

Química forense no ensino de química: análise da produção acadêmica nacional (2000 - 2018)

Arieli Matos da Silveira¹, Patrícia Fernanda de Oliveira Cabral², Salete Linhares Queiroz^{3*}

¹Discente da Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Química, São Carlos, São Paulo, Brasil, ²Professora da Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Salvador, Bahia, Brasil, ³Professora da Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil *salete@iqsc.usp.br

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 09/10/2021

Publicado em: 21/10/2021

RESUMO

A ciência forense pode ser abordada com o propósito de acentuar o interesse e a motivação de estudantes de química. Este trabalho apresenta um estudo do tipo estado da arte sobre as pesquisas relacionadas a tal perspectiva, publicadas em periódicos científicos de origem portuguesa e espanhola, no período de 2000 até o primeiro bimestre de 2018. Foram analisados vinte artigos, de acordo com os seguintes descritores: ano de publicação, região geográfica, instituição de ensino superior, nível de escolaridade e foco temático. Os resultados mostraram que existe uma preferência dos autores pela abordagem de estratégias didáticas. A produção dos artigos é originária de todas as regiões geográficas brasileiras, embora a representação das regiões Centro-Oeste e Norte seja baixa. Os níveis de escolaridade privilegiados foram o ensino médio e o ensino de caráter geral.

Palavras-chave: Química forense. Ensino de química. Estado da arte.

Forensic chemistry in chemistry education: analysis of national academic production (2000 - 2018)

ABSTRACT

Forensic science can be taught to enhance the interest and motivation of chemistry students. This paper presents a survey of the state-of-the-art research on the subject, published in Portuguese and Spanish scientific journals from 2000 to 2018. We analyzed twenty articles based on the following descriptors: year of publication; geographical region; institution of origin; educational level and thematic focus. The data analysis revealed that there is a preference for issues related to didactic strategies. Articles have been produced in all Brazilian geographic regions, but the representation from the Center-West and North region is very low. The most researched levels of education were high school (50%) and general education (25%).

Keywords: Forensic chemistry. Chemistry education. State of the art.

INTRODUÇÃO

Trabalhos reportados na literatura apresentam a aproximação entre o ensino de química e os conhecimentos científicos, aos fenômenos do cotidiano dos alunos. Wartha

et al., (2013) destacam que é necessária a distinção entre trabalhos que utilizam os termos “cotidiano” e “contextualização”, já que as perspectivas didáticas passíveis de serem adotadas pelo professor são diversas, bem como as linhas teóricas relacionadas aos temas, de modo que as atividades didáticas sejam aplicadas de forma problematizadora. Nesse contexto, Martins et al., (2016) apontam a química forense como ferramenta de contextualização do conhecimento de disciplinas, tendo em vista a realização de estudos sob a perspectiva prática e valorosa para sociedade, que pode motivar o ensino dos conceitos de química, chamando a atenção de grupos diversos de estudantes.

A ciência forense pode ser definida como a ciência aplicada à lei, fornecendo subsídios para investigações de crimes, danos e mortes sem explicação aparente (SILVA; ROSA, 2013). Assim, a ciência forense auxilia na solução de delitos e na observação de responsáveis, partindo da coleta e análise de vestígios disponíveis em uma investigação criminal. Cruz et al., (2016) salientam que as técnicas utilizadas pela ciência forense se utilizam de análises que aproximam os conceitos de química a situações de realidade social, por meio da aplicação de métodos analíticos, orgânicos e físico-químicos.

Em situações de ensino, a ciência forense pode ser utilizada como ferramenta para divulgar a ciência de modo geral, contribuindo para a descentralização e estudo para além dos muros escolares. Dessa forma, diversos autores apontam possibilidades de promoção do ensino de ciências utilizando a química forense por meio de diversas metodologias e estratégias de ensino, como a contextualização, a experimentação, os jogos, o teatro, as oficinas temáticas, os recursos audiovisuais, dentre outros (VENTURA; MARTINS JUNIOR, 2021).

Por outro lado, são poucos os trabalhos de estado da arte direcionados à investigação do emprego da química forense no ensino de química, em âmbito nacional. A título de exemplo, Ventura e Miranda Junior (2021) analisaram as abordagens de trabalhos sobre química forense nas atas do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Os autores encontraram 23 trabalhos, dos quais a maior parte se relacionava à contextualização e à aplicação de atividades lúdicas, de modo que os professores pudessem utilizar estratégias de ensino diversas e os alunos se sentissem motivados e atuassem no papel principal nas aulas de química.

Martins et al., (2016) realizaram a busca de artigos sobre a temática, dos quais os cinco selecionados tratavam, especificamente, sobre a contextualização e a química

forense no ensino de química. Os autores mencionaram a escassez de trabalhos sobre o tema no país. Assim, destacamos a relevância de pesquisas dessa natureza e buscamos contribuir para a catalogação da produção acadêmica da temática na área do conhecimento em destaque.

Tendo em vista o exposto, o presente trabalho é um recorte de uma dissertação de mestrado profissional, e temos como objetivo discutir parte dos trabalhos publicados sobre química forense no ensino de química no Brasil, especificamente, na perspectiva da contextualização. Para tanto, foram selecionados vinte artigos, publicados no intervalo entre 2000 e o bimestre inicial de 2018, disponíveis em sites de revistas das áreas 38 (Educação) e 46 (Ensino) do Programa QUALIS – CAPES (Coordenação de Pessoal de Nível Superior). Buscamos responder à questão de pesquisa: quais são as características e tendências da pesquisa acadêmica brasileira sobre a aplicação da química forense no ensino? Para tanto, caracterizamos as publicações selecionadas de acordo com o ano de publicação, a região geográfica na qual se localizam os autores e as instituições vinculadas, as Instituições de Ensino Superior (IES), o nível de escolaridade de interesse das pesquisas e o foco temático.

METODOLOGIA

A pesquisa descrita no presente trabalho é do tipo estado da arte (ou bibliográfico) e apresenta como característica fundamental, segundo Ferreira (2002), a investigação daquilo que é produzido sobre algum assunto ou área do conhecimento. Dessa forma, há a possibilidade de realizar um mapeamento da produção acadêmica, bem como discutir suas particularidades. Para a seleção dos artigos sobre química forense no ensino de química, acessamos os sites das revistas pertencentes às áreas de interesse do Programa QUALIS – CAPES, que são subdivididas nos estratos A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C, por ordem decrescente de qualidade, sendo o estrato A1 o mais qualificado e o estrato C com peso zero.

Dos referidos estratos, consideramos as revistas da área de ensino de ciências classificadas como A1, A2, B1 e B2, das áreas 38 (Educação) e 46 (Ensino), referentes ao quadriênio 2013-2016. Restringimos os resultados às publicações em língua portuguesa e espanhola, de modo que foram selecionados apenas artigos nos quais os autores estivessem vinculados à IES do Brasil, uma vez que o mapeamento realizado se destina ao âmbito nacional.

Na sequência, pesquisamos os trabalhos nos sites dos periódicos entre 2000 e 2017. Posteriormente, ampliamos a análise considerando o primeiro bimestre de 2018, a fim de atualizar o banco de dados, e encontramos mais dois artigos, que foram adicionados ao *corpus* da pesquisa. A partir disso, o período de análise dos trabalhos foi acrescido, compreendendo o início de 2018. A busca foi restrita à textos que apresentassem as palavras-chave “investigação criminal”, “química forense”, “Sherlock Holmes”, “perícia” e “Breaking Bad”.

Os arquivos foram baixados e armazenados em computador, segundo os sites dos periódicos. Destes, apenas a Revista Brasileira de Ensino de Química não possui acesso livre, de modo que os artigos de interesse da pesquisa, pertencentes ao periódico em questão, foram adquiridos mediante pagamento.

Na etapa seguinte estabelecemos a metodologia para organização dos textos, com a interação entre o pesquisador e os materiais coletados, com o objetivo de classificar as produções, no que se refere aos propósitos das investigações selecionadas. Uma vez coletados os trabalhos, foram colocadas em funcionamento as etapas:

a) Verificação nos resumos dos trabalhos sobre quais tratavam especificamente da química forense em situações de ensino; b) Leitura do texto completo e posterior classificação, segundo os descritores da pesquisa; c) Elaboração de fichamentos para constituição de banco de dados; d) Reuniões entre a primeira e a terceira autoras para análise dos dados, observando o detalhamento metodológico e teórico das propostas, a fim de traçar as tendências e ênfases adotadas pelos autores, para a elaboração dos focos temáticos; e) Produção de gráficos e tabelas no Excel®, para organização dos trabalhos, de acordo com os descritores considerados; f) Análise dos resultados, para identificar as principais características das pesquisas, bem como discussão e indicação de aspectos pouco discutidos sobre a temática em âmbito nacional.

Definimos como descritores para análise dos artigos:

- Ano de publicação: para possibilitar a análise da produção ao longo do período considerado na pesquisa.
- Região geográfica: a fim de identificar a localização dos autores dos textos e mapear as regiões nas quais as IES de interesse se situam.
- Instituição de ensino superior: para catalogar as IES de vínculo dos trabalhos, ou seja, buscamos averiguar a sustentação institucional das pesquisas sobre o tema na área de ensino de química.

- **Nível de escolaridade:** a fim de identificar a quais níveis de ensino os trabalhos foram aplicados. Consideramos a descrição metodológica das pesquisas, a partir dos sujeitos, dos materiais utilizados, dos métodos de avaliação, das atividades didáticas colocadas em funcionamento e/ou sugeridas, das menções ao currículo e dos relatos de experiência. Utilizamos a nomenclatura Ensino Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior, conforme as diretrizes em vigência desde a Lei n. 11.274/2006, que promulgou o ensino fundamental com duração de nove anos, após a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei n. 9.934/96. A nomenclatura anterior, da década de 1990, era pautada na Lei n. 4.024/68 e na Lei n. 5.692/71 (Ensino Pré-Escolar, Ensino de 1º Grau, Ensino de 2º Grau, Ensino de 3º Grau), segundo Megid Neto (1999).

Assim como Megid Neto (1999) adotamos a classificação baseada nos níveis atualizados supracitados e acrescentamos a categoria geral. O autor propôs o referido nível em trabalho do tipo estado da arte para se referir à documentos nos quais o nível de escolaridade é tratado de maneira genérica, em outras palavras, não é apresentada a discussão direcionada para um nível de ensino, especificamente.

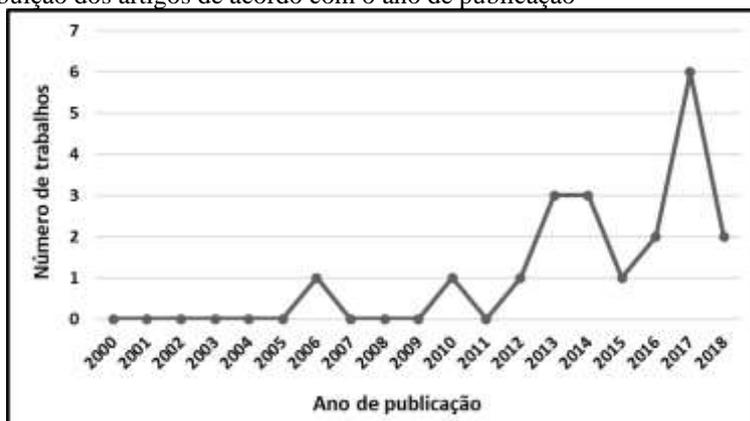
- **Foco temático:** para observarmos os temas discutidos nos artigos. Assim, a química forense no ensino de química foi observada em relação à sua aplicação. As categorias elaboradas após a leitura na íntegra dos trabalhos foram: a) A química forense no ensino de química em perspectiva teórica; b) A química forense na elaboração de estratégias didáticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção e sua distribuição no tempo

Ao todo, reunimos vinte artigos relacionados à aplicação da química forense no ensino, no período investigado. A distribuição dos documentos de acordo com o ano de publicação está representada na Figura 1. Esta ilustra a evolução da produção ao longo do período analisado.

Figura 1 - Distribuição dos artigos de acordo com o ano de publicação



Considerando o período de pesquisa dos artigos abrangendo os anos entre 2000 e o primeiro bimestre de 2018, no que diz respeito às revistas analisadas, o primeiro trabalho localizado sobre a temática foi publicado no ano de 2006, não havendo publicações nos três anos posteriores e somente em 2010 ocorreu outra publicação, sendo ela a única deste ano.

É possível observar que a produção no período de 2010 a 2012 é relativamente constante, já que no ano de 2011 não constatamos nenhuma publicação e no ano de 2012 apenas um trabalho foi encontrado. No ano de 2013 foi verificado um número maior de trabalhos, comparativamente aos anos anteriores, três no total, e essa frequência permaneceu inalterada no ano de 2014.

Em 2015 ocorreu um declínio, com apenas uma publicação sobre o tema em foco. No que diz respeito ao ano de 2016, observamos um aumento, totalizando dois artigos. No entanto, é no ano de 2017 que constatamos um salto acentuado no número de publicações, a produção sextuplicou de 2010 a 2017, sendo o ano com maior número de trabalhos, num total de seis artigos. Vale destacar que até o primeiro bimestre de 2018 (janeiro e fevereiro) foram encontrados dois artigos, o que sugere que esse poderia ser um ano promissor no que diz respeito às pesquisas abordando a química forense no ensino.

As observações a respeito da produção ao longo do tempo sinalizam o crescente interesse de pesquisadores na investigação de assuntos relacionados à temática em foco, e que este se acentuou nos últimos anos, com ênfase nos anos após 2010. No entanto, o número de artigos publicados em revistas ainda pode ser considerado restrito: vinte artigos no período analisado. Logo, iniciativas para a ampliação desse número precisam

ser tomadas, visando à consolidação da inserção de práticas de ensino dessa natureza na educação básica e no nível superior (POLETTI, 2017).

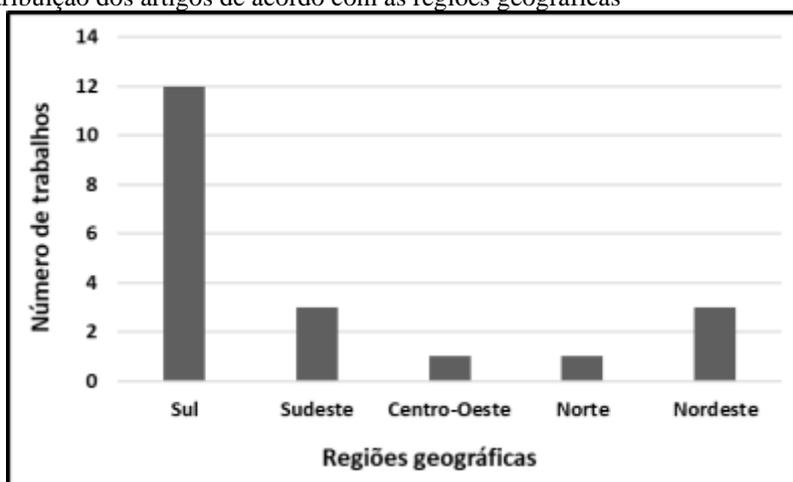
Como a Figura 1 nos mostra, o interesse pelo tema se acentuou após 2010. Podemos atribuir tal fato ao avanço dos seriados abordando temas relacionados às ciências forenses, já que a criação de diversos documentários, programas televisivos e séries de ficção trouxe uma conscientização sobre o assunto e um foco maior para conteúdos de química, de modo geral, como CSI (Crime Scene Investigation), Cold Case, Without a Trace, Breaking Bad, Criminal Minds, dentre outras. Nessa perspectiva, destacamos o seriado Breaking Bad como um grande precursor da expansão do tema forense para o público brasileiro. Segundo Nogueira (2012), tal seriado foi amplamente considerado como uma das melhores séries da história.

Além disso, podemos destacar que a temática forense se tornou mais conhecida do público brasileiro, despertando seu interesse, após os trabalhos realizados pelos peritos criminais na elucidação do caso de assassinato da menina Isabella Nardoni, em março de 2008 (MELLO NETO; NAKAMURA, 2015).

A produção e sua distribuição de acordo com as regiões geográficas

A Figura 2 ilustra o número de trabalhos localizados nas revistas da área de Ensino de Ciências de acordo com a sua distribuição por regiões geográficas do Brasil.

Figura 2 - Distribuição dos artigos de acordo com as regiões geográficas



Conforme ilustra a Figura 2, apesar de todas as regiões do país contribuírem para o número total de artigos, a região Sul se destaca e detém a grande maioria dos trabalhos publicados em revistas, sendo doze num total de vinte documentos. Ocupando

a segunda posição, no que diz respeito à produção de artigos sobre o tema, estão a região Sudeste e a região Nordeste, já que ambas apresentam um total de três trabalhos, ou seja, cada uma é responsável por 15% dos artigos encontrados. Sendo assim, é possível notar uma diferença significativa no número de publicações, se comparadas à região Sul, uma vez que esta abarca 60% das publicações. Já as regiões Norte e Centro-Oeste contribuíram com apenas um artigo cada, fato que sugere a pouca atividade de pesquisa sobre o tema em universidades dessas regiões.

Segundo Souza (2018), para superar a situação de escassez de pesquisas na região Norte, em 2014 foi elaborada a Carta de Rio Branco. Esta Carta é um documento, no qual pesquisadores dos Programas de Pós-Graduação da área de Ensino na Amazônia Legal, reunidos em Rio Branco-AC, de 23 a 26 de julho de 2014, apresentaram à presidência da CAPES e aos demais organismos concernentes ao ensino superior do país os pleitos e proposições para superação de dificuldades que surgiram da avaliação realizada, a fim de garantir apoio à consolidação dos Programas existentes, e ampliação da oferta de novos Programas em Ensino, fortalecendo assim, direta e indiretamente, a educação básica na região Amazônica.

Na referida carta, a reivindicação foi a respeito do fortalecimento da Rede Amazônica de Matemática e Ensino de Ciências (REAMEC), a mais importante Rede já construída pela área para ampliar a formação de doutores na região da Amazônia Legal. A REAMEC associa 26 IES da região e agrega 38 docentes, para a formação, até 2020, de 150 doutores em Ensino, dos quais 114 já se encontram em processo de formação, e nucleando grupos de pesquisa e Programas de Mestrado em todos os estados da Amazônia Legal (SOUZA, 2018).

A Rede se constitui na mais importante ação para a consolidação dos Programas de mestrado existentes na região (Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Estadual de Roraima (UERR) e Universidade Federal do Acre (UFAC) e assegura a possibilidade de expansão, com a criação de novos Programas nos estados que ainda não possuem cursos de Pós-Graduação na área de Ensino.

Já em relação à região Centro-Oeste, como esta contribuiu com apenas um trabalho, tal fato sugere a ausência de grupos de pesquisa voltados à educação em química relacionada à química forense. No entanto, vale destacar, que por mais que a região Centro-Oeste não apresente um número significativo de artigos publicados em

revistas ela é a que possui mais trabalhos apresentados nas quatro últimas edições do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Sendo este o maior e mais representativo evento da divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), que acontece bianualmente em diferentes regiões do país.

De fato, ao analisar as quatro últimas edições do ENEQ, entre 2010 e 2016, Silveira e Queiroz (2018) localizaram vinte trabalhos e desse total, oito, ou seja, 40% eram oriundos de instituições localizadas na região Centro-Oeste do país. No ENEQ 2010, realizado na cidade de Brasília, todos os quatro trabalhos encontrados que abrangem a química forense no ensino são dela proveniente, mais especificadamente: três trabalhos da Universidade Federal de Goiás (UFG) e um trabalho da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

Vale destacar que os dados obtidos na análise da distribuição pelo território nacional contrariaram uma hipótese inicial, de que a maioria dos trabalhos estaria concentrada na região Sudeste, pelo fato de abrigar um número elevado de IES de grande tradição em pesquisa no país, como a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

Além disso, na região Sudeste está concentrado um número elevado de Programas de Pós-Graduação, outra provável razão pela qual as contribuições de pesquisa seriam maiores nessa região. Porém, o cenário obtido nesta pesquisa mostra que praticamente todas as regiões do país vêm realizando trabalhos na área da aplicação da química forense no ensino, com destaque maior para a região Sul.

A produção e sua distribuição de acordo com as instituições acadêmicas

A Tabela 1 apresenta a quantidade de artigos de acordo com as IES às quais os autores estão vinculados. É necessário destacar que o número de trabalhos excede os vinte artigos considerados na análise, visto que cada trabalho proveniente de duas instituições diferentes foi computado duas vezes (uma vez para cada instituição).

Tabela 1 - Número de artigos, instituições de origem e estado

Sigla	IES/Estado	Nº Artigos
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul-RS	3
UNIOESTE	Universidade Estadual do Oeste do Paraná-PR	3
IFRS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul-RS	3

UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná-PR	2
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro-RJ	1
IFRJ	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro-RJ	1
UFAC	Universidade Federal do Acre-AC	1
UFC	Universidade Federal do Ceará-CE	1
UNIMES	Universidade Metropolitana de Santos-SP	1
UEM	Universidade Estadual de Maringá-PR	1
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco-PE	1
UCS	Universidade de Caxias do Sul-RS	1
USP	Universidade de São Paulo – SP	1
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria – RS	1
UNIVATES	Universidade do Vale do Taquari-RS	1
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná-PR	1
UEL	Universidade Estadual de Londrina-PR	1
UnB	Universidade Nacional de Brasília-DF	1
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco-PE	1
IFPB	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-PB	1
Total		27

Conforme retrata a Tabela 1, as IES que mais contribuíram com a produção de artigos publicados sobre química forense no ensino foram a UFRGS, UNIOESTE, IFRS, seguidas da UNICENTRO. Ou seja, são duas instituições do estado do Paraná (UNIOESTE e UNICENTRO) e duas instituições do estado do Rio Grande do Sul (UFRGS e IFRS), todas oriundas da região Sul do país.

É digno de nota que os três trabalhos originários da UFRGS foram realizados em parceria com pesquisadores do IFRS. No estado do Paraná destacam-se os artigos oriundos da UNIOESTE e UNICENTRO. Dois deles foram realizados em parceria por pesquisadores das duas universidades. Em relação ao IFRS, este contribuiu com três trabalhos realizados em parceria com os pesquisadores da UFRGS. Vale ainda salientar que na região Sul as universidades UCS, UFSM e UNIVATES, com suas respectivas sedes no estado do Rio Grande do Sul, também apresentam trabalhos sendo realizados na área de química forense no ensino, sendo que cada uma dessas instituições conta com um artigo cada publicado em periódicos nacionais. Além delas, a UEM, UTFPR e UEL, universidades do estado do Paraná, também publicaram um artigo cada. Em contrapartida o estado de Santa Catarina não apresentou produção de nenhuma IES.

Na região Sudeste não há uma IES que se destaca em artigos publicados em revistas sobre o tema em questão. É possível observar uma homogeneidade, ou seja, todas as instituições publicaram apenas um artigo cada, provenientes da USP, da UNIMES e da parceria entre a PUC-RJ e o IFRJ. Constata-se assim que os estados de

Minas Gerais e Espírito Santo também não apresentaram produção de nenhuma IES. Da região Nordeste, identificamos um artigo da UFRPE, um da UFC e um do IFPB.

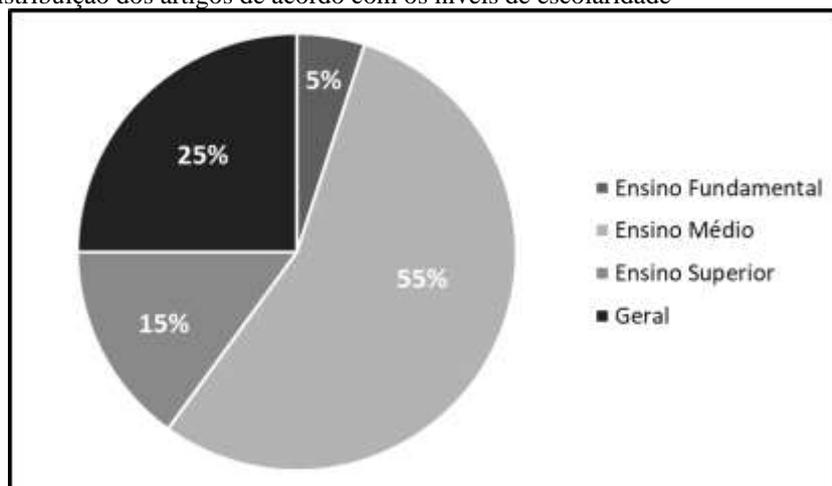
As IES das duas demais regiões brasileiras apresentam contribuições em número pouco significativo. Em relação à região Norte, foi verificada a contribuição apenas da Universidade Federal do Acre (UFAC), com um artigo. A região Centro-Oeste foi representada com um artigo pela UnB. Por fim, causa estranheza que tenha sido reportado apenas um trabalho proveniente da USP e nenhum da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), que estabelecem relações entre a química forense e o ensino de química. De fato, essas instituições são as únicas no país que apresentam cursos de graduação relacionados à química forense: o bacharelado em química com habilitação em química forense oferecido pela USP, da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras (FFCLRP), do campus de Ribeirão Preto - SP, e o bacharelado em química forense oferecido pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA), do campus de Pelotas-RS. O primeiro oferecido desde 2008 e o segundo desde 2016.

Provavelmente, a ausência de trabalhos relacionados à química forense e o ensino nas referidas instituições deve-se ao fato de os cursos de bacharelado objetivarem a preparação de profissionais e desenvolvimento de pesquisas de caráter exploratório, técnico e científico em métodos e técnicas de análises aplicadas às ciências forenses. Em outras palavras, o objetivo maior de ambos é desenvolver métodos analítico-instrumentais cada vez mais eficientes para ajudar na elucidação de crimes, facilitando e promovendo uma ascensão da perícia criminal no Brasil. Cabe aqui também esclarecer que docentes da USP organizam, desde o ano de 2008, o Encontro Nacional de Química Forense (ENQFor). Este ocorre bianualmente e integra profissionais de diversas áreas do conhecimento que atuam no campo forense (SBCF, 2016).

A produção e a sua distribuição de acordo os níveis de escolaridade

A Figura 3 ilustra a distribuição dos artigos de acordo com o nível de escolaridade.

Figura 3 - Distribuição dos artigos de acordo com os níveis de escolaridade



O nível de escolaridade que mais se destacou foi o ensino médio, sendo este o público alvo de 55% (onze artigos) dos trabalhos encontrados. Podemos atribuir esse resultado ao fato da química ser uma disciplina que perpassa todo esse nível de escolaridade, ou seja, durante essa fase escolar o ensino de química atravessa todas as séries. Além disso, observamos que a maioria dos trabalhos direcionados a esse nível de ensino apresenta como objetivo principal a contextualização no ensino de química.

No que diz respeito ao ensino fundamental, a baixa porcentagem de trabalhos (5%) pode estar relacionada ao fato da introdução de tópicos de química ocorrer apenas nas últimas etapas deste nível escolar (8º e 9º ano). De fato, o único trabalho voltado ao ensino fundamental que encontramos está pautado em uma experiência com o 9º ano de uma escola da rede particular na cidade de Fortaleza - CE (CRUZ et al., 2016).

Em relação ao ensino superior, o resultado de apenas 15% (três artigos) da produção é surpreendente, uma vez que várias iniciativas reportadas na literatura internacional contemplam esse nível de ensino e evidenciam a viabilidade do uso de atividades que abarcam a química forense em disciplinas da graduação (MILLARD et al., 2013; CONTAKES, 2015).

Foram classificados cinco artigos na categoria Geral, que abarcou 25% do total, uma vez que apresentam módulos didáticos experimentais para a aplicação da química forense em qualquer nível. Tais artigos relatam experimentos que utilizam reagentes simples, baratos e de fácil obtenção, permitindo assim que sejam reproduzidos por docentes e discentes, promovendo a compreensão de fenômenos e conceitos relacionados à química, física e matemática.

A produção e sua distribuição de acordo com o foco temático

Classificamos os artigos, pelo foco temático, ou seja, a partir do assunto tratado no trabalho. Dois focos emergiram a partir da leitura e análise dos vinte artigos, a saber: a) a química forense no ensino de química em perspectiva teórica e b) química forense na elaboração de estratégias didáticas.

O primeiro foco abarca seis artigos, ou seja 30% do total, já o segundo abarca catorze artigos, ou seja 70% do total. A seguir, são apresentadas características gerais dos trabalhos classificados em cada um dos focos temáticos.

a) A química forense no ensino de química em perspectiva teórica.

Identificamos seis artigos cujo foco temático é a química forense em perspectiva teórica. Dentre os artigos classificados neste foco, quatro apresentam uma mesma perspectiva, esclarecendo o conceito de química forense e/ou fornecendo instruções de como é possível empregá-la em contexto de laboratório de ensino. Por exemplo, um dos trabalhos apresenta uma breve introdução à química forense e tem o objetivo de mostrar a importância dessa ciência na elucidação de crimes (OLIVEIRA, 2006). Dessa forma, aborda dois procedimentos experimentais comumente utilizados nos laboratórios de química forense: análise de disparos de arma de fogo e identificação de adulterações em veículos, com ênfase nas reações químicas envolvidas em tais procedimentos.

Outros artigos demonstram a elaboração de módulos didáticos, compreendendo atividades que podem ser empregadas em diversos níveis de ensino, como experimentos que envolvem investigações em cenas criminais, abrangendo, as impressões digitais, as pegadas, a balística, as manchas de sangue (SEBASTIANY et al., 2013; POLETTTO, 2017) e o intervalo pós-morte (POLETTTO, 2017). Foram relatadas ainda investigações acerca de livros didáticos (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2018). Em suma, os seis artigos classificados neste foco enfatizam a importância da contextualização no ensino de química por meio de temas que estabeleçam ligações entre a vida cotidiana e os conceitos a serem ministrados. É nesse contexto que a química forense desponta como potencialmente favorável ao estabelecimento de práticas que primam pela contextualização e interdisciplinaridade. Seguramente, as práticas e conceitos sobre o tema tratado na maior parte dos artigos deste foco, favorecem a disseminação de iniciativas de professores interessados no assunto, uma vez que oferecem roteiros de implementação de práticas e o professor, ao ler, terá suporte, sendo capaz de levar a temática para o ambiente de ensino.

b) A química forense na elaboração de estratégias didáticas.

Foram classificados catorze artigos, agrupados nos seguintes subfocos, a partir da identificação de convergências e diferenças entre eles:

- Uso de material midiático: composto por dois artigos. Em ambos a estratégia principal envolve a exibição de episódios de seriados como CSI e Breaking Bad.

- Experimentação: composto por apenas um artigo, na qual a experimentação aparece como única estratégia empregada.

- Jogo de RPG: composto por apenas um artigo, no qual as regras do jogo de RPG (Roleplaying Game) são seguidas à risca.

- Leitura de um texto sobre química forense: composto por apenas um artigo, no qual os alunos fazem a leitura de um texto que se pauta em tal ramo da ciência, sendo utilizado para aprender conceitos de química e biologia.

- Análise de um crime fictício associada à experimentação: composto por seis artigos. Estes utilizam, concomitantemente, as duas estratégias mencionadas.

- Análise de um crime fictício associada à experimentação e ao uso de material midiático: composto por dois artigos. Estes utilizam, concomitantemente, as três estratégias mencionadas.

- Análise de um crime fictício associada à experimentação, ao uso de material midiático e a um estudo de caso: composto por apenas um artigo. Este utiliza, concomitantemente, as quatro estratégias mencionadas.

CONCLUSÃO

Ao finalizar o estudo, explicitamos algumas considerações, frutos de interpretações sobre o conjunto de informações apresentadas ao longo do texto. Nessa perspectiva, julgamos ser importante retomar a questão central que orientou a investigação: quais são as características e tendências da pesquisa acadêmica brasileira sobre a aplicação da química forense no ensino? A investigação das publicações permitiu identificar que a partir do ano de 2010 cresceu o número de trabalhos publicados sobre questões ligadas à prática da química forense no ensino de ciências, sendo que no ano de 2017 foi verificado um número maior, seis trabalhos no total. O aumento nas publicações pode ser diretamente atribuído ao avanço de séries televisivas, documentários, jornais e programas vinculados à área criminal. Tais programas serviram como motivadores para que professores pudessem aplicar assuntos da área

forense no ensino, já que tal temática desperta o interesse e a curiosidade dos indivíduos, principalmente do público adolescente.

Quanto à distribuição das publicações em função das regiões geográficas foi averiguado que predomina a produção de pesquisadores que apresentam vínculos com universidades da região Sul, correspondendo a 60% do total de trabalhos, seguida das regiões Sudeste e Nordeste, que abarcam apenas 15% dos artigos. E por fim, as regiões Norte e Centro-Oeste com apenas um trabalho cada.

Em relação às IES às quais estão vinculados os autores dos artigos publicados em revistas analisados, destaca-se a UFRGS. Além disso, ainda na região Sul, vale destacar que dois artigos publicados pela UNIOESTE e UNICENTRO foram realizados em parceria com pesquisadores de ambas instituições. Quanto ao nível escolar abrangido, constatamos que os estudos voltados ao ensino médio prevaleceram, sendo responsável por 55% do total, seguido do nível geral, com 25%, e ensino superior, com 15%, e por fim, o ensino fundamental, abarcando apenas 5% dos trabalhos.

No que se refere aos focos temáticos dos trabalhos, dois foram identificados: a química forense no ensino de química em perspectiva teórica (com seis ocorrências) e a química forense na elaboração de estratégias didáticas (com catorze ocorrências). A partir dessa análise podemos concluir que os pesquisadores têm aplicado diferentes estratégias de ensino, com o objetivo maior de contextualizar o ensino de química e promover a interdisciplinaridade. O desejo, relatado por muitos autores, é que o aluno venha a assumir o papel principal no processo de construção do conhecimento, deixando de ser um mero receptor de informações. Busca-se por meio dessas estratégias motivar os alunos, despertar a curiosidade, estimular a tomada de decisão, o desenvolvimento do pensamento crítico e por fim, a compreensão de conhecimento científico.

No entanto, ao trabalhar tal temática é preciso cautela para que uma visão errônea da ciência não seja criada na mente dos indivíduos, uma vez que a ciência forense mostrada, principalmente em seriados televisivos, não é tão simples, rápida e fácil quanto parece. Os resultados das análises não são obtidos instantaneamente, como mostra a ficção, e nem sempre são conclusivos. Salientamos que a realização desse mapeamento pode contribuir para o progresso das discussões sobre as vantagens em se contextualizar o ensino de química por meio da química forense e de provocar

inquietações quanto às pesquisas que já foram desenvolvidas e aquelas que ainda podem vir a ser realizadas sobre o assunto.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código do Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Processo 304974/2020-0.

REFERÊNCIAS

- CONTAKES, S. M. Misconduct at the lab? A performance task case study for teaching data analysis and critical thinking. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 2, p. 314-317, 2015.
- CRUZ, A. A. C.; RIBEIRO, V. G. P.; LONGHINOTTI, MAZZETTO, S. E. A ciência forense no ensino de química por meio da experimentação investigativa e lúdica. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 167-172, 2016.
- FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002.
- MARTINS, V. P. N. O.; GOMES, H. C.; CAVALCANTI, E. L. D.; WEBER, I. T. Levantamento bibliográfico do uso de química forense no ensino de química: um estado da arte sobre os artigos científicos publicados no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016. p. 1.
- MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental**. 1999. 342 f. Tese (Doutorado em Metodologia do Ensino) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- MEC. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Ensino Fundamental de Nove Anos. **Orientações para a inclusão da criança de seis anos de idade**. Brasília-DF: MEC, 2007.
- MELLO NETO, G. A. R.; NAKAMURA, T. S. Mídia, violência e trauma: o caso Isabella Nardoni sob um olhar psicanalítico. **Cadernos de Psicanálise**, v. 37, n. 33, p. 105-127, 2015.
- MILLARD, J. T.; CHUANG, E.; LUCAS, J. S.; NAGY, E. E.; DAVIS, G. T. Case-study investigation of equine maternity via PCR-RFLP: a biochemistry laboratory experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 11, p. 1518-1521, 2013.
- NOGUEIRA, K. **Porque “Breaking Bad” é a melhor série de TV dos últimos 20 anos**. 2012. Disponível em: <https://www.diariodocentrodomundo.com.br/por-que-breaking-bad-e-a-melhor-coisa-na-televisao-dos-ultimos-20-anos/>. Acesso em: 25 mar. 2020.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, M. V. O.; PEREIRA, L. G. S. O.; FARY, B. A. Ensino do modelo atômico de Bohr, quimioluminescência e luminol: análise dos livros didáticos de Campo Mourão com base nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Química do Paraná. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 75-90, 2018.
- OLIVEIRA, M. F. Química forense: a utilização da química na pesquisa de vestígios de crime. **Química Nova na Escola**, n. 24, p. 17-19, 2006.

POLETTO, M. A ciência forense como metodologia ativa no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 8, p. 88-100, 2017.

ROSA, M. F.; SILVA, P. S.; GALVAN, F. B. Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 1-9, 2015.

SBCF. Sociedade Brasileira de Ciências Forenses. **Sobre o encontro**. 2016. Disponível em: <http://www.sbcf.org.br/congresso/?secao=conteudo&id=16>. Acesso em: 25 mar. 2020.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; PINO, J. C. D.; SALGADO, T. D. M. A utilização da ciência forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educación Química**, v. 24, n. 1, p. 49-56, 2013.

SILVA, P. S.; ROSA, M. F. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 148-160, 2013.

SILVEIRA, A. M.; QUEIROZ, S. L. Química forense no ensino de química: o que nos diz a literatura? In: ENCONTRO DE EDUCADORES EM CIÊNCIAS, 2., 2018, São Carlos. **Anais...** São Carlos: CDCC, 2018. p. 14.

SOUZA, R. F. **Programas de Pós-Graduação em Ensino, Educação, Química no Brasil**: análise da produção discente sobre a experimentação no ensino de química (2004 a 2013). 2018. 210 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

VENTURA, J. H. M.; MIRANDA JUNIOR, P. O tema “química forense” no ensino de química: análise das atas do ENEQ. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 8, n. 1, p. 926-940, 2021.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.