergências e diferenciações entre a linguagem natural e a terminologia. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 17(2), 26-36.
- Fernández, Cano A., & Sanchês, Bueno A. (1998). Síntesis de estudios bibliométricos españoles em educación: uma dimensión evaluativa. *Revista Española de Documentación Científica*, 21(3), 269-285.
- Hayashi, Maria C. P. I. (2012). *Sociologia da ciência, bibliometria e cientometria: contribuições para a análise da produção científica*. In: *Anais do IV Seminário de Epistemologia e Teorias da Educação*, Campinas-SP.
- Machado Júnior, Celso, Souza, Maria T. S., Palmisano, Angelo, Campanário, Milton A., & Parisotto, Iara R. S. (2014). Análise de viabilidade de utilizar as leis da bibliometria em diferentes bases de pesquisa. In: *Anais do 38º Encontro da ANPAD*. Rio de Janeiro.
- Macias-Chapula, Cesar A. (1998). O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*, 27(2), 134-140.
- Mattos, Miriam. C. C. M. (2019). *Estudos métricos da informação*. Indaial: Uniasselvi.
- Mcgrath, William (1989). What bibliometricians, scientometricians and informetricians study; a typology for definition and classification; topics for discussion. In: *Proceedings of 2nd International Conference on Bibliometrics, Scientometrics and Informetrics*, Ontario, Canada.
- Mello, Ivan R., Barbosa, Karla M. F., Dantas, José A., & Botelho, Ducinelli R. (2017). 25 anos de publicação em auditoria: análise bibliométrica sob o ponto de vista da Lei de Lotka, Lei de Zipf e Ponto de Transição (T) de Goffman. *Revista de Estudos Contábeis*, 8(15), 45-65.
- Milaré, T. (2013). *A pesquisa em ensino de química na Universidade de São Paulo: estudo das dissertações e teses (2006-2009) sob a perspectiva fleckiana*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (modalidade Química, Física e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Montenegro, Mano R., & Alves, Venâncio A. F. (1997). Critérios de autoria e co-autoria em trabalhos científicos. *Acta Botanica Brasilica*, 11(2), 273-276.
- Oliveira, Iara T. (2019). *Panorama e reflexão latouriana das publicações sobre química nas revistas nacionais de ensino de ciências qualis A*. 2019. 154 f. Tese de Doutorado em Química, Universidade Federal do ABC, Santo André-SP.
- Parra, Maurício R., Coutinho, Renato X., & Pessano, Edward F. C. (2019). Um breve olhar sobre a cienciometria: origem, evolução, tendências e sua contribuição para o ensino de ciências. *Revista Contexto & Educação*, 34(107), 126-141.
- Pinheiro, Lena V. R. (1982). *Lei de Bradford: uma reformulação conceitual*. Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Price, Derek J. S. (1986). *Little science, big science... and beyond*. New York: Columbia University Press.

- Quemel, Maria A. R., Pasquarelli, Maria L. R., Carvalho, Neide, & Pedreira, Rosa L. E. A. (1980). Dispersão de artigos sobre a lei da Dispersão de Bradford: análise bibliométrica. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, São Paulo, 13(3/4), 157-166.
- Razera, Júlio C. C. (2016). A formação de professores em artigos da revista *Ciência & Educação* (1998-2014): uma revisão cienciométrica. *Ciência & Educação*, 22(3), 561-583.
- Reis, Adriano S. (2008). *Ligações hidrogênio no cotidiano: uma contribuição para o ensino de química*. 2008. Dissertação de Mestrado em Química, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.
- Santos, Raimundo N., & Kobachi, Nair Y. (2009). Bibliometria, cienciométrica, informetria: conceitos e aplicações. *Revista Pesquisa Brasileira em Cienciométrica e Informetria*, Brasília, 2(1), 155-172.
- Spinak, Ernesto (1998). Indicadores cienciométricos. *Ciência da Informação*, 27(2), 141-148.
- Teixeira, Paulo M. M., & Megid Neto, Jorge (2006). Investigando a pesquisa educacional. um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2), 261-282.
- Urbizagástegui, Ruben A. (2009). Elitismo na literatura sobre a produtividade dos autores. *Ciência da Informação*, 38(2), 69-79.
- Urbizagástegui, Ruben A. (2008). A produtividade dos autores sobre a Lei de Lotka. *Ciência da Informação*, 37(2), 87-102.
- Vanti, Nadia A. P. (2002). Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, 31(2), 369-379.
- Vinkler, Péter (1988). An attempt of surveying and classifying bibliometric indicators for scientometric purposes. *Scientometrics*, 13(5/6), 239-259.

ANEXO: Lista dos artigos analisados na pesquisa por ordem cronológica de publicação, contendo título do artigo, nome da revista, autores e código do artigo

Nome da Revista	Código	Título do artigo	Autores	Ano
Polímeros: Ciência e Tecnologia	A1	Síntese e Caracterização de Poliuretanos Segmentados Contendo Blocos de Peso Molecular Controlado. Parte 1 Preparação e Caracterização dos Materiais	C. L. Almeida; Leni C. Akcelrud (2 autores)	1999
Química Nova na Escola	A2	Interações Intermoleculares	Willian R. Rocha (1 autor)	2001
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A3	Uso do software dicewin na química geral	Flávia Maria Teixeira dos Santos; Ileana Maria Greca; Agostinho Serrano (3 autores)	2003
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A4	Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional	Flávia M. T. Santos, Ileana M. Greca (2 autores)	2005
Química Nova na Escola	A5	Polímeros e interações intermoleculares	Denise Curi (1 autor)	2006
Química Nova	A6	Relação entre transferência de carga e as interações intermoleculares em complexos de hidrogênio heterocíclicos	Boaz G. Oliveira; Regiane C. M. U. de Araújo (2 autores)	2007
Química Nova na Escola	A7	Uma Abordagem Problematizadora para o Ensino de Interações Intermoleculares e Conceitos Afins	Wilmo E. Francisco Júnior (1 autor)	2008
Investigações em Ensino de Ciências	A8	Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre Interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de Urucum	Ademir de Souza Pereira; Dario Xavier Pires (2 autores)	2012
Educación Química	A9	Uma proposta de aula experimental utilizando mesocarpo de babaçu (<i>Orbignya speciosa</i>) na remoção do azul de metileno de soluções aquosas	Oswaldo Palma Lopes Sobrinho; Lana Fernanda Borges da Silva; Álvaro Itaúna Schalcher Pereira; Erika de Kássia Pereira Cantanhede; Maria da Assunção Silva Carlos; Joselson Rodrigues da Silva; Laurinda Fernanda Saldanha Siqueira (7 autores)	2014
Ensino & Pesquisa	A10	Abordagem temática no ensino de química: solubilidade e polaridade de substâncias orgânicas através das vitaminas	Isabela Christo Gatti; Priscilla Lucia Cerqueira; Brenda Nunes da Silva; Márcia Maria Pinto Coelho; Andreia Francisco Afonso; Ivoni Freitas-Reis (6 autores)	2015
Experiências em	A11	Aplicação de uma sequência didática para o estudo de forças	Claudia Ayres; Agnaldo Arroio (2	2015

Ensino de Ciências		intermoleculares com uso de simulação computacional	autores)	
Revista Dynamis	A12	Concepções dos estudantes de química sobre as propriedades coligativas das soluções	Angela Fernandes Campos; Valéria Barboza Veríssimo (2 autores)	2015
Revista Brasileira do Ensino de Física	A13	Construção de uma balança simples para determinação da tensão superficial de líquidos	T.O. Reis, E.C. Ziemath, G.S. Oliveira, F.L. Leite (4 autores)	2015
Educación Química	A14	O papel da argumentação na mudança conceitual e suas relações com a epistemologia de Lakatos	Marina Martins; Rosária Justi; Paula Cristina Cardoso Mendonça (3 Autores)	2015
Educación Química	A15	Compostos coloridos do ferro: uma proposta de experimentação utilizando materiais de baixo custo	Simone Garcia de Ávila; Jivaldo do Rosário Matos (2 autores)	2017
Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular	A16	Tutorial Estrutura e Estabilidade do DNA: animações interativas da estrutura tridimensional do DNA	Larissa Fonseca; Guilherme Marson; Nadja Souza-Pinto (3 autores)	2017
Experiências em Ensino de Ciências	A17	Elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a química dos cosméticos	Julyana Cosme Rodrigues; João R. de Freitas Filho; Queila Patrícia da Silva Barbosa de Freitas (3 autores)	2018
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A18	Tendências do ensino e aprendizagem de forças intermoleculares a partir da análise de publicações em periódicos nacionais e internacionais	Ana Carolina Gomes Miranda; Mara Elisa F. Braibante; Maurícius Selvero Pazinato (3 autores)	2018
Vivências Revista Eletrônica de Extensão da URI	A19	A visão de ciência apresentada em livros didáticos de química na abordagem de forças intermoleculares	Ana Carolina Gomes Miranda; Maurícius Selvero Pazinato; Mara Elisa F. Braibante (3 autores)	2019
Investigações em Ensino de Ciências	A20	Contribuições de uma sequência didática com modelos táteis para as representações mentais de alunos universitários sobre proteínas	Marília Faustino da Silva; Nelma Regina Segnini Bossolan (2 autores)	2019
Scientia Vitae	A21	Interações intermoleculares: o estado da arte da pesquisa em ensino e desenvolvimento de atividades práticas experimentais sobre o tema	Fábio Luiz Seribeli (1 autor)	2019
Revista Thema	A22	Nanotecnologia e polímeros: revisão dos temas visando a abordagem em aulas de Química	Denise Leal de Castro; Maxwell de Paula Cavalcante; Maria Clara Guimarães Pedrosa (3 autores)	2019
Química Nova na Escola	A23	Um Outro Olhar Sobre as Ligações Hidrogênio	Marcelo H. Herbst; Antônio R. M. Monteiro Filho (2 autores)	2019
Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino	A24	Utilização de rótulos no ensino de química: Um estudo da produção acadêmica de 2014 a 2019	Alessandro Cury Soares; Marcello Ferreira; André Luís Silva da Silva; Khalil Oliveira Portugal; Olavo Leopoldino da	2019

			Silva Filho; Adriana Pereira Ibaldo; José Thiago do Nascimento Pereira; Luana Barros Ramalhos; Bruno Peixoto de Oliveira (9 autores)	
Química Nova	A25	Interações intermoleculares e o fenômeno da solubilidade: explicações de graduandos em química	Marianna Meirelles Junqueira; Flavio A. Maximiano (2 autores)	2020
Scientia Naturalis	A26	Jogo twister das forças intermoleculares	Adriel Castro Martins; Jeferson Maciel da Silva; Jesse Melo; Adriano Antonio Silva; Shirani Kaori Haraguchi (5 autores)	2020
Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online	A27	Obtenção da estrutura conceitual do tema interações intermoleculares através da transformação de textos em mapas conceituais	Marianna Meirelles Junqueira; Flavio Antonio Maximiano (2 autores)	2020
<i>Ciência & Educação</i>	A28	O Ensino Contextualizado de Interações Intermoleculares a partir da Temática dos Adoçantes	Mayara de Carvalho Santos; Larissa Rocha Almeida; Pedro Faria dos Santos Filho (3 autores)	2020
Experiências em Ensino de Ciências	A29	Uso de histórias em quadrinhos para ensinar ciências/química por meio dos superpoderes dos heróis	Janaína Farias de Ornellas (1 autor)	2020