



Artigos originais de pesquisa no ensino superior de química: revisão da literatura sobre possibilidades de USO

Original research articles in higher education in chemistry: literature review on possibilities of use

Patrícia Fernanda de Oliveira Cabral

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

patricia.cabral@unesp.br

Flávia Gabriele Sacchi

Universidade de São Paulo

flaviag.sacchi@gmail.com

Salete Linhares Queiroz

Universidade de São Paulo

salete@iqsc.usp.br

Resumo

Neste trabalho realizamos um levantamento bibliográfico acerca de publicações sobre práticas didáticas que envolvem artigos originais de pesquisa no ensino superior de química, em dois periódicos internacionais: Journal of College Science Teaching e Journal of Chemical Education. Para tanto, consideramos todos os números publicados entre setembro de 2007 e abril de 2020 e categorizamos os trabalhos de acordo com as disciplinas nas quais as práticas foram realizadas, bem como apresentamos um breve resumo das publicações. Os resultados mostram que a maior parte das atividades didáticas ocorrem em disciplinas específicas de Comunicação Científica e que a maioria dos trabalhos trata de relatos de experiência e não de pesquisas sobre o assunto. Assim, destacamos a necessidade de ampliação de trabalhos de pesquisa sobre o gênero em questão, tanto em âmbito internacional, quanto nacional.

Palavras-chave: artigo original de pesquisa, ensino superior, química.

Abstract

In this work, we conducted a bibliographic review about publications on didactic practices that involve original research articles in the higher education of chemistry in two international journals: Journal of College Science Teaching and Journal of Chemical Education. To this end, we considered all the issues published between September 2007 and April 2020 and categorized the studies according to the disciplines in which the practices were carried out, as well as presenting a summary of the publications. The results show that most of the didactic activities occur in specific disciplines of Scientific Communication and that most of the works deal with experience reports and not



research on the subject. Thus, we highlight the need to expand research work on the genre in question, both internationally and nationally.

Key words: original research article, higher education, chemistry.

Introdução

Um dos gêneros textuais discutidos em salas de aula do ensino superior de química são os artigos originais de pesquisa (AOP). Estes revelam questões inerentes ao processo de produção da ciência, que, usualmente, não estão abarcadas nos manuais didáticos. Cabe destacar que neste trabalho consideramos como AOP aqueles cuja organização é evidenciada pela divisão em seções, com a presença de introdução, materiais e métodos, resultados e discussão, e descrevem resultados originais de uma investigação científica (CAMPANARIO, 2004).

Em levantamento bibliográfico realizado por Francisco Júnior (2010), sobre estratégias de leitura na educação em química, foram identificados treze trabalhos, dentre os quais apenas três são voltados ao uso de AOP (MASSI et al., 2009; SANTOS; SÁ; QUEIROZ, 2006; SANTOS; QUEIROZ, 2007). Os autores dos trabalhos intitulados “Uso de artigos científicos em uma disciplina de físico-química” (SANTOS; SÁ; QUEIROZ, 2006) e “Leitura e interpretação de artigos científicos por alunos de graduação em química” (SANTOS; QUEIROZ, 2007) descreveram a aplicação propriamente dita dos AOP em disciplinas de graduação em química. No entanto, enquanto no primeiro foi solicitada aos estudantes a leitura e posterior redação de resumos referentes aos assuntos tratados nos artigos lidos, no segundo, foi solicitada a elaboração de apresentações orais e painéis. Ainda sobre o primeiro trabalho, foram coletadas as percepções dos alunos referentes à atividade realizada. O resultado mostrou o crédito dado por eles ao AOP na aprendizagem de conceitos de química, no aprimoramento da capacidade de expressão em linguagem escrita e na localização de referências bibliográficas.

No trabalho de Massi et al. (2009), intitulado “Artigos científicos como recurso didático no ensino superior de química”, os autores realizaram uma busca sobre o assunto em pauta em revistas conceituadas nas áreas de educação em ciências e educação em química, no período de setembro de 1964 a agosto de 2007. No total, foram encontrados trinta trabalhos. A análise destes revelou como os AOP foram empregados, os tipos de atividades didáticas propostas com os artigos e os principais objetivos almejados com a sua aplicação. Com o propósito de oferecer ao leitor um panorama relativamente recente sobre as pesquisas que tratam da temática em foco, realizamos um levantamento bibliográfico acerca de publicações sobre práticas didáticas que envolvem AOP no ensino superior de química, em dois periódicos internacionais: *Journal of College Science Teaching* (JCST) e *Journal of Chemical Education* (JCE). O primeiro abrange trabalhos que discutem desde métodos de ensino até critérios de avaliação utilizados no ensino superior de ciências, o que permite o intercâmbio de ideias e experiências obtidas nesses cursos. Já o segundo, abarca pesquisas relacionadas ao conteúdo químico, métodos de ensino e atividades experimentais, possibilitando também um intercâmbio de informações nessa área.

Percurso metodológico

Segundo Gil (2021), a pesquisa bibliográfica se situa no campo das pesquisas qualitativas, e se utiliza de materiais já publicados, como livros e comunicações. Esta pode ser realizada de acordo com os objetivos do pesquisador, para se observar as diferentes contribuições de diferentes autores



sobre determinado tópico.

Com base nisso, ampliou-se a revisão publicada por Massi et al. (2009), na qual os autores selecionaram trabalhos dos periódicos JCST, JCE, Education in Chemistry e Química Nova, sobre artigos científicos e ensino superior de química, no período de setembro de 1964 a agosto de 2007. No presente trabalho, analisamos os periódicos JCST e JCE, em período posterior ao investigado por Massi et al. (2009), sendo examinados os referidos periódicos entre setembro de 2007 a abril de 2020. A sistemática de busca e análise dos dados se deu em duas etapas, a saber:

Etapa 1) Consulta a todos os números das revistas publicados no período mencionado. Investigamos menções a termos relacionados aos AOP e à comunicação científica, como scientific article, paper, research articles, writing and communication e scientific writing, nos títulos dos trabalhos, resumo e palavras-chave.

Etapa 2) Agrupamento dos artigos que tratavam sobre o AOP em relação ao contexto de aplicação da proposta (disciplinas de Comunicação Científica, disciplinas de Iniciação à Pesquisa, disciplinas da área de Química). Quando as publicações se encaixavam em mais de uma temática, classificamos como multidisciplinar e ainda como interdisciplinar, quando assim relatado pelos autores.

A partir disso, a análise se deu por meio da leitura dos trabalhos e da organização das informações por meio de tabelas e discussão dos conteúdos, disponíveis a seguir.

Resultados e discussão

Foram localizados 18 trabalhos no JCE, apresentados em ordem cronológica na Tabela 1.

Nº	Autores (Título)	Volume, Página Inicial, Ano
1	Forest, K.; Rayne, S. (Incorporating primary literature summary projects into a first-year chemistry curriculum)	85, 592, 2009
2	Jones, C. D. (The kitchen is your laboratory: a research-based term-paper assignment in a science writing course)	88, 1062, 2011
3	Dicks, A. et al. (Undergraduate oral examinations in a university organic chemistry curriculum)	89, 1506, 2012
4	Bennett, N. S.; Taubman, B. F. (Reading journal articles for comprehension using key sentences: an exercise for the novice research student)	90, 741, 2013
5	Cole, K. E. et al. (Implementing a grant proposal writing exercise in undergraduate science courses to incorporate real-world applications and critical analysis of current literature)	90, 1316, 2013
6	Meyers, J. K.; Lebaron, T. W.; Collins, D. C. (The journal of kitchen chemistry: a tool for instructing the preparation of a chemistry journal article.)	91, 1643, 2014
7	Klein, G. C.; Carney, J. M. (Comprehensive approach to the development of communication and critical thinking: bookend courses for third- and fourth-year chemistry majors)	91, 1649, 2014
8	Jacobs, D. L.; Dalal, H. A.; Dawson, P. H. (Integrating chemical information instruction into the chemistry curriculum on borrowed time: a multiyear case study of a capstone research report for organic chemistry)	93, 444, 2015



9	Evans, H. G.; Heyl, D. L.; Liggitt, P. (Team-based learning, faculty research, and grant writing bring significant learning experiences to an undergraduate biochemistry laboratory course)	93, 10274, 2016
10	Scalfani, V. F.; Frantom, P. A.; Woski, S. A. (Replacing the traditional graduate chemistry literature seminar with a chemical research literacy course)	93, 482, 2016
11	Danowitz, A. M. et al. (A combination course and lab-based approach to teaching research skills to undergraduates)	93, 434, 2016
12	Stewart, A. F. et al. (Chemistry writing instruction and training: implementing a comprehensive approach to improving student communication skills)	93, 86, 2016
13	Zwicky, D. A.; Hands, M. D. (The effect of peer review on information literacy outcomes in a chemical literature course)	93, 477, 2016
14	Slade, D. J.; Miller, J. S. (A project provides an opportunity: multiple drafts of an introduction require students to engage deeply with the literature)	94, 1458, 2017
15	Ogunsolu, O. O.; Wang, J. C.; Hanson, K. (Writing a review article: a graduate level writing class)	95, 810, 2018
16	Chen, W. (Introduction to Research: A new course for first-year undergraduate students)	95, 1526, 2018
17	Marteel-Parrish, A. E.; Lipchock, J. M. (Preparing chemistry majors for the 21st century through a comprehensive one-semester course focused on professional preparation, contemporary issues, scientific communication, and research skills)	95, 68, 2018
18	Blackburn, R. A. R. (Using infographic creation as tool for science-communication assessment and a means of connecting students to their departmental research)	96, 1510, 2019

Tabela 1: Artigos, autores e referência no JCE

Observamos, por meio da Tabela 1, que a maior parte dos dezoito artigos foi publicada no ano de 2016 (seis trabalhos). De modo geral, foram selecionadas publicações dos anos de 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019. Na revista JCST, localizamos cinco trabalhos, apresentados em ordem cronológica na Tabela 2.

Nº	Autores (Título)	Volume, Página Inicial, Ano
1	Tribe, L.; Cooper, E. (Independent research projects in general chemistry classes as an introduction to peer-reviewed literature)	37, 38, 2008
2	Wenk, L.; Tronsky, L. (First-year students benefit from reading primary research articles)	40, 60, 2011
3	Robertson, K. (A journal club workshop that teaches undergraduates a systematic method for reading, interpreting, and presenting primary literature)	41, 25, 2012
4	Collins, E. M.; Calhoun, T. R. (Raising the bar in freshman science education:)	43, 27, 2014



	studentlectures, scientific papers, and independent experiments)	
5	Verkade, H.; Lim, S. H. (Undergraduate science students' attitudes toward and approachesto scientific reading and writing)	45, 83, 2016

Tabela 2: Artigos, autores e referência no JCST

Observamos, a partir da Tabela 2, que não houve um ano de destaque no número de publicações, sendo encontrados trabalhos em 2008, 2011, 2012, 2014 e 2016. No que se refere aos contextos nos quais os AOP foram empregados, agrupamos os trabalhos de acordo com as categorias citadas anteriormente. Cabe destacar que dois textos estiveram associados a mais de uma disciplina (multidisciplinar), enquanto uma publicação esteve associada a um contexto interdisciplinar. A Tabela 3, indica os AOP (cujos números estão listados nas Tabelas 1 e 2) classificados em cada um dos grupos.

Disciplinas nas quais ocorreram as atividades com os AOP	Nº do trabalho de acordo com a Tabela 1	Nº do trabalho de acordo com a Tabela 2
Comunicação Científica	1, 2, 6, 7, 10, 15, 17, 18	3
Iniciação à Pesquisa	4, 11, 13, 16	2
Química Orgânica	3, 8, 14	-
Química Geral	-	1
Bioquímica	9	-
Multidisciplinar	5, 12	-
Interdisciplinar	-	4

Tabela 3: Classificação dos trabalhos apresentados de acordo com as disciplinas nas quais as atividades com os AOP ocorreram

Disciplinas de Comunicação Científica

Entre os nove artigos encontrados, dois possuem como foco a escrita científica (MEYERS; LEBARON; COLLINS, 2014; OGUNSOLU; WANG; HANSON, 2018), sendo descritas atividades que tratam da redação de textos no formato de artigos. Na concepção dos autores de um dos trabalhos, a escrita é importante para a carreira dos profissionais da química, no entanto, tem sido bastante negligenciada por graduandos e pelo próprio currículo. Além disso, as disciplinas que encorajam os alunos a escreverem documentos como relatórios ou resumos, raramente beneficiam a comunidade científica do produto resultante (OGUNSOLU; WANG; HANSON, 2018).

A partir dessa conjectura, o trabalho de Ogunsolu, Wang e Hanson (2018) relata a aplicação de uma atividade que envolve a escrita de um artigo de revisão por parte de estudantes de graduação e pós-graduação em química, inscritos em uma disciplina de Escrita Científica. Nessa abordagem, os alunos foram conduzidos a ler AOP, cujo conteúdo serviu como base para a realização da atividade. É interessante ressaltar que a estrutura da disciplina conferiu aos estudantes a oportunidade de uma publicação, uma vez que o produto final foi enviado para divulgação em uma revista. A avaliação dos alunos evidenciou o excesso de trabalho requerido para a execução da atividade em virtude da elevada demanda de tempo para leitura dos AOP e escrita do texto. Em contraponto, julgou-se o



trabalho satisfatório e compensador.

Meyers, LeBaron e Collins (2014) também abordaram a escrita científica. No trabalho, foi solicitado aos estudantes, inscritos em uma disciplina de Redação em Química, a elaboração de um AOP alicerçado nos resultados de um experimento científico. Para os autores, a incorporação de recursos vinculados à escrita nos cursos de química, tal como os relatórios de laboratório, pode ser insuficiente na capacitação dos profissionais dessa área. Embora a organização dos relatórios de laboratório seja destacada pela divisão em seções, assim como os AOP - resumo, introdução, métodos, resultados e discussão, e conclusões - a escrita de ambos não é equivalente. Isso ocorre porque as finalidades e as normas a serem seguidas são distintas. Ao final da disciplina, coube aos estudantes compartilhar os resultados obtidos no experimento por meio da apresentação de um pôster. Os autores apontaram que os estudantes reconheceram aspectos sobre o papel dos cientistas na realização das atividades.

Sob outra perspectiva, o trabalho de Marteel-Parrish e Lipchok (2018) descreve uma proposta aplicada junto a estudantes de graduação em química, que teve como objetivos a preparação profissional, a discussão de questões morais e sociais da química e ética na pesquisa, a proficiência em literatura científica e o desenvolvimento das habilidades de comunicação científica. Esta apresentou cinco etapas, sendo duas delas constituídas de atividades com os AOP. Na primeira, foi solicitada a leitura de artigos acerca da ética e da moralidade, ao passo que na segunda ocorreu a pesquisa, a interpretação e a síntese do conteúdo presente em artigos. Assim como nos dois trabalhos discutidos anteriormente, uma das etapas envolve a escrita, porém, pouca ênfase é dada ao produto escrito.

No trabalho de Blackburn (2019), alunos de graduação inscritos em módulos de Comunicação Científica são solicitados a criar um infográfico com base nos conteúdos presentes em AOP e, em seguida, apresentá-lo oralmente. Segundo o autor, infográficos são textos curtos e eficientes, resultantes da combinação de palavras e gráficos, que costumam facilitar a visualização e a disseminação das informações científicas. Os resultados da análise dos infográficos mostraram que não houve a cópia de informações dos AOP. Isso se deve, segundo o autor, ao formato de texto limitado desse recurso didático. Sob a perspectiva dos estudantes, o limite de palavras na produção do texto serviu como um guia na busca das informações mais relevantes dos AOP.

Um dos trabalhos foi desenvolvido em um minicurso direcionado para graduandos em ciências (ROBERTSON, 2012), no qual foram implantadas estratégias com o objetivo de orientar os alunos na leitura de AOP. A princípio, foi apresentado um método sistemático de leitura de artigos, que requer a construção de planilhas elaboradas a partir da identificação dos pontos principais do texto. As questões de pesquisa, por exemplo, podem ser um dos itens constituintes da planilha. Em um segundo momento, foram discutidos os procedimentos envolvidos na geração de novos conhecimentos, sendo uma das etapas a pesquisa científica. A partir da concepção de que os artigos, assim como as pesquisas, são elaborados de forma ordenada, sugeriu-se aos alunos a realização da leitura destes textos com foco em tais características. A atividade final envolveu a análise das figuras presentes nos AOP que, de acordo com os estudantes, contribuiu significativamente para o entendimento do seu conteúdo. Após a aplicação da abordagem, os estudantes aperfeiçoaram suas habilidades de leitura e interpretação de textos, revelando maior confiança no que diz respeito à compreensão do conteúdo presente em artigos.

Disciplinas de Iniciação à Pesquisa

Cinco trabalhos foram desenvolvidos em disciplinas de Iniciação à Pesquisa. Tal como nas disciplinas de Comunicação Científica, os alunos foram responsáveis pela localização de artigos da literatura primária, seguida da leitura, escrita de documentos e em alguns casos, a efetuação de



apresentações orais e painéis com base no conteúdo dos AOP. Nesse contexto, foi dada ênfase no desenvolvimento de habilidades relacionadas com a pesquisa científica.

No trabalho de Danowitz et al. (2016), por exemplo, desenvolvido em disciplinas denominadas Pesquisa I e em sua subsequente Pesquisa II, foram solicitadas aos estudantes a busca e a leitura de AOP que contivessem informações relevantes para os seus projetos de pesquisa da graduação. Logo em seguida, foi disponibilizado um tutorial, contendo orientações sobre o uso do software Endnote para a elaboração de referências bibliográficas. A atividade auxiliou os estudantes na escrita de seus projetos, tal como possibilitou que eles fossem expostos a situações similares às vivenciadas pelos cientistas. Para os autores, é necessário que todos os estudantes compreendam os aspectos envolvidos na pesquisa em química e de que forma ela se desenvolve.

Em um trabalho distinto, desenvolvido por Bennett e Taubman (2013), estudantes do primeiro ano de graduação, inscritos em uma disciplina de Introdução à Pesquisa Química, possuíram como tarefa principal a leitura crítica de AOP. Segundo os autores, as atividades com os AOP são, comumente, associadas à resolução de questões ou à definição de termos científicos, seguidas de discussão das respostas em um grupo ou a escrita de resumos. Tais atividades denotam baixo nível de compreensão de textos, uma vez que não demandam a avaliação dos AOP. Com o intuito de proporcionar aos alunos a melhoria das habilidades de leitura, foi solicitada a leitura de AOP e a identificação das intenções do autor em cada parágrafo do texto. Após isso, os alunos se dividiram em grupos e cada um deles recebeu um artigo, cujo conteúdo serviu como base para uma apresentação oral. Como resultado, os alunos reportaram que as atividades favoreceram a compreensão do conteúdo presente nos AOP, o que facilitou a seleção das informações para a apresentação oral.

Disciplinas da área de Química

Em relação aos trabalhos classificados como desenvolvidos em disciplinas da área de Química, três estiveram relacionados à disciplina de Química Orgânica e apenas um às disciplinas Bioquímica e Química Geral. Somente um dos trabalhos que foi desenvolvido na Química Orgânica envolve disciplina de caráter experimental (SLADE; MILLER, 2017), ao passo que o único trabalho relacionado à Bioquímica também possui essa natureza. Assim como em outras disciplinas, as atividades com os AOP nessas propostas exigiram dos estudantes a leitura, a escrita de documentos e a realização de apresentações orais e painéis, alicerçadas no conteúdo presente nos mesmos. Evidencia-se que, em alguns casos, a avaliação do conhecimento adquirido ocorreu, principalmente, por meio da análise de apresentações orais e pôsteres.

O trabalho de Dicks et al. (2012), por exemplo, descreve a implementação de um exame oral em uma disciplina de Química Orgânica, o qual substituiu as avaliações escritas. Nesse sentido, os estudantes foram solicitados a selecionar uma reação química reportada em um AOP e expor, por meio de uma apresentação oral, um breve histórico de sua descoberta, o seu mecanismo detalhado, o seu uso em uma aplicação sintética, seus avanços e outras aplicações. Os autores relataram que os alunos se adaptaram facilmente à substituição das avaliações escritas por exames orais, podendo ser incorporados em outras disciplinas.

Já no trabalho de Tribe e Cooper (2008), estudantes da graduação inscritos em uma disciplina de Química Geral foram solicitados a acessar AOP, cujo conteúdo serviu como base para elaboração de pôsteres. Vale mencionar que a abordagem presente neste trabalho realça fortemente a comunicação científica, na medida em que os autores indicam o uso dos AOP não apenas como base para elaboração dos pôsteres, mas como um exemplo da ocorrência da comunicação. Adicionalmente, os autores evidenciam a prática comum dos estudantes em escreverem documentos sujeitos somente às avaliações dos professores do curso, de modo que o requerimento de um pôster amplia o público-alvo, com as avaliações também dos colegas de classe. As conclusões do trabalho



mostraram que 71% dos estudantes consideraram a sessão de pôsteres uma experiência de aprendizado útil. Em contrapartida, a atividade requereu elevado tempo na organização da sessão de pôsteres.

No trabalho de Evans, Heyl e Liggit (2016), os autores descrevem a aplicação de atividades a estudantes inscritos em uma disciplina laboratorial de Bioquímica, cujos objetivos consistem em encorajá-los na leitura de AOP e proporcionar o entendimento de determinadas técnicas bioquímicas. Nesse contexto, a primeira atividade consistiu na seleção de uma técnica bioquímica descrita em um AOP, por parte dos estudantes. Na sequência, solicitou-se a elaboração de uma exposição oral acerca da técnica escolhida, possuindo como base o conteúdo do AOP. Por fim, os alunos selecionaram apenas um artigo a respeito da técnica e explicaram, de maneira crítica, como se deu a utilização da mesma. Os artigos foram utilizados como fonte de informação na aprendizagem dos conteúdos da disciplina, bem como no aprimoramento das habilidades de comunicação oral, argumentação e prática de leitura científica.

Trabalhos Multidisciplinares ou Interdisciplinares

Três trabalhos foram desenvolvidos em contextos diferenciados dos mencionados até então, pois envolviam a aplicação concomitante de atividades em mais de uma disciplina e em contexto interdisciplinar. O trabalho de Stewart et al. (2016), envolveu cinco disciplinas (Introdução aos Métodos Instrumentais de Análise, Química Inorgânica, Técnicas de Síntese Orgânica, Mecanismos de Reação Orgânicas e Química Biomolecular), das quais participaram mais de 600 alunos em um período de seis anos. Tais disciplinas foram selecionadas para a aplicação da proposta devido à abordagem de aulas práticas, que exigem a escrita de relatórios. Nesse contexto, os professores avaliaram relatórios elaborados pelos estudantes, sem considerar o conteúdo científico, e forneceram um feedback no que diz respeito à escrita. Logo em seguida, solicitou-se a reescrita dos textos, tendo em vista as melhorias sugeridas. Os resultados da comparação entre o primeiro e o segundo relatório mostraram que houve melhora significativa na qualidade dos textos. No segundo ano de aplicação da abordagem, os alunos propuseram a substituição dos relatórios de laboratório por um tipo de texto análogo aos AOP. A solicitação se fundamentou na elevada utilização do último nos laboratórios de pesquisa e em outras disciplinas do curso.

Um dos trabalhos ocorreu em uma disciplina de laboratório de ciências interdisciplinar (COLLINS; CALHOUN, 2014), cujo material de ensino combina conteúdos de Matemática, Física, Química e Biologia. A maior parte dos alunos inscritos era do primeiro ano da graduação, sendo solicitadas a eles a realização de experimentos interdisciplinares, a análise dos dados obtidos no software Matrix Laboratory (MATLAB) e a comunicação escrita dos resultados. Devido ao fato de os relatórios convencionais de laboratório proporcionarem, usualmente, pouco desenvolvimento das habilidades de comunicação científica, os textos requeridos na proposta assemelharam-se aos AOP, em formatação e conteúdo. Como a maior parte dos alunos do primeiro ano ainda não havia tido contato com AOP, foram disponibilizados exemplos de trabalhos de pesquisa, além da apresentação dos seus principais elementos. Collins e Calhoun (2014) relataram que as atividades, em especial a introdução dos AOP a alunos do primeiro ano, requerem tempo e comprometimento por parte dos envolvidos. Apesar disso, houve a realização de todas as tarefas requeridas, de modo que muitos estudantes iniciaram trabalhos em laboratórios de pesquisa durante ou após a realização da disciplina, usufruindo do conhecimento adquirido.

Diante do exposto, observamos que todos os trabalhos abarcam atividades com os AOP, visando o desenvolvimento das habilidades de comunicação oral e escrita. Além disso, os trabalhos buscam proporcionar a aprendizagem de conteúdo específico, a familiarização com a literatura primária, a compreensão sobre os mecanismos envolvidos na pesquisa científica e o desenvolvimento do pensamento crítico. À título de exemplo, no trabalho de Chen (2018), os AOP foram empregados



nas atividades visando o desenvolvimento das habilidades de comunicação científica e a familiarização com a literatura primária. Diante disso, a abordagem foi aplicada a alunos do primeiro ano de graduação, inscritos em uma disciplina de Introdução à Pesquisa. A realização das atividades se deu a partir do tema nanopartículas que, segundo o autor, apresenta caráter interdisciplinar, além de ser de interesse geral e de fácil entendimento, em concordância com o nível de compreensão dos estudantes. Os tópicos da disciplina foram introduzidos por meio da leitura de AOP, seguida da discussão, da escrita de documentos e da realização de apresentação oral. A disciplina contou também com atividades experimentais, nas quais os estudantes efetuaram a síntese e a caracterização de nanopartículas, com posterior escrita de um relatório sobre os resultados. As conclusões evidenciaram resultados positivos e os estudantes apontaram ganho de confiança nas apresentações do conteúdo de pesquisas e na escrita de documentos.

A análise dos trabalhos permitiu verificar também que apenas uma publicação distinguiu-se das demais, devido ao fato de se caracterizar como uma pesquisa (VERKADE; LIM, 2016). Nela, foi investigado como se dá a leitura de um AOP por parte de um grupo de estudantes do último de ano de graduação em ciências. Examinou-se também o nível de profundidade da escrita científica dos mesmos. No que diz respeito à leitura, foram aplicados questionários a 96 estudantes, com o intuito de averiguar se eles haviam lido completamente os artigos. A maior parte afirmou que realizou a leitura completa do artigo e não utilizou estratégias para compreendê-lo como, por exemplo, ler apenas a introdução ou os resultados do texto. Em relação à escrita, foi solicitada a de um relatório completo, com base no conteúdo de artigos científicos. Considerando a obtenção de 89 produções textuais, 30,9% dos estudantes apresentou escrita profunda, 30,5% intermediária e 39% superficial.

Contraponto ao contexto nacional

Observamos que, no contexto internacional investigado, a recorrência de relatos de experiência sobre o uso de AOP e poucas pesquisas. Tal resultado difere de trabalhos publicados em âmbito nacional. De fato, temos conhecimento de artigos dessa natureza, de autoria de integrantes do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC) da Universidade de São Paulo, ao qual as autoras são vinculadas. Assim, em contraponto, apresentamos exemplos de trabalhos do referido grupo, nos quais são usualmente realizadas pesquisas sobre a temática investigada no contexto nacional, na área de Química.

O trabalho de Santos, Sá e Queiroz (2006) descreve uma sequência didática envolvendo o uso de AOP no ensino superior de Química, no contexto de uma disciplina de Físico-Química. Nessa perspectiva, foi solicitado aos alunos a leitura de AOP, a produção de resumo acerca de seus conteúdos e a formação de grupos, nos quais houve compartilhamento dos conhecimentos adquiridos e das impressões a respeito da atividade. Após a aplicação da sequência, foram analisadas as manifestações orais e escritas dos alunos, o que possibilitou a reunião e a categorização das percepções dos mesmos sobre a utilização do AOP no que diz respeito à aprendizagem em Química, à capacidade de comunicação em linguagem escrita e de localização de referências bibliográficas.

Outros trabalhos estiveram relacionados a uma disciplina de Comunicação Científica, oferecida em Curso de Bacharelado em Química. A pesquisa de Santos e Queiroz (2007) envolveu, a princípio, a aplicação de uma sequência didática, na qual graduandos leram, discutiram e elaboraram textos a respeito dos conteúdos presentes em AOP. Na busca de estratégias favoráveis à capacidade de interpretação de AOP pelos estudantes, os autores analisaram as produções textuais, tomando como base a Análise do Discurso de Linha Francesa, na perspectiva de Orlandi (2002).

Conforme evidenciado anteriormente, Massi et. al (2009) realizaram uma busca sobre os AOP em revistas conceituadas nas áreas de educação em ciências e educação em química, além de ilustrarem a utilização dos artigos como recurso didático em uma disciplina de Comunicação Científica. Com



o intuito de compreender determinadas características do emprego dos AOP no ensino superior de Química, foi solicitado à turma de alunos a resolução de um questionário, que permitiu a coleta das impressões dos mesmos sobre a relevância das atividades envolvendo os AOP e possíveis sugestões para aprimoramento da proposta.

Queiroz, Cabral e Silva (2017) investigaram, com base no referencial teórico de Marcuschi (2010) e Silva (2011), processos de retextualização de AOP para *slides*, os quais serviram de apoio para a elaboração de exposições orais por parte dos alunos. Já o trabalho de Cabral, Sacchi e Queiroz (2020) apresenta como propósito analisar, pautado nos estudos de Marcuschi (2010) e Silva (2011), as operações de retextualização colocadas em funcionamento pelos estudantes na passagem do texto do AOP para uma exposição oral, buscando refletir sobre as facilidades e dificuldades no uso das mesmas.

No que se refere ao trabalho de Lima e Queiroz (2020), o objetivo principal foi ilustrar o uso do Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições, proposto por Roth e Bowen (2001), na análise de inscrições, utilizadas pelos alunos durante a produção de exposições orais, elaboradas pelos estudantes a partir da leitura de AOP sobre a temática Química Ambiental.

Por fim, o trabalho de Sacchi e Queiroz (2020) investiga, fundamentado nos estudos sobre operações de retextualização e compreensão textual, na perspectiva proposta por Marcuschi, a compreensão de AOP sobre o tema biocombustível por parte de estudantes da Química. Isso se deu a partir da análise da retextualização efetuada pelos estudantes de um AOP para exposição oral correspondente e pelo estabelecimento de relações entre as operações de retextualização utilizadas neste contexto e a compressão textual.

Considerações finais

Neste trabalho tivemos como objetivo realizar um levantamento bibliográfico acerca de publicações sobre práticas didáticas que envolvem AOP no ensino superior de química, em dois periódicos internacionais, de setembro de 2007 a abril de 2020. A busca resultou na localização de 23 artigos, nos quais as atividades didáticas foram realizadas, majoritariamente em disciplinas específicas de Comunicação Científica. A produção se localiza ao longo de todo o período, excetuando-se os anos de 2007, 2010 e 2020. As atividades realizadas pelos autores são diversas, porém, notamos o foco no desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita.

Observamos que, no contexto internacional investigado, a recorrência de relatos de experiência sobre o uso de AOP predomina, enquanto no contexto nacional, várias pesquisas são relatadas. Salientamos a necessidade do oferecimento de maiores oportunidades ao longo dos cursos de química para o desenvolvimento das habilidades de comunicação científica por parte dos estudantes, de modo que trabalhos futuros possam ser realizados em diferentes disciplinas, e a análise dos dados coletados seja realizada pautada em referenciais teóricos para a discussão de como se dá o aprimoramento de tais habilidades. Além disso, as atividades podem ser organizadas na forma de sequências didáticas, por exemplo, com foco na discussão das características dos AOP e na compreensão textual de seu conteúdo.

Agradecimentos e apoios

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro (Processo 2018/23819-9). O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).



Referências

- BENNETT, N. S.; TAUBMAN, B. F. Reading journal articles for comprehension using key sentences: an exercise for the novice research student. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 6, p. 741-744, 2013.
- BLACKBURN, R. A. R. Using infographic creation as tool for science-communication assessment and a means of connecting students to their departmental research. **Journal of Chemical Education**, v. 96, n. 7, p. 1510-1514, 2019.
- CABRAL, P. F. O.; SACCHI, F. G.; QUEIROZ, S. L. Retextualização escrita-fala: o caso da exposição oral acadêmica na graduação em química. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 13, p. 215-240, 2020.
- CAMPANARIO, J. M. Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 22, n. 3, p. 365-378, 2004.
- CHEN, W. Introduction to Research: a new course for first-year undergraduate students. **Journal of Chemical Education**, v. 95, n. 9, p. 1526-1532, 2018.
- COLLINS, E. M.; CALHOUN, T. R. Raising the bar in freshman science education: student lectures, scientific papers, and independent experiments. **Journal of College Science Teaching**, v. 43, n. 4, p. 27-35, 2014.
- DANOWITZ, A. M. et al. A combination course and lab-based approach to teaching research skills to undergraduates. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 3, p. 434-438, 2016.
- DICKS, A. et al. Undergraduate oral examinations in a university organic chemistry curriculum. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 12, p. 1506-1510, 2012.
- EVANS, H. G.; HEYL, D. L.; LIGGIT, P. Team-based learning, faculty research, and grant writing bring significant learning experiences to an undergraduate biochemistry laboratory course. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 6, p. 10274-1033, 2016.
- FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Estratégias de leitura e educação química: que relações? **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 4, p. 220-226, 2010.
- GIL, A. C. **Como fazer pesquisa qualitativa?** São Paulo: Atlas, 2021.
- LIMA, M. S. de; QUEIROZ, S. L. Modelo semiótico de leitura de inscrições: aplicação na educação em química. **Química Nova**, v. 43, n. 7, p. 987-997, 2020.
- MARCUSCHI, L. A. **Da fala para a escrita: atividades de retextualização**. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- MARTEEL-PARRISH, A. E.; LIPCHOCK, J. M. Preparing chemistry majors for the 21st century through a comprehensive one-semester course focused on professional preparation, contemporary issues, scientific communication, and research skills. **Journal of Chemical Education**, v. 95, n.1, p. 68-75, 2018.
- MASSI, L.; SANTOS, G. R.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Artigo científico como recurso didático no ensino superior de química. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 503-510, 2009.
- MEYERS, J. K.; LEBARON, T. W.; COLLINS, D. C. The journal of kitchen chemistry: a tool for instructing the preparation of a chemistry journal article. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 10, p. 1643-1648, 2014.



OGUNSOLU, O. O.; WANG, J. C.; HANSON, K. Writing a review article: a graduate level writing class. **Journal of Chemical Education**, v. 95, n. 5, p. 810-816, 2018.

ORLANDI, E. P. **Análise de discurso**: princípios e procedimentos. Campinas: Pontes, 2002.

QUEIROZ S. L.; CABRAL P. F. O.; SILVA E. M. S. Retextualização de artigos originais de pesquisa por graduandos em química. **Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias**. v. extra, p. 4647-4652, 2017.

ROBERTSON, K. A journal club workshop that teaches undergraduates a systematic method for reading, interpreting, and presenting primary literature. **Journal of College Science Teaching**, v. 41, n. 9, p. 25-31, 2012.

ROTH, W. M.; BOWEN, G. M. Professionals read graphs: a semiotic analysis. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 32, p. 159-194, 2001.

SACCHI, F. G.; QUEIROZ, S. L. Compreensão textual de artigos originais de pesquisa por graduandos em química. **Ciência e Natura**, v. 42, p. e8, 2020.

SANTOS, G. R., SÁ L. P., QUEIROZ S. L. Uso de artigos científicos em uma disciplina de físico-química. **Química Nova**, v. 29, n. 5, p. 1121-1128, 2006.

SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. Leitura e interpretação de artigos científicos por alunos de graduação em química. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 2, p. 193-209, 2007.

SILVA, A. V. L. Operações de retextualização no gênero exposição oral acadêmica. **Revista Memento**, v. 2, n. 2, p. 70-89, 2011.

SLADE, D. J.; MILLER, J. S. A project provides an opportunity: multiple drafts of an introduction require students to engage deeply with the literature. **Journal of Chemical Education**, v. 94, n. 10, p. 1458-1463, 2017.

STEWART, A. F. et al. Chemistry writing instruction and training: implementing a comprehensive approach to improving student communication skills. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 1, p. 86-92, 2016.

TRIBE, L.; COOPER, E. Independent research projects in general chemistry classes as an introduction to peer-reviewed literature. **Journal of College Science Teaching**, v. 37, n. 4, p. 38-42, 2008.

VERKADE, H.; LIM, S. H. Undergraduate science students' attitudes toward and approach to scientific reading and writing. **Journal of College Science Teaching**, v. 45, n. 4, p. 83-89, 2016.