

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**“QUÍMICA FORENSE NO ENSINO DE QUÍMICA: O QUE
NOS DIZ A LITERATURA? ”**

Arieli Matos da Silveira*

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRA PROFISSIONAL EM QUÍMICA, área de concentração: ENSINO DE QUÍMICA.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Salete Linhares Queiroz

*** Colégio Integrado Santa Edwiges**

**São Carlos - SP
2019**

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Química

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Arieli Matos da Silveira, realizada em 26/02/2019:

Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz
USP

Prof. Dr. Paulo Sérgio Bretones
UFSCar

Profa. Dra. Aníade Baffa Lourenço
USP

Dedico este trabalho à Deus, Ele que é a razão da minha vida, minha força e meu porto seguro. Faço tal dedicação, pois como está escrito em 1Coríntios 31:10, da Bíblia Sagrada: *“Portanto, quer comais quer bebais, ou façais qualquer outra coisa, fazei tudo para glória de Deus”*

AGRADECIMENTOS

- Agradeço a Deus meu amigo fiel, por estar ao meu lado em todos os momentos me dando saúde, força e disposição, não me deixando desistir da realização dos meus objetivos; lembrando-me através do Espírito Santo que sou sim capaz de alcançar os desejos do meu coração.
- À minha orientadora, Prof^{ra}. Dr^a. Salete Linhares Queiroz, pela orientação competente e dedicada; pela compreensão, amizade e paciência nos meus momentos difíceis e por ter acreditado no meu potencial me incentivando a continuar e assim concluir este trabalho.
- Aos meus pais Ana Dirce e Oswaldo por todo amor, carinho, educação e ensinamentos a mim direcionados, por estarem sempre me incentivando, não medindo esforços para me ajudar.
- À minha irmã Naiara, meu cunhado Reginaldo, minhas sobrinhas Sthefany e Gabriely, minha avó Nair, minha tia Lúcia, meus primos Samuel, Josué e Silas pela convivência diária, amizade, companheirismo, momentos de conselho e de diversão. Vocês são incríveis e essenciais na minha vida.
- Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GEPEQSC), meu agradecimento à Thamires, Erasmo, Daniela, Adrielle, Jerino, Guilherme, Patrícia, Fabiane, Flávia, Mikeas e Edilberto por toda amizade, carinho, conselhos e incentivos.
- Agradeço também ao Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), especialmente a Ariane, Cristina e Luciani, pelo atendimento gentil e competente.
- Aos meus amigos pelo apoio, compreensão, lealdade e companheirismo, que tornam os meus dias mais felizes fazendo a vida valer à pena. Muito obrigada pelos nossos momentos de comunhão, que tanto nos enriquece.
- O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código do Financiamento 001.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMC- American Movie Classics

AXN- Action Extreme Channel

CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBS- Columbia Broadcasting System

CBQ- Congresso Brasileiro de Química

CCQFA- Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos

CEDOC- Centro de Documentação em Ensino de Ciências

CSI- Crime Scene Investigation

DNA- Ácido Desoxirribonucleico

ENEQ- Encontro Nacional de Ensino de Química

ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

ENQFOR- Encontro Nacional de Química Forense

FBI- Federal Bureau of Investigation

FFCLRP- Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto

IES- Instituição de Ensino Superior

IFPB- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

IFRJ- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

IFRS- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

JCE- Journal Chemical Education

NEFA- Núcleo de Estudos Forenses do Amazonas

PCNEM- Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PIBID- Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

PUC-RJ- Pontífica Universidade Católica do Rio de Janeiro

RASBQ- Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

REAMEC- Rede Amazônica de Matemática e Ensino de Ciências

RPG- Roleplaying Game

SBQ- Sociedade Brasileira de Química

SIMPEQUI- Simpósios Brasileiro de Educação Química

TCC- Trabalho de Conclusão de Curso
TLC- Travel and Living Channel
TNT- Turner Network Television
UCS- Universidade de Caxias do Sul
UEA- Universidade do Estado do Amazonas
UEL- Universidade Estadual de Londrina
UEM- Universidade Estadual de Maringá
UFAC- Universidade Federal do Acre
UFC- Universidade Federal do Ceará
UFG- Universidade Federal de Goiás
UFMG- Universidade Federal de Minas Gerais
UFMT- Universidade Federal do Mato Grosso
UFPE- Universidade Federal do Pernambuco
UFPEl- Universidade Federal de Pelotas
UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRPE- Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar- Universidade Federal de São Carlos
UFSM- Universidade Federal de Santa Maria
ULBRA- Universidade Luterana do Brasil
UnB- Universidade de Brasília
UNESP- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNICAMP- Universidade Estadual de Campinas
UNICENTRO- Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná.
UNIMES- Universidade Metropolitana de Santos
UNIOESTE- Universidade Estadual do Oeste do Paraná
UNIVATES- Universidade do Vale do Taquari
USP- Universidade de São Paulo
UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.1	As histórias da coleção “As aventuras químicas de Sherlock Holmes.....	21
QUADRO 5.1	Artigos sobre química forense, respectivos autores, título e ano de publicação.....	37
QUADRO 5.2	Classificação dos artigos de acordo com as regiões geográficas e instituição de origem.....	43
QUADRO 5.3	Classificação dos trabalhos de acordo com nível de escolaridade.....	54
QUADRO 5.4	“Depoimento do policial” criado para a proposta.....	82

LISTA DE TABELAS

TABELA 5.1	Revistas, estrato de qualificação do Qualis, relacionando a respectiva área e número de artigos em cada uma delas.....	36
TABELA 5.2	Distribuição absoluta e percentual dos artigos de acordo com as regiões geográficas, no período de 2000 a 2018	44
TABELA 5.3	Número de artigos, instituições de origem e estado.....	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Fórmula estrutural da molécula de ninidrina.....	10
FIGURA 1.2	Reações referentes ao reagente de Kastle-Meyer.....	12
FIGURA 1.3	Mecanismo de oxidação do luminol.....	13
FIGURA 5.1	Distribuição dos artigos de acordo com o ano de publicação.....	39
FIGURA 5.2	Distribuição dos artigos de acordo com as regiões geográficas.....	44
FIGURA 5.3	Distribuição dos artigos de acordo com os níveis de escolaridade.....	55
FIGURA 5.4	Revelação de vestígios de chumbo na mão do atirador.....	59
FIGURA 5.5	Uso de agentes reveladores para identificar adulteração em veículo.....	60
FIGURA 5.6	Modelo de bloco de detetive.....	84
FIGURA 5.7	Pirâmides para sinalizar as evidências no local do delito.....	84
FIGURA 5.8	Banco de dados de impressões digitais.....	85
FIGURA 5.9	“Situação problema envolvendo um acidente de trânsito” criada para a proposta.....	87
FIGURA 5.10	Estudo de caso desenvolvido com os estudantes.....	98

RESUMO

QUÍMICA FORENSE NO ENSINO DE QUÍMICA: O QUE NOS DIZ A LITERATURA? Esta dissertação discute parte da produção acadêmica nacional sobre a química forense no ensino de química. Para tanto, foram localizados artigos publicados sobre a temática em revistas associadas às áreas de Educação e Ensino do Programa QUALIS da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de 2000 até o primeiro bimestre de 2018. Foram analisados vinte artigos publicados em revistas de língua portuguesa e espanhola, sendo que para as de língua espanhola foram considerados apenas os artigos nos quais os autores apresentam vínculo com instituições brasileiras. Todos os artigos encontrados foram analisados em relação aos seguintes descritores: ano de publicação, região geográfica, instituição de origem, nível de escolaridade e foco temático. Os resultados apontam um aumento considerável da produção a partir do ano de 2010, com destaque para o ano de 2017. No conjunto de artigos publicados predomina a contribuição de pesquisadores de universidades da Região Sul, com maior concentração na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). O nível de escolaridade privilegiado foi o ensino médio e dois focos temáticos foram identificados: a química forense no ensino de química em perspectiva teórica e a química forense na elaboração de estratégias didáticas. Este último abarcou o maior número de artigos e foi compartimentalizado nos seguintes subfocos: uso de material midiático; experimentação; jogo de RPG; leitura de texto sobre química forense; análise de um crime fictício associada à experimentação; análise de um crime fictício associada à experimentação e ao uso de material midiático; e análise de um crime fictício associada à experimentação, ao uso de material midiático e a estudo de caso. A análise integral dos artigos permitiu constatar que a produção acadêmica nacional sobre o assunto é dispersa e não muito numerosa e que a química forense no ensino tem potencialidade para despertar o interesse e fomentar a aprendizagem dos alunos frente a questões relacionadas à química.

Palavras-chave: química forense, estado da arte, ensino de química.

ABSTRACT

FORENSIC CHEMISTRY IN CHEMISTRY TEACHING: WHAT DOES THE LITERATURE TELL US? This dissertation discusses part of the Brazilian academic publications concerning forensic chemistry in chemistry teaching. In this regard, papers published on this subject from 2000 until the first bimester of 2018 were located in journals related to the CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel) "QUALIS Education and Teaching Program". Twenty articles published in Portuguese and Spanish language journals were analyzed. In the Spanish language journals, only articles were considered in which the authors presented links with Brazilian institutions. All papers found were analyzed regarding the following descriptors: year of publication, geographic region, home institution, level of education and thematic research areas. The results pointed to a significant increase in publications from 2010 onwards, particularly in 2017. For the whole set of publications, researchers' contributions from universities in the southern region were predominant, with a higher concentration from the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) and State University of Western Paraná (UNIOESTE). The level of education that received most attention was high school and two thematic foci were identified: forensic chemistry in chemistry teaching from a theoretical perspective and forensic chemistry in developing teaching strategies. The latter included the highest number of publications and was classified into the following subfoci: using media material; experimentation; Role Playing games; texts on forensic chemistry; analysis of a fictitious crime associated with experimentation; analysis of a fictitious crime associated with experimentation and using media material; and analysis of a fictitious crime associated with experimentation, using media material and a case study. The full analysis of the articles showed that the national academic work on the area is low and dispersed. The analysis also revealed that forensic chemistry teaching has the potential to arouse the interest and encourage students' learning concerning questions related to chemistry.

Key-words: forensic chemistry, state-of-the art, chemistry teaching

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - A química forense: breve histórico, principais características e técnicas empregadas para a elucidação de crimes	4
1.1.1 - Revelação de impressões digitais	8
1.1.2 - Identificação de manchas de sangue	10
1.2 - A química forense e suas relações com o ensino de química	14
2 - QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS	23
2.1 - Questão de pesquisa	23
2.2 - Objetivos.....	23
2.2.1 - Objetivos Gerais.....	23
2.2.2 - Objetivos específicos.....	24
3 - PESQUISAS DO TIPO ESTADO DA ARTE.....	25
4 - PERCURSO METODOLÓGICO	31
4.1 - Primeira etapa da pesquisa	31
4.2 - Segunda etapa da pesquisa	32
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1 - A produção e sua distribuição no tempo	39
5.2 - A produção e sua distribuição de acordo com as regiões geográficas	43
5.3 - A produção e sua distribuição de acordo com as instituições acadêmicas ..	47
5.4 - A produção e a sua distribuição de acordo os níveis de escolaridade	54
5.5 - A produção e sua distribuição de acordo com o foco temático.	57
5.5.1 - A química forense no ensino de química em perspectiva teórica	57

5.5.2 - A química forense na elaboração de estratégias didáticas	65
5.5.2.1 – Uso de material midiático	65
5.5.2.2 – Experimentação	68
5.5.2.3 – Jogo de RPG.....	69
5.5.2.4 – Leitura de um texto sobre química forense.....	72
5.5.2.5 - Análise de um crime fictício associada à experimentação.....	75
5.5.2.6 - Análise de um crime fictício associada à experimentação e ao uso de material midiático.....	91
5.5.2.7 - Análise de um crime fictício associada à experimentação, ao uso de material midiático e a um estudo de caso.....	96
6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
7 - REFERÊNCIAS.....	104
8 - APÊNDICE.....	111

1 - INTRODUÇÃO

A química é uma ciência que estuda a matéria e suas transformações, ou seja, é um ramo do conhecimento humano que visa a compreensão de fenômenos que ocorrem na natureza. E, como afirmam ATKINS et al. (2018, p.12), “O mundo da química inclui todo o mundo material que nos rodeia – o chão que o suporta, a comida com que você se alimenta, os tecidos biológicos dos quais você é feito e o silício com que o seu computador foi fabricado”. Ainda segundo os autores, não há nenhum material que seja independente da química, seja ele vivo ou morto, vegetal ou mineral.

ATKINS et al. (2018, p.13) relatam que a química é uma ciência que funciona em três níveis:

No primeiro, ela trata da matéria e de suas transformações. Neste nível, conseguimos ver as mudanças, como quando um combustível queima, uma folha muda de cor no outono ou o magnésio queima brilhantemente no ar. Esse é o nível macroscópico, que trata das propriedades de objetos grandes e visíveis. Existe, entretanto um submundo de mudança, um mundo que você não consegue ver diretamente. Nesse nível microscópico, mais profundo, a química interpreta esses fenômenos em termos do rearranjo dos átomos. O terceiro nível é o nível simbólico, a descrição dos fenômenos químicos por meio de símbolos químicos e equações matemáticas. O químico pensa no nível microscópico, conduz experimentos em nível macroscópico e representa as duas coisas por meio de símbolos.

Sendo assim, a química presta uma contribuição essencial à humanidade, cabendo aqui ressaltar o que diz ZUCCO (2011, p.733): “Sem a atividade dos químicos, conquistas espetaculares jamais teriam acontecido, como os avanços no tratamento de doenças, a exploração espacial e as maravilhas atuais da tecnologia”.

Por sua vez, CARDOSO e COLINVAUX (2000) afirmam que o estudo dessa disciplina permite ao homem o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar esse conhecimento no cotidiano. Além disso, oferece condições para que ele perceba e interfira em situações que ocorrem a sua volta, já que esta ciência está

relacionada às necessidades básicas dos seres humanos, como a alimentação, vestuário, saúde, moradias e transporte.

É recorrente na prática docente o questionamento por parte dos alunos do motivo pelo qual estudam a química, sendo que nem sempre esse conhecimento será necessário na futura profissão. Alguns professores não sabem responder a essa questão, e quando respondem fazem de forma simplista, relatando que a química está presente em nosso cotidiano e em tudo que nos cerca. Muitos deles sequer pensaram no assunto, conforme relata CHASSOT (1990), de modo que se faz necessário dar sentido ao conteúdo ensinado em sala de aula, buscando justificar e motivar o processo de ensino e aprendizagem dessa disciplina. Para que êxitos sejam alcançados é preciso abandonar as aulas baseadas na simples memorização de nomes e fórmulas, tornando-as vinculadas aos conhecimentos e conceitos do dia a dia do aluno (CARDOSO e COLINVAUX, 2000).

Dessa forma, ao longo dos últimos anos consideráveis mudanças têm sido implementadas no cenário educacional de algumas das escolas brasileiras com a inserção de novas metodologias. Nesses contextos, espera-se que os professores não sejam considerados os únicos portadores do conhecimento, enquanto os estudantes são apenas os sujeitos passivos e meros receptores de informações. No entanto, muito ainda deve ser feito para mudar efetivamente a realidade do processo de ensino e aprendizagem em química na maioria das escolas do país.

Como sugere MIZUKAMI (1986), o método de ensino comumente utilizado, denominado tradicional, caracteriza-se pela transmissão de ideias selecionadas e organizadas logicamente, preocupando-se somente com a fixação de conhecimentos, conteúdos e informações. Consequentemente, o ensino se torna maçante, tanto para o aluno como para o professor, as aulas ficam repetitivas com conteúdo muito teórico, não tendo uma contextualização adequada, tornando o ensino abstrato e distante do aluno (ZANON e PALHARINI, 1995).

Sendo assim, conforme relatado por MALDANER et al. (1995), dificuldades no processo de ensino e aprendizagem têm sido constatadas por diversos pesquisadores na área de educação em química, devido ao excesso de cálculos matemáticos e memorização de informações. Em muitas aulas “reduz-se o conhecimento químico a fórmulas matemáticas e à aplicação de “regrinhas”, que devem ser exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento de uma situação-problema” (BRASIL, 1999, p.32). Ainda segundo OLIVEIRA JUNIOR et al. (2018, p.76):

A metodologia utilizada nas escolas brasileiras é baseada no ensino de macetes, resumos, fórmulas, esquemas, entre outras formas de estudo, com a finalidade de induzir o aluno a memorizar o conteúdo, ao invés de realmente aprender, com isso seu rendimento escolar decresce e automaticamente a atração pela disciplina também.

Segundo SANTOS et al. (2013), em um estudo realizado com 95 alunos da 1ª série do ensino médio de três escolas da rede pública estadual de ensino do município de Aracaju-SE, as principais dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem em química são divididas em cinco categorias: I) ausência de base matemática; II) complexidade dos conteúdos; III) metodologia dos professores; IV) déficit de atenção; e V) dificuldades de interpretação. Tais dificuldades podem ser minimizadas a partir de ações do professor e interações com os alunos.

Diante do exposto, a contextualização dos conteúdos abordados em sala de aula pode promover mudanças que venham a atenuar esse quadro. O ensino de química, por meio de temas relacionados à ciência e tecnologia, apresenta-se como uma alternativa para proporcionar ao aluno maior capacidade de compreender os fenômenos ligados à sua vida cotidiana, já que o conhecimento científico se aproximará de seu contexto.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM): “contextualizar a química não é promover uma ligação artificial entre o conhecimento e o cotidiano do aluno”. Não é citar exemplos como ilustração ao final de algum conteúdo, contextualizar é propor “situações

problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las” (BRASIL, 1999, p.4).

Segundo o PCNEM, para um novo perfil de currículo do ensino médio “[...] buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender” (BRASIL, 1999, p.43). A química deve ser ensinada de maneira que o aluno consiga refletir sobre aspectos importantes do seu cotidiano, de modo a torná-lo capaz de tomar decisões, participar de contextos concretos e assuntos que aparecem rotineiramente em sua vida (BRITO et al., 2010).

Promover o ensino de ciências por meio da química forense pode ser uma alternativa eficaz e atrativa, sendo que já é possível encontrar relatos exitosos na literatura. Nos tópicos a seguir apresentamos, inicialmente, um breve panorama sobre a química forense, seu histórico e principais características. Em seguida são estabelecidas as relações entre a química forense e o ensino de química.

1.1 - A química forense: breve histórico, principais características e técnicas empregadas para a elucidação de crimes

A química forense é uma das muitas áreas que compõe a grande área das ciências forenses, sendo que as ciências forenses abrangem diferentes ramos de pesquisas ligadas às ciências humanas e naturais tais como antropologia, engenharia, física, química e biologia. De acordo com SILVA e ROSA (2013), a ciência forense nada mais é do que a aplicação da ciência à lei, sendo que seu objetivo principal é promover apoio científico para as investigações de danos, mortes e crimes inexplicados. Ela contribui para a elucidação de determinado delito e ajuda na identificação dos responsáveis, por meio do estudo dos vestígios recolhidos durante a investigação criminal.

Ainda segundo FACHONE e VELHO (2007), a importância da ciência forense não se dá apenas em função da concretização da prova, da

comprovação da autoria ou da identificação dos acusados, mas tal ciência é fundamental para a sociedade, já que determina a comprovação ou não da inocência de determinado suspeito, tal ciência, por exemplo, impede que injustiças sociais ocorram. Dessa forma, valorizar a ciência forense é uma ação que traz benefícios à sociedade, pois a ciência e a tecnologia não estarão empenhadas apenas ao sistema de segurança pública ou justiça criminal, mas também estará a serviço dos direitos humanos.

De acordo com ZARZUELA (1995, p.165), a química forense é o “ramo da química que se ocupa da investigação forense no campo da química especializada, a fim de atender aspectos de interesse judiciário”. Tal ramo da química atende basicamente às áreas de estudo da criminalística e da medicina forense. Dessa forma, pode-se conceituar química forense como a ciência encarregada da análise, classificação e identificação de elementos ou substâncias encontradas nos locais de ocorrência de um delito ou que podem estar relacionados a este (BRUNI et al., 2012). Como a química forense se caracteriza principalmente pela realização de análises, alguns autores como BELL (2006), definem a química forense como química analítica aplicada. Já outros, como FARIAS (2017, p.16), definem a química forense como “a aplicação dos conhecimentos da ciência química à atividade forense, com especial ênfase na interdisciplinaridade”.

Segundo FARIAS (2017), que em seu trabalho realiza um levantamento histórico da química forense, a história das ciências forenses pode ser considerada atrelada ao surgimento da civilização, pois há relatos, desde a Roma antiga, da utilização de conhecimentos científicos para a análise de provas de crime, já que nessa época eram comuns casos de envenenamento de figuras ilustres da política, o que resultava numa investigação dos supostos envenenamentos através da “experiência prática” dos indivíduos.

No entanto, podemos considerar que o emprego dos conhecimentos científicos, inclusive os químicos, no esclarecimento de crimes é datado do final

do século XVII quando, por exemplo, Bernardino Ramazzini (1633-1714), no ano de 1700, lançou a obra intitulada “As doenças dos trabalhadores”, na qual tratava dos riscos à saúde provocados por produtos químicos, como metais e outros agentes. Tal obra é considerada de grande importância para a química forense atual, pois relata os conhecimentos a respeito das ações das substâncias químicas na fisiologia humana. Podemos destacar também a atuação, como perito, de Mathieu-Joseph Bonaventura Orfila (1787-1853), um químico de grande habilidade e considerado o pai da toxicologia, o qual em um caso de suspeita de assassinato por envenenamento agiu conseguindo provar a intoxicação por arsênio ao analisar amostra do corpo exumado da vítima e comprovou que tal intoxicação não resultava do solo onde o corpo estava enterrado (FARIAS, 2017).

Seguindo uma ordem cronológica, vale ressaltar o trabalho do químico inglês James Marsh (1794-1846), que em 1836 desenvolveu um método para detectar arsênio via contato de um pedaço de tecido ou uma amostra de sangue da vítima com ácido sulfúrico e zinco sob aquecimento. Siegfried Ruhemann, por sua vez, em 1910, descobriu a ninidrina verificando que se formavam compostos coloridos quando a reagia com polipeptídios, proteínas e alfa-aminoácidos. No entanto, apenas a partir dos anos 1950 seu uso se difundiu na química forense, após os trabalhos de Oden e Von Hoffsten (1954), os quais utilizaram a ninidrina como um reagente para a revelação de impressões digitais, já que esta reage com os aminoácidos secretados pelas glândulas sudoríparas (FARIAS, 2017).

Na mesma época, ainda segundo FARIAS (2017), como resultado dos esforços de Edmond Locard (1877-1966), foi criado o Laboratório de Polícia Técnica de Lyon, na França, um laboratório científico de polícia, sendo o primeiro do gênero no mundo. Tal laboratório contava com uma estrutura organizacional, vista atualmente nos institutos técnicos e científicos de polícia, e com uma equipe de cientistas e técnicos empenhados em usar o conhecimento para elucidar os crimes da época. Locard ficou conhecido como o “Sherlock Holmes francês” e é

de sua criação um dos princípios básicos da ciência forense: todo contato deixa um vestígio.

Por fim, podemos relatar que o ano de 1937 ficou marcado para a história da química forense, já que este foi o ano em que se inseriu o luminol na investigação de manchas de sangue nos locais de crime. Essa substância é usada até hoje na revelação de vestígios de sangue, mesmo que os resíduos sejam mínimos e que o local tenha sido lavado, isso ocorre, pois, a reação do luminol com o sangue produz um composto azul fosforescente (FARIAS, 2017).

Atualmente é comum vincularmos a química forense apenas aos crimes contra a vida. No entanto, as atuações do químico forense podem ocorrer nas mais variadas esferas para subsidiar decisões de natureza judicial, como por exemplo, em questões trabalhistas (atividades perigosas ou insalubres) ou questões relativas ao meio ambiente. Sendo assim, a fim de mostrar a abrangência de tal área destacaremos abaixo, em relação ao Código Penal, alguns delitos nos quais a química torna-se indispensável para a elucidação dos crimes (BRUNI et al., 2012):

a) Crimes contra o patrimônio: utilização de materiais e metodologias com produtos químicos que podem ser empregados para avaliação de marcas de ferramentas e pegadas, como por exemplo, a modelagem através do gesso e a análise de fibras e pelos na cena do crime.

b) Crimes contra a vida: emprego do conhecimento químico para desvendar a origem das manchas de sangue e sua tipologia, métodos de análise de ácido desoxirribonucleico (*DNA*), exames residuográficos para identificação de armas de fogo e também de resíduos de disparos, além da análise de fluidos corporais.

c) Crimes contra a dignidade sexual: realização de análises de fluidos corporais.

d) Crimes contra a administração pública: emprego de análise de documentos para identificação e veracidade de papéis e tintas.

e) Crimes contra a ordem financeira: utilização de métodos para análise de moedas falsas.

f) Crimes ambientais: utilização do conhecimento químico em casos que envolvem poluição de água, ar e solo, a fim de se avaliar e identificar a magnitude e o alcance do impacto ambiental.

g) Crimes em relação à lei de drogas: realização de testes para identificação imediata de possíveis entorpecentes, como os testes colorimétricos para identificação de maconha e cocaína e os exames definitivos para a confirmação da composição da droga via técnicas de cromatografia.

h) Acidentes de trânsito: emprego de análises de vidros, tintas, além de metodologias de toxicologia forense (alcoolemia).

i) Fraudes diversas: realização de análises a fim de se identificar fraudes em combustíveis, remédios, bebidas, alimentos, entre outras.

A seguir, abordaremos duas principais técnicas experimentais empregadas para a elucidação de casos forenses e que são retratadas na maioria dos artigos que correlacionam a química forense ao ensino de química.

1.1.1 - Revelação de impressões digitais

No que diz respeito à identificação humana, uma das técnicas de química forense mais empregada é a revelação de impressões digitais, chamada de papiloscopia. A papiloscopia está subdividida em: datiloscopia (impressões digitais), quiroscopia (impressões deixadas pelas palmas das mãos) e podoscopia (impressões deixadas pelas palmas dos pés). No entanto, a datiloscopia é a mais importante, pois tem um papel fundamental na identificação de indivíduos, visto que até os dias de hoje não foram encontradas pessoas com digitais idênticas, sendo únicas para cada indivíduo (SANTOS e SOUZA, 2016).

O que torna possível a existência de impressões papilares latentes quando tocamos uma superfície ou objeto é a composição química do nosso suor, constituído por 99% de água e 1% de materiais sólidos, como aminoácidos,

compostos nitrogenados, ácidos graxos, ácido lático, glicídios e lipídios, além de componentes inorgânicos, como cloreto, sulfato, fosfato, sódio, potássio e ferro. Todavia são os compostos orgânicos que têm um papel fundamental no processo de revelação da impressão digital (CHEMELLO, 2006).

Existem na literatura diversas técnicas que são utilizadas para a revelação das impressões digitais e cabe aos peritos determinarem qual a metodologia mais adequada para cada caso. Segundo FARIAS (2017), as principais técnicas empregadas são:

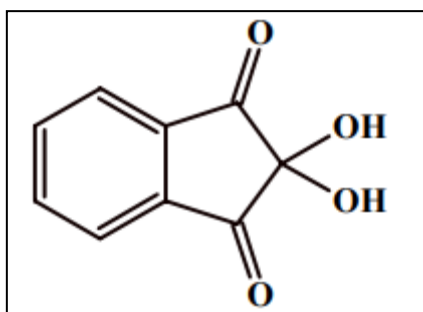
a) Técnica do pó: é a mais utilizada e consiste em aplicar uma fina camada de pó na superfície onde se acredita existir uma impressão digital. Vale destacar que essa técnica apresenta o tempo como uma limitação, pois o composto responsável pela aderência do pó é a água e esta vai diminuindo em quantidade à medida que o tempo passa, devido ao processo de evaporação. Assim, essa técnica é mais bem empregada quando se acredita que as impressões digitais sejam recentes. Os principais pós utilizados são: pó de óxido de ferro, pó de dióxido de manganês, pó de óxido de titânio, pó de carbonato de chumbo e pó negro de fumo.

b) Vapor de iodo: técnica baseada na absorção do vapor de iodo pelos compostos gordurosos do suor. Para se revelar uma impressão digital por meio dessa técnica, cristais de iodo são aquecidos sofrendo sublimação, tendo o iodo sob a forma de vapor e conseqüentemente a aderência do mesmo aos compostos gordurosos da impressão digital.

c) Nitrato de prata: técnica baseada na reação do nitrato de prata com os cloretos existentes nas impressões digitais, formando assim cloreto de prata.

d) Ninidrina: nesse caso o composto ninidrina, mostrado na Figura 1.1, reage com os aminoácidos excretados pelas mãos, produzindo uma coloração intensa (púrpura de Hunemann), que revela a impressão digital latente.

FIGURA 1.1-Fórmula estrutural da molécula de ninidrina.



1.1.2 - Identificação de manchas de sangue

As manchas de sangue são vestígios essenciais para se entender a dinâmica com que ocorreu um crime, já que o lugar em que o sangue cai, a maneira como cai, a consistência, o tamanho e o formato das gotas ou pingos de sangue são fontes de informações a respeito da dinâmica do fato. Já no que diz respeito à identificação das manchas de sangue, os testes para determinar se a amostra é mesmo de sangue ou não, são chamados de teste de presunção (CHEMELLO, 2007).

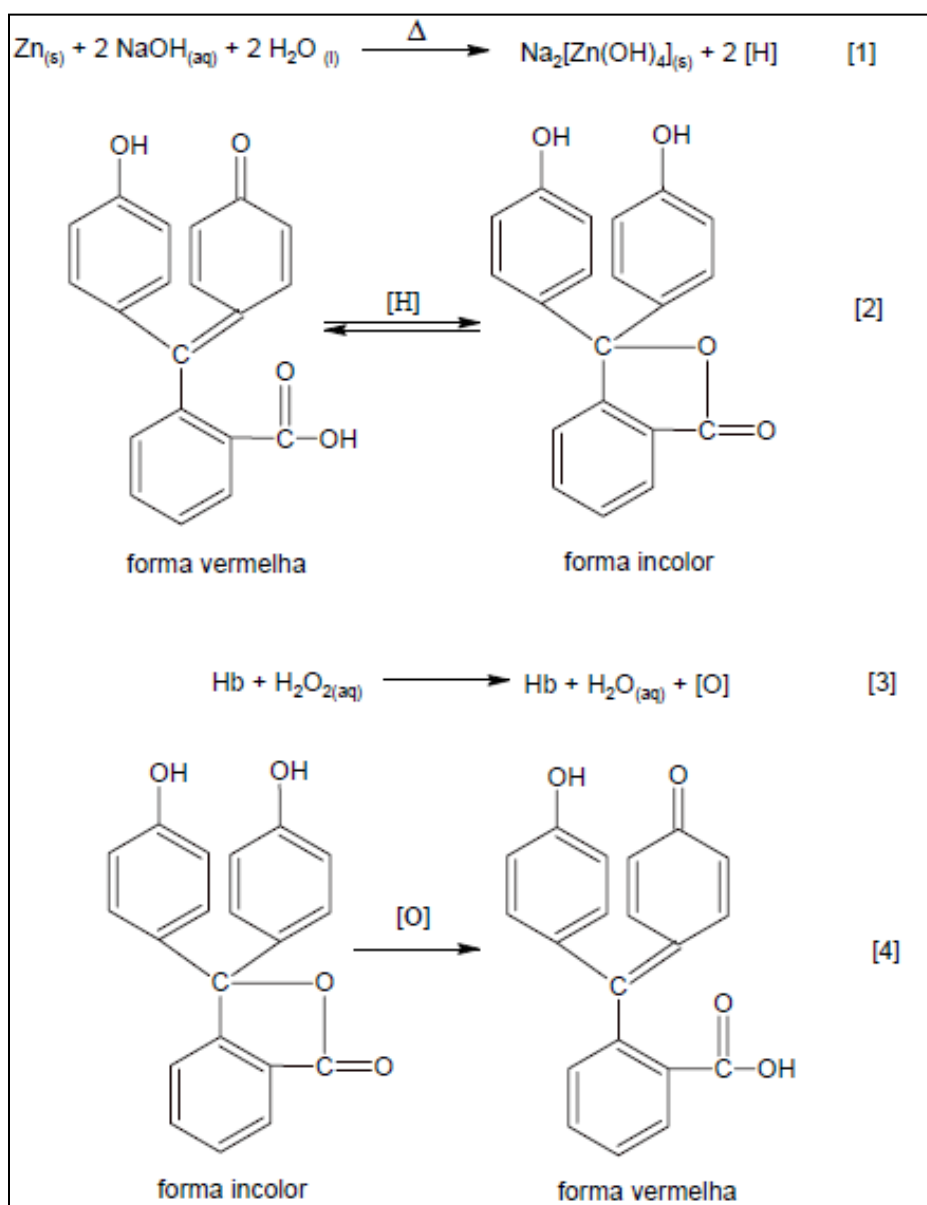
Os principais exames presuntivos são catalíticos, envolvem o uso de agente oxidante, como o peróxido de hidrogênio e um indicador, que muda de cor e que sinaliza a oxidação catalisada pela hemoglobina, como se fosse uma enzima peroxidase. São os seguintes os dois principais reagentes empregados:

a) Reagente de Kastle-Meyer: tal reagente é constituído por fenolftaleína, hidróxido de sódio, pó de zinco metálico e água destilada. A fenolftaleína quando em solução alcalina (pH 10-12) apresenta-se com uma coloração vermelha. No entanto, ao se adicionar o pó de zinco metálico à solução básica ocorre a liberação de hidrogênio, observando-se o desaparecimento da coloração vermelha que é substituída por uma solução incolor (COTTON et al., 1999). Posteriormente, com adição do peróxido de hidrogênio, a atividade catalítica das moléculas da hemoglobina entra em ação, decompondo-o em água e oxigênio nascente. Este último então oxida a fenolftaleína, passando a apresentar a coloração vermelha novamente (BRUNI et al., 2012), tal esquema reacional é

mostrado na Figura 1.2. Devido ao fato da reação ocorrer entre a hemoglobina presente no sangue e o reagente não é possível afirmar que o sangue seja de origem humana e para tal seriam necessárias técnicas mais avançadas e que não são possíveis de serem aplicadas ao ensino médio.

Conforme relata CHEMELLO (2007), na Figura 1.2, em [1] temos a reação entre o pó de zinco e o hidróxido de sódio, sendo que o produto de interesse é o hidrogênio nascente, que garantirá a forma incolor da fenolftaleína [2]. Caso a amostra seja mesmo de sangue, esta terá, obrigatoriamente, hemoglobina, a qual possui a característica de decompor o peróxido de hidrogênio [3]. Então, este oxigênio originará a forma colorida da fenolftaleína, comprovando ao perito que a amostra pode conter sangue [4].

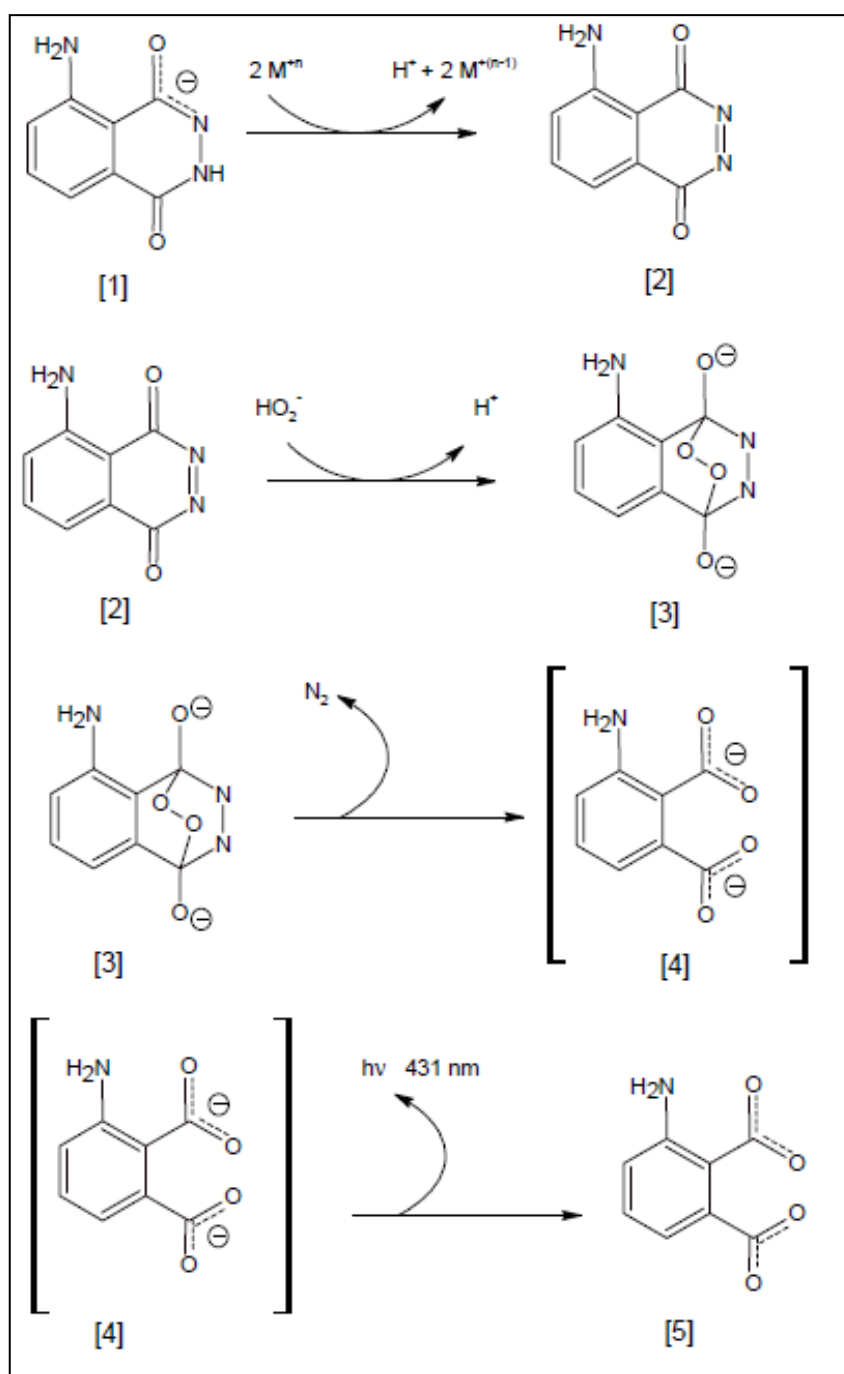
FIGURA 1.2-Reações referentes ao reagente de Kastle-Meyer.



Fonte: CHEMELLO (2007)

b) Luminol: é um dos reagentes mais empregados na química forense e que apresenta elevado interesse prático. Segundo CRUZ et al. (2016), a reação quimiluminescente de oxidação do 5-amino-2,3-dihidroftalazina-1,4-diona (luminol) é catalisada pelo íon metálico de ferro presente na hemoglobina, resultando em um composto chamado 3-aminoftalato, conforme visualizado na Figura 1.3 que mostra a sequência de reações.

FIGURA 1.3-Mecanismo de oxidação do luminol.



Fonte: CHEMELLO (2007)

Conforme já mencionado, para que o luminol reaja com o peróxido de hidrogênio é necessário um catalisador redox, e nesse caso o catalisador é o íon do elemento ferro que está presente nos grupos “heme” da hemoglobina. Segundo CHEMELLO (2007, p.8):

Esse catalisador oxida o luminol [1] em diazoquinona [2], a qual sofre ataque pelo ânion de peróxido de hidrogênio, formando o endoperóxido [3]. Este último perde nitrogênio e forma o diânion do ácido 3-aminoftálico no estado excitado [4], o qual decai para o estado fundamental [5], processo acompanhado pela emissão de radiação por fluorescência do 3-aminoftalato com comprimento de onda de aproximadamente 431 nm.

O composto 3-aminoftalato, ao ser irradiado com luz negra ($\lambda=431\text{nm}$), emite luz azul, tornando visíveis os locais onde existam vestígios de sangue. Quando se borrifa luminol na amostra, sua eficácia é tão grande que é possível detectar a presença de sangue mesmo passados anos ou mesmo se o local do crime tiver sido limpo a fim de encobrir o acontecido. CHEMELLO (2007, p.7), relata que “sua sensibilidade pode chegar aos impressionantes 1/1.000.000.000, mesmo em locais com azulejos, pisos cerâmicos ou de madeira, os quais tenham sido lavados”. Além disso, o autor destaca que “a reação química produzida não afeta a cadeia de *DNA*, permitindo o reconhecimento dos criminosos ou das vítimas” (CHEMELLO, 2007, p.7).

1.2 - A química forense e suas relações com o ensino de química

Em meados de 1997, Ian Wilmut e colaboradores publicaram um artigo na revista britânica *Nature* divulgando o sucesso da primeira clonagem de um mamífero adulto: a famosa ovelha Dolly. Tal evento foi tão discutido na imprensa que o assunto invadiu os ambientes escolares e os professores de biologia, embalados pela mídia, aproveitaram a oportunidade e exploraram aspectos de divisão celular, síntese de ácidos nucleicos e mecanismo de herança genética, gerando o chamado Efeito Dolly.

Assim como a clonagem gerou um Efeito Dolly o advento de documentários e seriados relacionados às ciências forenses geraram um Efeito *Crime Scene Investigation (CSI)* nos indivíduos, em especial nos jovens e adolescentes. A série *CSI* foi criada por Anthony Zuiker e estreou nos Estados Unidos em outubro de 2000 pelo canal *Columbia Broadcasting System (CBS)* e

no Brasil apenas em abril de 2001, pelos canais de TV por assinatura *Action Extreme Channel (AXN)* e *Turner Network Television (TNT)* e na TV aberta pela Rede Record a partir do ano de 2007. Foram exibidas 15 temporadas, sendo a última em setembro de 2015 (*CSI: CRIME SCENE INVESTIGATION*, 2018).

Este seriado retrata as investigações forenses realizadas por um grupo de cientistas do departamento de criminalística da polícia de Las Vegas, e em cada episódio da série estes têm a missão de desvendar crimes e mortes em circunstâncias misteriosas. No entanto, vale ressaltar que após o sucesso de *CSI: Las Vegas* foram criados três *spin-offs* da série, ou seja, três seriados derivados da série original: *CSI: Miami*, *CSI: New York* e *CSI: Cyber*. Todos foram cancelados, respectivamente, em 2012, 2013 e 2016 (*CSI: INVESTIGAÇÃO CRIMINAL*, 2018).

Dessa forma, atualmente, a população tem mais contato com a importância das ciências forense no desvendamento de crimes, o que promove curiosidade e questionamentos nos indivíduos, podendo tal curiosidade ser utilizada como ferramenta motivadora para o ensino de ciências.

Afinal, como relatado por DIAS-FILHO e ANTEDOMENICO (2010), qualquer episódio do seriado *CSI* fornece material para aulas de ciências: Como os peritos criminais determinam se uma mancha é de sangue ou não? Como relacionar a mancha de sangue à vítima? Como estimar a quanto tempo a vítima morreu verificando a temperatura corporal? Essas são algumas questões que podem surgir e assim permitir aglutinar conhecimentos de maneira interdisciplinar, já que para as respostas de tais perguntas são necessários princípios físicos, químicos e biológicos. Ainda segundo os autores:

A falta de exploração dessa temática é um desperdício para o sistema educacional brasileiro, pois seu emprego aguça a curiosidade dos alunos, tornando o aprendizado produtivo e permite uma abordagem interdisciplinar, seja por meio do uso de reportagens jornalísticas, filmes e seriados televisivos. Tais recursos favorecem a contextualização do conteúdo a ser ministrado em sala de aula e despertam grande interesse discente, favorecendo assim o processo de ensino-aprendizagem. (DIAS-FILHO e ANTEDOMENICO, 2010, p.72).

Além do *CSI*, documentários e seriados, como os mencionados a seguir, também impulsionaram o estabelecimento da relação entre a química forense e o ensino de química. Cabe, aqui, destacar que esse tipo de programa televisivo auxilia na construção de situações que possibilitam o desenvolvimento da cognição, despertando o interesse principalmente do público adolescente (SOUZA, 2008).

E foi principalmente a partir de meados da década de 1990 que as ciências forenses ganharam grande destaque e repercussão, já que canais de televisão a cabo começaram a exibir programas de cunho pericial. Séries de documentários como *Medical Detectives* e *Arquivos do FBI* foram exibidas e despertaram grande interesse dos telespectadores. Este interesse não passou de forma despercebida pelas emissoras que editaram seriados envolvendo a temática, como *CSI*, *Cold Case*, *Crossing Jordan* e *Breaking Bad: A química do mal*.

Medical Detectives é uma série de televisão norte-americana criminalística, na qual casos verídicos são solucionados por especialistas no ramo da investigação, via recursos de alta tecnologia e métodos de análise. Essa série mostra como os métodos de investigação da ciência forense ajudam a polícia e a justiça a desvendar a verdade em casos difíceis. Cada episódio conta com trinta minutos de duração, sendo a classificação indicativa de 12 anos. Tal documentário foi veiculado entre os anos de 1996 e 2001 pelo *Traveland Living Channel (TLC)*, um canal de TV por assinatura pertencente à *Discovery Networks Brasil*. Vale ressaltar que em 2011 foi lançada uma série de oito DVDs contendo cerca de 400 episódios (*MEDICAL DETECTIVES*, 2018).

Arquivos do FBI também é uma série de televisão americana e o programa é baseado em vários casos do *Federal Bureau of Investigation (FBI)*, desde homicídios a outras cenas de crime. Tal seriado envolve casos paranormais e outros mistérios não explicados pelo Arquivo X, sendo este composto de relatos sobre casos que acabaram sendo guardados no subsolo do *FBI* e que, mais tarde, foram encontrados pelo agente Fox Mulder, interpretando o ator principal, que

passou a investigá-los. No Brasil foi transmitido pelo canal *Discovery* e narrado em português pelo locutor Wilson Versolato. Além disso, tal documentário foi exibido na TV aberta pela Rede Record e atualmente está disponível por meio do serviço de TV pela internet *Netflix* (PAZ, 2018).

Vale ressaltar também a influência do seriado *Breaking Bad: A química do mal*. Esta série de televisão foi criada e produzida por Vince Gilligan, de origem norte-americana, retrata a vida de um químico chamado Walter White: um homem frustrado em dar aulas para adolescentes do ensino médio, sofrendo com um filho acometido de paralisia cerebral e com uma esposa grávida, além de envolvido em dívidas intermináveis. Como se não bastasse tudo isso, White foi diagnosticado com câncer no pulmão e acaba sofrendo um colapso emocional, que o leva a ingressar numa vida de crimes produzindo drogas, como a metanfetamina. A série foi exibida no período de janeiro de 2008 a setembro de 2013, por meio do canal de televisão por assinatura *American Movie Classics (AMC)* e contou com cinco temporadas. No Brasil tal seriado foi veiculado pelo canal pago AXN e na TV aberta pela Rede Record (NOGUEIRA, 2012).

Pelo fato da química forense atrair a atenção dos grupos mais distintos, existem relatos na literatura do seu emprego como motivadora do ensino de química. Segundo ROSA et al. (2014), a ciência forense, quando inserida no processo educacional, torna-se uma importante ferramenta de divulgação da ciência em geral, obtendo-se, com isso, a descentralização desejada para que esta se estenda além dos limites escolares.

O trabalho de ROSA et al. (2014) foi realizado com 20 alunos da 3ª série do ensino médio do período noturno de uma escola da rede pública localizada na cidade de Toledo-PR. Neste trabalho, por meio da montagem de uma cena de crime fictícia, os alunos tiveram que atuar como investigadores fazendo uso de materiais e reagentes associados às técnicas de análises químicas como identificação de sangue e revelação de impressões digitais. Como relatado pelos autores, com os materiais disponibilizados os estudantes tiveram que tomar

decisões sobre a melhor maneira de proceder em relação ao recolhimento das provas e respectivas análises, para assim conseguir chegar à elucidação da cena de crime fictícia.

Os resultados do referido trabalho constataram o evidente interesse dos estudantes, refletido em suas expressões, aparentemente de surpresa, com a vasta aplicação da química. Além disso, foi possível comprovar que a metodologia utilizada foi eficiente para fazer com que os alunos comesçassem a se interessar mais por química, mudando a concepção inicial, que indicava que muitos estudantes não gostavam das aulas. Por fim, dentre os questionamentos dos estudantes pôde-se perceber o interesse em saber se o curso de graduação em química apresentava como disciplina a química forense. Esse fato revelou que o tema obteve aprovação entre os alunos que se mostraram instigados a saber mais a seu respeito.

Vale destacar também o trabalho de SILVA, A et al. (2016), no qual os autores apresentaram uma proposta didática para duas turmas da 2ª série do ensino médio da Escola Estadual Milburgês Bezerra de Araújo, na cidade de Manaus-AM, buscando correlacionar os assuntos função orgânica, forças intermoleculares e ácidos e bases com a química forense, a partir de oficinas temáticas e estudo de casos. Como resultado os alunos se sentiram mais motivados com o tema, a atividade despertou entusiasmo na turma, o que resultou, principalmente, em maior aprendizagem dos conceitos científicos. Além disso, foi aplicado um questionário e 97,5% dos alunos aprovaram a metodologia proposta e apenas 2,5% não o fizeram, pois afirmaram não gostar de temas que envolvem crimes.

Outros relatos de aplicações da química forense no ensino constam na literatura internacional e corroboram as observações acima com relação à sua potencialidade na promoção da contextualização dos conteúdos e da motivação dos alunos. Na revista *Journal Chemical Education (JCE)* constam vários artigos nessa perspectiva. O artigo publicado por JACOBSEN (2011) sintetiza todos os

trabalhos publicados nessa revista envolvendo a temática da química forense, no período de 1989 a 2009, centrada nos mistérios das histórias de Sherlock Holmes.

Sherlock Holmes e seu companheiro, Dr. Watson, são figuras centrais de dezenas de histórias de Sir Arthur Conan Doyle, escritas desde o final dos anos 1800 até o início de 1900. Os dois personagens se tornaram famosos por resolverem mistérios que atravessavam seus caminhos enquanto viajavam pelas ruas de Londres.

Como relatado por JACOBSEN (2011), os personagens foram trazidos à vida nas páginas do *JCE*, quando em 1989 dois professores de química da Universidade do Tennessee em Chattanooga, Thomas G. Waddell e Thomas R. Rybolt, acrescentaram um toque de química às aventuras de Sherlock Holmes e produziram o primeiro conto denominado “Sherlock Holmes e os prismas amarelos”. Eles produziram uma coleção totalizando 15 contos, que acabaram se tornando conhecidos como “As aventuras químicas de Sherlock Holmes”. A última história foi compartilhada em 2004, denominada “Autopsia em azul”. No entanto, em 2008 e 2009, Ken Shaw, professor de química da escola secundária no *The Waterford School*, em Utah, publicou duas aventuras químicas seguindo os passos de Waddell e Rybolt. Toda essa coleção de mistérios foi publicada na revista *JCE*, sendo muito utilizada por professores, como uma forma de contextualizar o ensino e torná-lo mais instigante.

Ainda segundo JACOBSEN (2011), à medida que os artigos iam sendo publicados e que reimpressões se tornavam mais comuns, a revista recebia pedidos de vários países ao redor do mundo como, Argentina, Bélgica, Cuba, República Checa, França, Hungria, Índia, Itália, México, Filipinas, Polônia, Eslováquia, Suíça e Reino Unido. Assim, os contos adaptados ao ensino de química ultrapassaram as fronteiras dos Estados Unidos e toda a coleção de 17 contos foi traduzida e publicada em outras línguas, como chinês, francês, grego, italiano e russo. As traduções chinesas das histórias foram feitas por Zongling Che e publicadas em uma revista chamada *Science Pictorial*. No entanto, no contexto

nacional, até onde vai o nosso conhecimento, não há tradução desses contos para a língua portuguesa e nem a aplicação deles no ensino de química.

Sobre “As aventuras químicas de Sherlock Holmes” sabemos que:

As 17 histórias, embora muito diferentes em conteúdo e na química que ilustram, compartilham tópicos comuns. Uma caixa de texto no início de cada história compartilha informações sobre os temas químicos de cada história. Por exemplo, a primeira história, "Sherlock Holmes e os Prismas Amarelos", fornece um problema na análise qualitativa orgânica e inorgânica, enquanto a história final, "Autopsia em Azul", enfatiza análise qualitativa inorgânica, química forense e substâncias medicinais. A história em si, em seguida, segue a caixa e termina com um sinal de parada, perguntando aos leitores "Você pode resolver o mistério?" Uma caixa de texto cinza apresenta perguntas que levam os leitores a considerar os pontos relevantes da história em sua busca pela solução. A solução de Sherlock Holmes começa em uma página separada, pode incluir cálculos explicativos, reações e diagramas. Adaptado de JACOBSEN (2011, p.88).

Nos dias atuais a referida coleção não está mais disponível na forma impressa. Porém, a pedido popular, todas as histórias estão disponíveis em uma edição virtual do JCE em *ACS Publications*¹, desde 2011. Informações de suporte para os artigos incluem versões nas quais a formatação foi padronizada para que haja consistência entre todas as histórias, facilitando para os educadores a realização de cópias para os alunos.

O Quadro 1.1 lista as histórias da coleção, juntamente com os tópicos químicos explorados em cada uma delas.

¹ Coleção “As aventuras químicas de Sherlock Holmes. Disponível em: <https://pubs.acs.org/page/jceda8/vi/1>, acesso em: 05 jan. 2019.

QUADRO 1.1-As histórias da coleção “As aventuras químicas de Sherlock Holmes”.

Título da história	Tópicos químicos explorados
1. Sherlock Holmes e os prismas amarelos	Análises químicas qualitativas orgânicas e inorgânicas
2. Sherlock Holmes e a cetona fraudulenta	Laboratório e práticas científicas
3. Uma história de Natal	Análise química qualitativa
4. O caso do padrasto gritando	Análise química qualitativa
5. O caso da solução estequiométrica	Cálculos estequiométricos
6. O cão de Henry Armitage	Propriedades físicas e reações de equilíbrio químico
7. O problema da prisão de Woolthshrap	Observações científicas e criminais. Uso de uma reação clássica de química
8. Sherlock Holmes e o Nebuloso Nitro	Química orgânica: observação científica e habilidades de raciocínio
9. A queima de Baker Street	Propriedades físicas e análise orgânica qualitativa
10. O enigma da morte em 221B Baker Street	Química medicinal e análise qualitativa
11. O fantasma de Gordon Square	Química “mágica”
12. O sudário de Espártaco	Análise qualitativa e propriedades de substâncias biológicas
13. O caso de três	Propriedades físicas e químicas características de metais
14. A escapada da Água Negra	Análise qualitativa inorgânica e processos de redução e oxidação
15. Autopsia em azul	Análise qualitativa inorgânica e substâncias medicinais.
16. Os restos Serpentine	Análise qualitativa e química descritiva e forense
17. Brooch dourado da Sra. Hudson	Análise qualitativa e gravimétrica.

Fonte: Adaptado de JACOBSEN (2011, p.90).

Em relação ao uso de tal coleção os autores apontam a sua adequação ao ensino médio, além de acentuarem o seu potencial para motivar os alunos no processo de ensino-aprendizagem em química e no seu valor de entretenimento.

JACOBSEN (2011), editora associada da *JCE* e editora da edição virtual dos contos, elogia a coleção pelo seu valor educacional e de divertimento, afirma ainda que os professores, estudantes e os entusiastas da química apreciarão trabalhar com esses mistérios, uma vez que podem funcionar como uma atividade de enriquecimento para os alunos ou um quebra-cabeça para as mentes cansadas antes de umas férias escolares, ou simplesmente como uma noite divertida para um professor.

2 - QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS

2.1 - Questão de pesquisa

A partir do processo de reflexão a respeito de propostas de contextualização no ensino de química por meio da química forense, chegou-se ao seguinte questionamento:

“Quais são as características e tendências da pesquisa acadêmica brasileira sobre a aplicação da química forense no ensino?”

Dando seguimento à referida questão, buscou-se estruturar o estudo a fim de buscar resposta à questão de pesquisa.

2.2 - Objetivos

A fim de sistematizar cada uma das etapas necessárias para alcançar as respostas para o referido questionamento, decidiu-se pontuar e especificar os objetivos do mesmo da seguinte maneira:

2.2.1 - Objetivos Gerais

Considerando a escassa produção de trabalhos do tipo estado da arte sobre a pesquisa brasileira na área da aplicação da química forense no ensino, e acreditando na relevância de trabalhos dessa natureza, decidimos nos juntar ao rol de pesquisadores que procuram de maneira exaustiva catalogar a produção acadêmica numa determinada área do conhecimento.

Dessa forma, esta dissertação visa à identificação, análise e descrição das principais características e tendências dos trabalhos acadêmicos produzidos envolvendo a aplicação da química forense no ensino, compreendendo o período de 2000 até o primeiro bimestre de 2018. Este período foi escolhido porque abarca um número considerável de trabalhos, a partir dos quais indícios sobre tendências e regularidades existentes na pesquisa acadêmica podem ser encontrados. Além

disso, a partir de um estudo exploratório não se verificou a ocorrência significativa de trabalhos em um período anterior a este.

A fim de concretizarmos nossos objetivos, escolhemos como fonte de dados artigos científicos divulgados em periódicos que constam na área de avaliação do Programa QUALIS da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), publicados no período anteriormente mencionado. Vale ressaltar que foram analisados somente os periódicos classificados nos estratos de qualidade A1, A2, B1 e B2 nas áreas 38 (Educação) e 46 (Ensino).

Foram objetos do nosso estudo os artigos de autores vinculados a instituições brasileiras, publicados em revistas de língua portuguesa e língua espanhola, os quais serão classificados de acordo com o ano de publicação, região geográfica, e conseqüentemente instituição de origem, o nível de escolaridade a que se destina e o foco temático de estudo abrangido no trabalho.

2.2.2 - Objetivos específicos

a) Investigar como evolui a produção ao longo do tempo, ou seja, a partir de que ano as publicações relacionadas à aplicação da química forense no ensino se tornaram mais frequentes.

b) Investigar como se distribui a produção acadêmica pelas regiões geográficas e pelas Instituições de Ensino Superior (IES).

c) Investigar quais níveis de escolaridade as pesquisas em química forense têm abrangido de maneira mais significativa.

d) Investigar quais os aspectos mais explorados pelos pesquisadores nos trabalhos, ou seja, quais os focos temáticos mais evidentes.

3 - PESQUISAS DO TIPO ESTADO DA ARTE

Segundo FERREIRA (2002), pesquisas do tipo estado da arte, também conhecidas como de caráter bibliográfico, vêm sendo realizadas em várias áreas do conhecimento, buscando mapear e discutir certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento. Ou seja, a principal característica desse tipo de pesquisa é possibilitar o conhecimento a respeito do que tem sido produzido em uma determinada área ou a respeito de algum assunto. Ainda segundo o autor, os pesquisadores tomam como fontes básicas de referência para realizar seus estudos catálogos de faculdades, institutos, universidades, associações nacionais, órgãos de pesquisa, artigos científicos, livros e resumos de trabalhos apresentados em congressos.

Além disso, conforme relatado por SOARES e MACIEL (2000), pesquisas dessa natureza podem contribuir para se compreender o patamar atingido em certo campo ou área, em relação à produção do conhecimento. Sendo assim, é possível também identificar as falhas ou as lacunas que podem ser sanadas por pesquisas posteriores.

No Ensino de Ciências foram realizadas pesquisas do tipo estado da arte como as que seguem: “Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro” (SÁ e QUEIROZ, 2011); “O que se pesquisa sobre ensino de ciências no nível fundamental: tendências de teses e dissertações defendidas entre 1972 e 1995” (MEGID NETO, 2001) e “A história da disciplina escolar ciências nas dissertações e teses brasileiras no período de 1981-1995” (FERREIRA e MOREIRA, 2001).

O trabalho de SÁ e QUEIROZ (2011) traz um panorama da produção acadêmica brasileira sobre a argumentação no ensino de ciências. Para isso as autoras investigaram trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), no período de 1997 a 2009, e artigos em revistas nacionais das áreas de Educação e Educação em Ciências. Para tais revistas o levantamento foi realizado desde o ano inicial de publicação de cada

uma até a última edição disponível, com exceção da Revista Química Nova, cujo levantamento foi realizado a partir do ano de 1994.

Os 31 trabalhos dos ENPEC e os 12 artigos encontrados foram analisados em relação aos seguintes descritores: ano de publicação, região geográfica e IES de origem, nível de escolaridade ao qual se destina e foco temático. As autoras concluem que desde o ano de 2007 ocorreu um aumento considerável de trabalhos, sugerindo que vários grupos começaram a investigar a temática na última década, podendo-se estimar a consolidação dessa linha de pesquisa, com a posterior publicação de maior número de trabalhos também em revistas.

Os trabalhos relacionados à área de física foram os encontrados com maior frequência na literatura se comparada às demais áreas e, além disso, o foco dos mesmos se concentra na formação de professores e no desenvolvimento de estratégias promotoras da argumentação. Segundo as autoras, modelos de análise da argumentação e mecanismos de ensino das mesmas são escassos, sugerindo que se faz necessário que assuntos e questionamentos nessas áreas sejam mais investigados no contexto nacional.

O trabalho de MEGID NETO (2001) foi realizado com base na sua tese de doutorado, a qual descreve e analisa as principais características e tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no Brasil, tomando como fonte principal de coleta de dados teses e dissertações defendidas entre 1972 e 1995, que se encontram referenciadas nos catálogos do Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC) da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

O autor estudou 212 trabalhos em função dos seguintes aspectos: instituição e unidade acadêmica responsável pelo trabalho, ano de defesa, grau de titulação acadêmica, nível escolar abrangido pela pesquisa, área de conteúdo do currículo escolar, gênero de trabalho acadêmico e foco temático. A investigação trouxe uma visão histórica da produção científica na área e ainda indicou que 3/4

dos trabalhos são pesquisas de base, ou seja, pesquisas que procuram discutir os fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de ciências, o que dificulta e impede uma inserção mais direta das pesquisas na realidade escolar.

O trabalho de FERREIRA e MOREIRA (2001) aborda a história da disciplina escolar ciências na produção acadêmica brasileira entre os anos 1981 e 1995. Para isso os pesquisadores utilizaram como fonte de dados os catálogos do CEDOC-UNICAMP. Foram localizadas seis dissertações e três teses com foco no ensino fundamental, analisadas de acordo com: os modos de abordagem da história da disciplina escolar ciências, suas principais influências teóricas e as metodologias utilizadas na produção desse conhecimento histórico.

Os autores concluem que ainda há muito a ser investigado sobre o tema, já que a maioria dos trabalhos é de cunho descritivo, ou seja, os estudos históricos não foram privilegiados nas pesquisas em ensino de ciências, se mostrando útil apenas para contextualizar o momento presente. Segundo FERREIRA e MOREIRA (2001, p.155) “[...] os fatos e documentos são pouco problematizados e acabam sendo tratados como fotografias, cenas estáticas de uma realidade passada.”

No ensino de química destacam-se dois trabalhos de caráter bibliográfico, que apresentam uma abordagem geral sobre o assunto: “A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas” (SCHNETZLER, 2002) e “A produção do conhecimento sobre o ensino de química no Brasil: um olhar a partir das Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química” (FRANCISCO e QUEIROZ, 2008).

O trabalho de SCHNETZLER (2002) apresenta um possível “estado da arte” da pesquisa em ensino de química no Brasil, a partir de um levantamento bibliográfico realizado em artigos da revista Química Nova na Escola, em artigos publicados na seção de Educação da revista Química Nova, em resumos publicados nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ) e em resumos de teses e dissertações produzidas na área, no intervalo de 1977 a

2001. Seu objetivo foi buscar identificar o que tem sido pesquisado em ensino de química, contextualizando as investigações às tendências internacionais para apontar conquistas e perspectivas da área em nosso país. A autora conclui que as contribuições das pesquisas para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem ainda não chegam à maioria dos professores, que de fato, promovem o ensino nas escolas do país, sendo necessário promover mudanças no processo de formação docente para que esse quadro se altere.

No segundo trabalho, que também trata do ensino de química, as autoras discutem a produção acadêmica brasileira na área de educação em química e para isso utilizam como principal fonte de informação os resumos publicados nas RASBQ, no período de 1999 a 2005. Todos os resumos apresentados na seção de ensino de química foram investigados e estudados de acordo com os seguintes aspectos: ano de apresentação, região brasileira de produção, instituição e unidade responsável pela pesquisa, nível escolar abrangido no estudo e foco temático do estudo.

Como resultado, a autora indica que a educação em química no Brasil é uma área bem estabelecida entre as demais áreas típicas da química e que há um considerável número de grupos de pesquisa nessa área. Além disso, comprovaram que existe uma maior participação de membros da comunidade acadêmica da região Sudeste e que o nível escolar mais abrangido nos trabalhos é o ensino médio, seguido do ensino superior. Por fim os focos temáticos que mais se destacaram nos resumos investigados foram recursos didáticos e conteúdo e método.

Considerando apenas as pesquisas de caráter bibliográfico relacionadas mais estreitamente à temática que pretendemos desenvolver, ou seja, à aplicação da química forense no ensino, destacamos os trabalhos: “Levantamento bibliográfico do uso de química forense no ensino de química: um estado da arte sobre os artigos científicos publicados no Brasil” (MARTINS et al.,

2016) e “Química forense no ensino de química: uma análise das publicações em eventos acadêmicos-científicos brasileiros” (OLIVEIRA e SOARES, 2018).

O trabalho de MARTINS et al. (2016) foi apresentado em formato de resumo, no XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), realizado em Florianópolis-SC, no ano de 2016. Nesse trabalho foi feita uma busca de artigos que envolviam os temas “química forense” e “ensino de química”. Foram considerados apenas os artigos publicados em revistas brasileiras, já que o objetivo do trabalho era avaliar a aplicação da química forense no ensino de química no âmbito nacional. Como resultado foram encontrados cinco artigos e em todos eles a química forense foi descrita como uma ferramenta de contextualização dos conteúdos disciplinares devido à sua capacidade de evidenciar a aplicação das ciências em uma perspectiva prática e relevante para a sociedade.

O trabalho de OLIVEIRA e SOARES (2018) foi apresentado no 58º Congresso Brasileiro de Química (CBQ), realizado em São Luís-MA no ano de 2018, na forma de resumo. Este teve como objetivo analisar as publicações sobre o uso da química forense no ensino de química disponíveis nos anais, de 2006 a 2017, dos principais eventos de química e ensino de química do país.

Foram encontrados 44 trabalhos, sete são trabalhos completos e os demais são resumos: sete oriundos das RASBQ, oito dos Simpósios Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI), nove dos CBQ e 20 dos ENEQ. No caso dos ENEQ, a edição com o maior número de trabalhos foi o XVIII ENEQ (2016), com 11 deles.

Os autores relatam que muitas são as potencialidades do uso da química forense no ensino, dentre as quais está a motivação que esse tema gera, por ser típico do cotidiano, o que desperta a curiosidade dos alunos facilitando o processo de ensino e aprendizagem. No entanto apontam também que é necessário reconhecer as limitações ao se abordar temas de química forense no ambiente escolar, pois pode ocorrer o tratamento superficial dos mesmos, o desequilíbrio

entre o didático e o lúdico e a presença de visões fantasiosas do trabalho científico. Nessa perspectiva, evita-se que sejam promovidas visões deformadas a respeito da química forense em ambientes educativos.

4 - PERCURSO METODOLÓGICO

O presente trabalho tem enfoque qualitativo, caracterizando-se no tipo estado da arte (FERREIRA, 2002). Nesse sentido, realizamos esta investigação em duas etapas: a primeira delas consistiu na busca, identificação, obtenção e reunião de artigos científicos, referentes à química forense no ensino. Na segunda etapa realizamos a leitura, análise e classificação dos trabalhos de acordo com os descritores apresentados a seguir.

4.1 - Primeira etapa da pesquisa

Buscamos artigos científicos publicados sobre o tema em foco nas revistas que constam na área de avaliação do Programa QUALIS da CAPES.

O Programa QUALIS afere a qualidade de artigos e outras produções científicas da pós-graduação, baseando-se na análise da qualidade dos veículos de informação. Estes são enquadrados em estratos indicativos da qualidade - A1, o mais elevado; A2; B1; B2; B3; B4; B5; C - com peso zero. Sendo assim, consultamos os periódicos enquadrados nos estratos A1, A2, B1 e B2 da área 38 (Educação), que se relacionavam ao ensino de ciências, assim como os da área 46 (Ensino); para a consulta dos periódicos utilizou-se a classificação de periódicos do quadriênio 2013-2016, em revistas de língua portuguesa e espanhola.

Vale ressaltar que para as revistas de língua espanhola foram considerados apenas os trabalhos de autores vinculados a instituições brasileiras de ensino, uma vez que buscamos mapear apenas a produção acadêmica nacional. No Anexo A encontram-se elencadas as revistas pesquisadas.

Posteriormente, em cada uma das revistas realizamos uma pesquisa de trabalhos, considerando o período de 2000 a 2017. No entanto ao realizarmos uma nova análise a fim de atualizarmos o conjunto de textos a analisar foi possível verificar a existência de dois artigos publicados no ano de 2018. Sendo assim, nosso período de análise foi estendido até o primeiro bimestre do ano de 2018 para que também esses artigos pudessem ser considerados. Foram selecionados

para análise documentos nos quais existisse no título, no resumo ou nas palavras-chaves menção às palavras: “química forense”, “investigação criminal”, “*Sherlock Holmes*”, “*Breaking Bad*” e “perícia”.

Os documentos selecionados foram adquiridos via *download* diretamente dos sites das revistas. No entanto, no que diz respeito à Revista Brasileira de Ensino de Química, o acesso não era gratuito, e os volumes que continham os artigos desejados foram comprados.

4.2 - Segunda etapa da pesquisa

Nesta etapa da pesquisa foi estabelecida uma metodologia de trabalho com base na interação entre pesquisador e objeto de estudo, pois esta implica no pesquisador examinar o texto e classificá-lo com a maior clareza possível, identificando o objeto que investiga no trabalho. Com o conjunto de documentos em mãos, a pesquisa ocorreu de acordo com as seguintes etapas:

- a) Leitura dos resumos dos trabalhos pré-selecionados e escolha apenas dos que faziam referência à aplicação da química forense no ensino;
- b) Leitura na íntegra dos trabalhos então escolhidos e classificação de acordo com os descritores definidos;
- c) Classificação e organização dos dados coletados em fichamentos para a geração de um banco de dados;
- d) Reuniões com a orientadora para a discussão dos dados coletados e análise das tendências, ênfases e escolhas teóricas e metodológicas que aproximam os trabalhos entre si para a então definição dos focos temáticos;
- e) Organização dos resultados obtidos em tabelas e gráficos considerando a classificação dos documentos em relação aos vários descritores analisados. Para esta etapa foi utilizado como ferramenta o programa Microsoft Office Excel 2013;
- f) Análise dos resultados e discussão das principais características observadas nos artigos científicos, com o objetivo de ressaltar os aspectos das pesquisas sobre a

aplicação da química forense no ensino, assim como as questões pouco ou ainda não investigadas sobre o tema em questão.

Os descritores adotados para a análise foram:

- Ano de publicação: verificação do ano de publicação dos artigos, com o objetivo de analisar o desenvolvimento da produção acadêmica ao longo do tempo. Nesse sentido, tentamos observar e analisar os períodos de maior ou menor produção sobre a química forense no ensino.
- Região geográfica: análise dos locais de origem dos autores dos trabalhos, ou seja, analisamos em quais regiões brasileiras se localizam as instituições com as quais os autores apresentam vínculo.
- Instituição de ensino superior: verificação das IES às quais estão vinculados os autores dos documentos analisados. Por meio dessa constatação, procuramos compreender a base institucional que sustenta as pesquisas sobre a aplicação da química forense no ensino.
- Nível de escolaridade: análise a respeito do nível de escolaridade abrangido pelos trabalhos por meio do direcionamento quanto à sua aplicação. Para isso os elementos investigados dizem respeito aos participantes da pesquisa (alunos, professores), materiais avaliados, programas de ensino propostos, discussão e referência ao currículo escolar, experiências educacionais relatadas na pesquisa, dentre outros.

De acordo com as diretrizes educacionais existentes no Brasil, as denominações dos níveis escolares sofreram algumas mudanças. Até meados dos anos 90 existiam as seguintes designações pautadas nas Leis Federais n°. 4024/68 e n°. 5.692/71: Ensino Pré-escolar; Ensino de 1º Grau; Ensino de 2º Grau; Ensino de 3º Grau. Em 1996/97, com a implantação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Federal n°. 9.394/96) a nomenclatura dos níveis escolares sofreu outra modificação (MEGID NETO, 1999). Então, finalmente, em 6 de fevereiro de 2006, a Lei n° 11.274 instituiu o ensino fundamental de nove anos de duração com a inclusão das crianças de seis anos de idade (MEC, 2007). A

classificação atual é dividida em educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e ensino superior.

Considerando os níveis escolares estabelecidos por Lei; o presente trabalho realizou a classificação dos trabalhos considerando os seguintes descritores:

- a) Ensino fundamental: trabalhos direcionados ao ensino fundamental correspondente ao antigo ensino de 1º Grau.
- b) Ensino médio: estudos que tratam deste nível, correspondente ao antigo 2º grau, incluindo-se estudos sobre o ensino técnico integrado ao 2º grau.
- c) Ensino superior: trabalhos voltados para a educação superior, antigo 3º grau, englobando graduação e licenciaturas.
- d) Geral: pesquisas que discutem o ensino no âmbito escolar de forma genérica quanto ao nível de escolaridade, sem uma abordagem específica para determinada etapa de escolarização

- Foco temático: verificação das temáticas abordadas nos documentos. Os focos temáticos foram analisados de acordo com a perspectiva da discussão sobre a aplicação da química forense no ensino. A partir da leitura dos trabalhos emergiram duas categorias de análise empregadas neste estudo:

- a) A química forense no ensino de química em perspectiva teórica;
- b) A química forense na elaboração de estratégias didáticas. Os trabalhos classificados nesse foco foram organizados nos seguintes subfocos:

- Uso de material midiático: artigos em que os alunos foram submetidos à exibição de episódios de seriados, como *CSI* e *Breaking Bad*, a fim de se contextualizar o ensino e mostrar como a ciência está presente nos mesmos.

- Experimentação: artigos em que os alunos aplicaram de forma experimental as principais técnicas forenses, como revelação de impressão digital, identificação de sangue por meio do reagente Kastle-Meyer, extração de DNA e cromatografia.

- Jogo de RPG: artigos em que os alunos atuaram diretamente na cena de um crime fictício por meio de jogo como *Roleplaying Game (RPG)*.

- Leitura de um texto sobre química forense: artigos em que os alunos foram submetidos à leitura e posterior discussão de um texto relacionado à química forense.

- Análise de um crime fictício associada à experimentação: artigos em que os alunos atuaram como peritos por um dia, analisando a cena de um crime tentando elucidar o caso ocorrido fazendo uso de técnicas experimentais tipicamente forenses.

- Análise de um crime fictício associada à experimentação e ao uso de material midiático: artigos nos quais os alunos foram submetidos tanto a exibição de vídeos e seriados como à análise de uma cena de crime fictícia montada pelos docentes seguida de experimentos, a fim de elucidar o crime proposto.

- Análise de um crime fictício associada à experimentação, ao uso de material midiático e a um estudo de caso: artigos em que alunos solucionaram uma história de crime fictício, estudo de caso, por meio das quatro estratégias concomitantemente.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5.1 são apresentadas as revistas nas quais encontramos os artigos em questão, o estrato de qualificação do QUALIS, bem como o número de artigos em cada uma delas.

TABELA 5.1-Revistas, estrato de qualificação do Qualis, relacionando a respectiva área e número de artigos em cada uma delas.

Periódicos	Qualis (Área)	Nº de artigos
ACTIO: Docência em Ciências	B2 (46)	4
Educación Química	A1 (46) e B1 (38)	1
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A1 (46) e A2 (38)	1
Enseñanza de las Ciencias	A1 (38 e 46)	1
Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)	B1 (38 e 46)	2
Química Nova na Escola	B1 (38 e 46)	4
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A2 (38 e 46)	1
Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	A1 (46)	1
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	A2 (46) e B2 (38)	2
Revista Brasileira de Ensino de Química	B1 (46)	2
Ciência em Tela	B1 (46)	1
TOTAL		20

Fonte: Autor

O Quadro 5.1 apresenta a lista dos artigos publicados, agrupados de acordo com as revistas dispostas na Tabela 5.1.

QUADRO 5.1-Artigos sobre química forense, respectivos autores, título e ano de publicação.
(continua)

Nº	Autor e Título	Ano de publicação
ACTIO: Docência em Ciências		
1	MIOLA, D.; ENGELMANN, G. L. Abordagem comunicativa em sala de aula: uma autorreflexão docente.	2017
2	VOLPATO, V. C.; AGUIAR, J. A.; REIS, J. M. C. A construção de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais: contribuições de uma oficina temática sobre investigação criminal.	2017
3	OLIVEIRA JUNIOR, 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.	2018
4	FARY, B. A.; OLIVEIRA, M. A. Uma forma de espanto-pensando uma aula de química com o seriado televisivo <i>Breaking Bad</i> .	2018
Educación Química		
5	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.	2013
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências		
6	REGIANI, A. M.; GOMES, C. S.; SOUZA, M. S.; BRITO, C. H. Seguindo os passos de Sherlock Holmes: experiência interdisciplinar em encontro de divulgação científica.	2012
Enseñanza de las Ciencias		
7	CAVALCANTI, E. L. D.; TRAJANO, B. A. A.; NUNES, F. B.; MARTINS, V. P. N. O. O RPG (<i>Role Playing Game</i>) como estratégia avaliativa utilizando a química forense.	2017
Experiências em Ensino de Ciências		
8	SOUZA, J. I. R.; LEITE, B. S. A química nas séries de TV: um recurso para promover a aprendizagem tangencial de Portnow e Floyd no ensino de química.	2017
9	POLETO, M. A ciência forense como metodologia ativa no ensino de ciências.	2017

QUADRO 5.1- Artigos sobre química forense, respectivos autores, título e ano de publicação.
(continua)

Nº	Autor e Título	Ano de publicação
Química Nova na Escola		
10	OLIVEIRA, M. F. Química forense: a utilização da química na pesquisa de vestígios de crime.	2006
11	DIAS-FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E. A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais.	2010
12	ROSA, M. F.; SILVA, P. S.; GALVAN, F. B. Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação.	2014
13	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.	2016
REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias		
14	TENÓRIO, T.; LEITE, R. M.; TENÓRIO, A. Séries televisivas de investigação criminal e o ensino de ciências: uma proposta educacional.	2014
Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias		
15	SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; DIEHL, I. F.; SALGADO, T. D. M. Aprendiendo a investigar por médio de la ciencia forense e investigación criminal.	2013
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia		
16	SILVA, P. S.; ROSA, M. F. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química	2013
17	SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; SALGADO, T. D.M. Aprendendo a investigar através de uma atividade investigativa sobre ciência forense e investigação criminal.	2015
Revista Brasileira de Ensino de Química		
18	MIRANDA, A. C. G.; BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; VASCONCELOS, F. O. Atividades experimentais e estudo de caso aliados a investigação criminal: estratégias metodológicas para o ensino de química.	2014
19	SEBASTIANY, A. P.; SCHOSSLER, A.; SCHEEREN, A.P. Ciência forense e investigação criminal: contextualizando a investigação através de uma proposta didática sobre conceitos associados às ciências exatas.	2016

QUADRO 5.1- Artigos sobre química forense, respectivos autores, título e ano de publicação.
(conclusão)

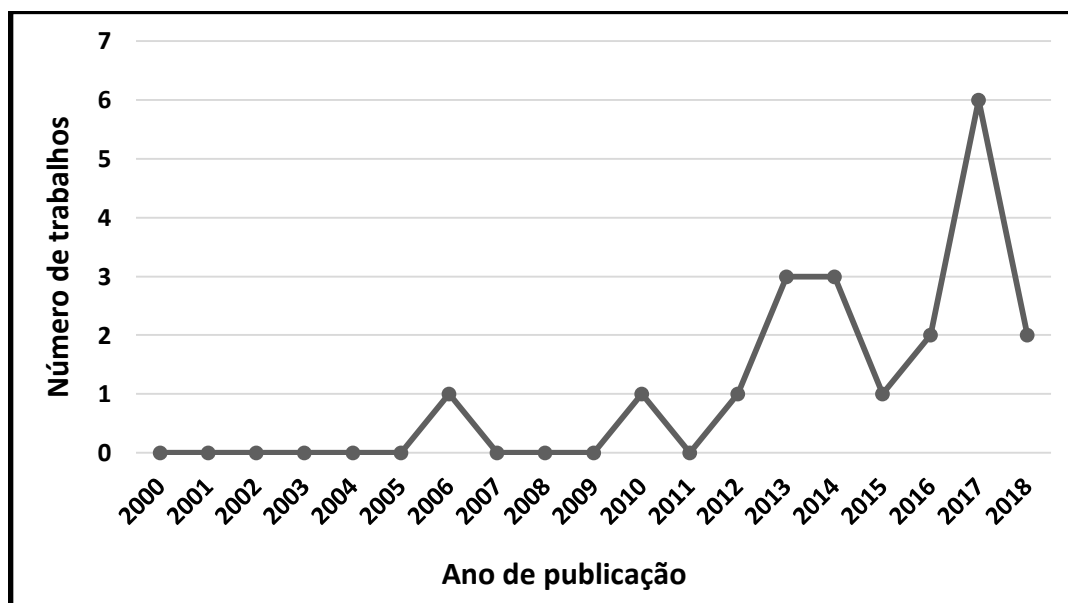
Nº	Autor e Título	Ano de publicação
Ciência em Tela		
20	OLIVEIRA, L. S.; RESENDE FILHO, J. B. M.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A.; FERREIRA, J. M. Interdisciplinaridade e ciência forense na perspectiva do ensino de química: um estudo de caso em sala de aula.	2017

Fonte: Autor

5.1 - A produção e sua distribuição no tempo

Ao todo, reunimos 20 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 5.1. Esta ilustra a evolução da produção ao longo do período analisado.

FIGURA 5.1-Distribuição dos artigos de acordo com o ano de publicação.



Fonte: Autor

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 1 trabalho foi encontrado. No ano de 2013 foi verificado um número maior de trabalhos, comparativamente aos anos anteriores, 3 no total, e essa frequência permaneceu inalterada no ano de 2014.

Em 2015 ocorreu um declínio, com apenas 1 publicação sobre o tema em foco. No que diz respeito ao ano de 2016, observamos um aumento, totalizando 2 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 6 artigos. Vale destacar que até o primeiro bimestre de 2018 (janeiro e fevereiro) já foram encontrados 2 artigos, o que sugere que esse pode 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. Tal constatação é animadora, pois a química forense, conforme observado na Introdução desta dissertação, tem se mostrado como uma excelente aliada na contextualização do ensino de química, motivando professores e estudantes a um maior envolvimento no processo de ensino e aprendizagem.

Afinal, conforme COSTA et al. (2011), quando o aluno está em contato com alguma atividade que lhe causa prazer, a aprendizagem pode tornar-se significativa. Além disso, segundo POLETTTO (2017), a aplicação da ciência forense no ensino tem o potencial de levar o aluno a abandonar a postura passiva que costuma adotar no modelo baseado apenas em aulas expositivas.

Ainda, segundo o autor, abordar tais temas em sala de aula permite ao aluno desenvolver o raciocínio lógico, a elaboração de hipóteses e a busca por

repostas fundamentadas em conhecimentos científicos. No entanto, o número de artigos publicados em revistas ainda pode ser considerado restrito: 20 artigos no período analisado. Logo, iniciativas para a ampliação desse número precisam ser tomadas, visando a consolidação da inserção de práticas de ensino dessa natureza na educação básica e no nível superior (POLETTTO (2017)).

Como a Figura 5.1 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, trouxeram uma conscientização sobre o assunto e um foco maior para conteúdos de química, de modo geral. Conforme relatado por SOUZA (2008, p.01):

Atualmente a televisão faz parte das nossas vidas acompanhando-nos no nosso percurso existencial, servindo-nos não raras vezes como instrumento de socialização, pelo qual muitas vezes orientamos as nossas ações e os nossos padrões de consumo. Neste contexto, o aumento significativo de séries televisivas que abordam temas referentes às ciências forenses como: *CSI*, *Cold Case*, *Without a Trace*, *The Closer*, *Criminal Minds* entre outras, auxiliam na construção de situações que possibilitam o desenvolvimento da cognição devido ao grande interesse que estas séries despertam principalmente no público adolescente. Nos últimos anos esse interesse pelas ciências forenses e áreas afins tem crescido gradativamente. O desejo do público em saber como se desenvolve uma investigação criminalística para se determinar os motivos e autores dos crimes, tem sido cada vez mais aguçado pelas várias séries televisivas que retratam o cotidiano das equipes de pesquisadores forenses.

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 e, em 2014, entrou para o livro dos recordes como o seriado mais bem avaliado de todos os tempos pela crítica, além de receber inúmeros prêmios pela sua qualidade, abrangência e sucesso.

Além disso, no trabalho de SOUZA e LEITE (2017), os autores relatam que realizaram uma pesquisa com 160 estudantes da Universidade Federal Rural de Pernambuco, a fim de obter informações e percepções dos estudantes

acerca das séries de TV e como elas fazem parte do seu cotidiano. Como resultado, constataram que o seriado *Breaking Bad* é o preferido de 35% dos entrevistados e que é a série mais citada entre aqueles que disseram não ter o costume de assistir seriados, ou seja, é a que mais desperta curiosidade e interesse nos estudantes seguida de *The Walking Dead*, *The 100* e *CSI Miami*.

Vale destacar que, no Brasil, o seriado *Breaking Bad* foi lançado no canal pago AXN em julho de 2010 e também nesse mesmo ano começou a ser exibido pelo serviço de streaming *Netflix*. Na TV aberta a sua exibição foi iniciada pela Rede Record em 2014. Sendo assim, o período em que o número de publicações envolvendo a aplicação da química forense no ensino torna-se mais significativo coincide com o período de estreia e sucesso de tal seriado.

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, no qual o pai e a madrasta da menina, supostamente, teriam matado a criança por asfixia e a atirado do sexto andar de um prédio no município de São Paulo (MELLO NETO e NAKAMURA, 2015).

Para muitos peritos criminais, conforme relatado por OLIVEIRA (2014), o caso Nardoni consagrou a perícia brasileira. A morte da menina mobilizou a nação, a brutalidade com que os fatos teriam ocorrido levou a tal mobilização. A cobertura abrangente da mídia e a comoção nacional colocaram o caso no rol de casos criminais históricos da justiça brasileira. Como não existiram testemunhas presenciais, as provas materiais assumiram papel chave na elucidação do ocorrido. Nesse contexto, ficou evidente que o advento de novas tecnologias permitiu análises eficazes, ajudando assim a esclarecer a dinâmica do delito. Vale destacar, que em um dos artigos do nosso levantamento bibliográfico (artigo 6, do Quadro 5.1), os autores relatam que a atividade realizada teve como motivação a curiosidade dos alunos em saber como foi realizado o trabalho da perícia para elucidar todo o ocorrido no caso Nardoni.

5.2 - A produção e sua distribuição de acordo com as regiões geográficas

No Quadro 5.2 é apresentada a classificação de cada um dos referidos artigos de acordo com a região brasileira e a instituição acadêmica de origem. Os números atribuídos a cada um deles correspondem à sua numeração no Quadro 5.1. Novamente, os artigos serão referenciados pelos seus respectivos números.

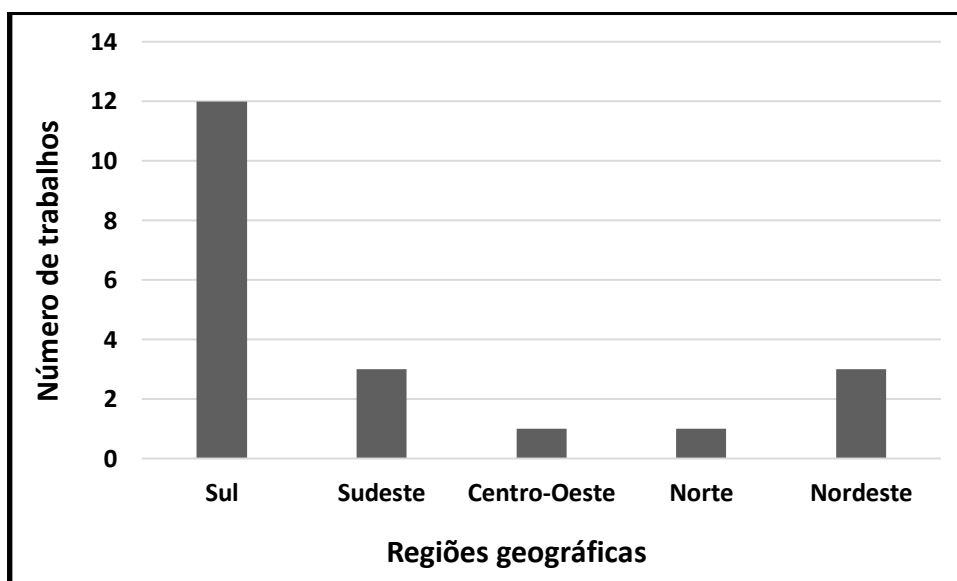
QUADRO 5.2-Classificação dos artigos de acordo com as regiões geográficas e instituição de origem.

Nº	Região Brasileira	IES
1	Região Sul	UNIOESTE
2	Região Sul	UEM
3	Região Sul	UTFPR
4	Região Sul	UEL
5	Região Sul	UFRGS/IFRS
6	Região Norte	UFAC
7	Região Centro-Oeste	UnB/UFPE
8	Região Nordeste	UFRPE
9	Região Sul	UCS
10	Região Sudeste	USP
11	Região Sudeste	UNIMES
12	Região Sul	UNIOESTE/UNICENTRO
13	Região Nordeste	UFC
14	Região Sudeste	PUC-RJ/IFRJ
15	Região Sul	UFRS/IFRS
16	Região Sul	UNIOESTE/UNICENTRO
17	Região Sul	UFRS/IFRS
18	Região Sul	UFSM
19	Região Sul	UNIVATES
20	Região Nordeste	IFPB

Fonte: Autor

A Figura 5.2 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 5.2-Distribuição dos artigos de acordo com as regiões geográficas.



Fonte: Autor.

Conforme ilustra a Figura 5.2, todas as regiões geográficas do país contribuíram para a produção total dos 20 artigos científicos, ou seja, todas as regiões apresentam trabalhos sendo realizados na área de química forense no ensino. A distribuição da produção acadêmica com os números absolutos e percentuais e as respectivas regiões estão apresentadas na Tabela 5.2.

TABELA 5.2-Distribuição absoluta e percentual dos artigos de acordo com as regiões geográficas, no período de 2000 a 2018.

Região	Sul	Sudeste	Centro-Oeste	Norte	Nordeste
Valor absoluto	12	3	1	1	3
Porcentagem	60%	15%	5%	5%	15%

Fonte: Autor

A Tabela 5.2 mostra que a região Sul contribuiu com 60% da produção, seguida da região Sudeste e Nordeste, ambas com 15% do total de trabalhos. E por fim, as regiões Norte e Centro-Oeste apresentam produção correspondente a 5% dos trabalhos, cada uma delas.

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 12 num total de 20 trabalhos. Tal fato se deve a

dois pesquisadores que contribuíram de forma significativa para as pesquisas nessa área, conforme discutido em tópico a seguir.

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 3 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 1 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 1 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 ENEQ. Sendo este o maior e mais representativo evento da divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), que acontece bienalmente em diferentes regiões do país.

De fato, ao analisar as quatro últimas edições do ENEQ, entre 2010 e 2016, SILVEIRA e QUEIROZ (2018) localizaram 20 trabalhos e desse total, 8, ou seja, 40% eram oriundos de instituições localizadas na região Centro-Oeste do país. No ENEQ 2010, realizado na cidade de Brasília, todos os 4 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). Segundo FRANCISCO e QUEIROZ (2008), o favorecimento na apresentação de trabalhos ocorre de acordo com o local de realização dos eventos. Provavelmente, por tal motivo, essa região apresentou um maior número de trabalhos na ocasião.

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.

5.3 - A produção e sua distribuição de acordo com as instituições acadêmicas

A Tabela 5.3 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 20 artigos considerados na análise, visto que cada trabalho proveniente de duas instituições diferentes foi computado duas vezes (uma vez para cada instituição).

TABELA 5.3-Número de artigos, instituições de origem e estado.

(continua)

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

TABELA 5.3-Número de artigos, instituições de origem e estado.

(conclusão)

Sigla	IES/Estado	Nº Artigos
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 do Pernambuco-PE	1
IFPB	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-PB	1
Total		27

Fonte: Autor.

Conforme retrata a Tabela 5.3, 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 (5, 15 e 17 do Quadro 5.1). Ao analisarmos a autoria de tais artigos, percebemos que a pesquisadora que orientou os trabalhos foi a Prof^ª. Dr^ª. Tania Denise Miskinis Salgado, professora associada do Departamento de Físico-Química e orientadora do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da UFRGS, atualmente dedicando-se aos temas educação em química, metodologias de ensino de química e formação de professores de ciências da natureza.

Nessa perspectiva, inicialmente chegamos a supor que a Prof^ª.Dr^ª. Tania Denise Miskinis Salgado liderava um grupo voltado a pesquisas sobre aplicação da química forense no ensino, já que apresenta um número razoável de trabalhos publicados em revistas consideradas de boa estratificação pelo programa QUALIS da CAPES. No entanto, ao entrarmos em contato por e-mail com a pesquisadora, a fim de obtermos maiores informações ela afirmou que a

temática química forense não possui destaque em seu grupo. Esta surgiu por duas vezes em sua trajetória, de forma isolada (INFORMAÇÃO PESSOAL)².

A primeira vez que a pesquisadora teve contato com o tema foi quando sua orientanda de mestrado, Ana Paula Sebastiany, propôs investigar a Oficina de Ciência Forense, que ela mesma organizou, na cidade de Estrela-RS, a partir de um projeto de extensão da Universidade onde cursou a licenciatura em química: o Centro Universitário UNIVATES. Assim, a dissertação de mestrado da mesma originou os artigos encontrados no nosso levantamento bibliográfico (SEBASTIANY, 2013).

O segundo momento relatado pela pesquisadora foi quando bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), da UFRGS, propuseram fazer uma oficina interdisciplinar de ciência forense, pois era um tema sobre o qual os alunos das escolas sempre perguntavam para os bolsistas. Tal oficina interdisciplinar também deu origem a várias publicações, mas principalmente trabalhos apresentados em congressos. A professora Tania expôs que as duas iniciativas se encerraram e que, atualmente, ela não orienta trabalhos sobre química forense.

No estado do Paraná destacam-se os artigos oriundos da UNIOESTE (1, 12 e 16 do Quadro 5.1) e UNICENTRO (12 e 16 do Quadro 5.1). Dois deles foram realizados em parceria por pesquisadores das duas universidades e, em ambos, a orientação ficou sob a responsabilidade do Prof. Dr. Mauricio Ferreira da Rosa, atualmente professor associado da UNIOESTE, tendo experiência na área de química, com ênfase em química orgânica. Também entramos em contato e ele nos esclareceu que os dois artigos estão vinculados a Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) de duas alunas do curso de licenciatura (INFORMAÇÃO PESSOAL)³.

² SALGADO, T. D. M. Mensagem recebida por tania.salgado@ufrgs.br em 12 dez. 2018.

³ ROSA, M. F. Mensagem recebida por mauriciofrosa@yahoo.com.br em 20 out. 2018.

O pesquisador nos relatou que não trabalha especificamente com química forense e nem possui um grupo que devota atenção ao tema, apesar de considerá-lo muito interessante, não só do ponto de vista científico como para o ensino de química. Ao ser indagado sobre perspectivas futuras, contou que não as tem, já que atualmente encontra-se afastado da licenciatura, dedicando-se ao bacharelado.

Dessa forma, concluímos que no contexto nacional existem esses dois pesquisadores que se destacam na pesquisa sobre química forense no ensino, porém não há um grupo consolidado. Ambos reconhecem a eficiência do tema em foco, já que em seus trabalhos foi possível obter resultados satisfatórios.

Em relação ao IFRS, este contribuiu com três trabalhos realizados em parceria com os pesquisadores da UFRGS. Cabe aqui, relatar atividades, voltadas à química forense, que são realizadas no IFRS do campus de Porto Alegre. Em outubro de 2012 foi inaugurado o espaço do projeto de extensão “Química Forense: Ambiente Interativo de Aprendizagem”. A equipe do projeto é coordenada pela Pro^a. Dr^a. Michelle Câmara Pizzato e três acadêmicos de licenciatura em Ciências da Natureza: Lediane Marques, Patrik Rocha e Rudá Roveda. O objetivo do projeto é receber estudantes para que, atuando como peritos em cenas de crime fictícios, possam adentrar ao universo da ciência forense. Desde a implantação do projeto, o IFRS recebe a visita de dezenas de escolas da região, e até de fora do estado. Os estudantes são convidados a interagir em espaços não-formais de ensino de química, com temáticas relacionadas à ciência forense, à criminalística e ao desenvolvimento de atitude investigativa. A visitação ao espaço é aberta às escolas de educação básica, mediante pré-agendamento, para turmas de até 15 pessoas.

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 1 artigo cada publicado

em periódicos nacionais. Além delas, a UEM, UTFPR e UEL, universidades do estado do Paraná também publicaram 1 artigo cada. Em contrapartida o estado de Santa Catarina não apresentou produção de nenhuma IES. Em contraponto, o trabalho de MARTINS et al. (2016), mencionado anteriormente, se assemelha à pesquisa aqui apresentada e é oriundo da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

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 1 artigo cada, a saber (Quadro 5.1): o artigo 10, proveniente da USP; o artigo 11, da UNIMES e o artigo 14, que foi realizado em 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 (Quadro 5.1): o artigo 8, da UFRPE; o artigo 13, da UFC e o artigo 20 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 o artigo 6. A região Centro-Oeste foi representada pela UnB, com o trabalho 7. No entanto, em relação à região Centro-Oeste vale destacar o trabalho de OLIVEIRA e SOARES (2018), mencionado anteriormente, intitulado “Química Forense no ensino de química: uma análise das publicações em eventos acadêmicos-científicos brasileiros”. Este trabalho se assemelha ao aqui apresentado uma vez que a proposta dos autores era de realizar um levantamento bibliográfico, a respeito de trabalhos publicados em eventos, como o CBQ, SIMPEQUI, ENEQ e RASBQ. Seus autores foram contatados e Freitas relatou que está em fase de escrita de um artigo sobre a aplicação da química forense no ensino. Além disso, está produzindo um material paradidático, como projeto educacional no âmbito de um mestrado profissional sobre química forense para o ensino-aprendizagem de

diversos conteúdos de química, adotando abordagens lúdicas e experimentais (INFORMAÇÃO PESSOAL)⁴.

No que diz respeito à região Norte, é digno de nota que, em 2010, a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) criou o programa de extensão “Desvendando as Ciências Forenses”, coordenado pelo Prof. Dr. Renato Henriques de Souza. Em tal programa existe um projeto intitulado “A Química Forense no Laboratório de Ensino”, o qual desenvolveu, até o momento 12 experimentos de química que podem ser utilizados no ensino médio. Estes experimentos são adaptações para o laboratório de ensino de testes forenses realmente executados por peritos, ou simulações experimentais de algumas dessas práticas. No entanto, até o momento, não foi avaliado o potencial didático desses experimentos, não tendo sido ainda gerada uma sequência didática para a inserção dos conceitos químicos envolvidos nesses assuntos (NUNES, 2017).

Além disso, segundo NUNES (2017), na UFAM existe o Núcleo de Estudos Forenses do Amazonas (NEFA), criado em 2012, pela Prof^a. Dr^a. Karime Rita de Souza Bentes, o qual é um grupo de pesquisa, ensino e extensão que desenvolve trabalhos científicos e divulgação das ciências nas diversas áreas que constituem as ciências forenses. Tal grupo já realizou eventos e apresentações em Lethem (Guiana), Bonfim (Roraima) e em diversos municípios do estado do Amazonas, voltados para estudantes do ensino médio, universitário e público em geral, inclusive apresentando o programa “Desvendando as Ciências Forenses”.

Por fim, causa estranheza que tenha sido reportado apenas um trabalho proveniente da USP e nenhum da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI)⁵, 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

⁴ OLIVEIRA, D. F. Mensagem recebida por freitaseoliveiras@gmail.com em 05 dez. 2018.

⁵ Instituições e cursos reconhecidos pelo Ministério da Educação (MEC). Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>, acesso em 25 ago. 2018.

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.

O único artigo vinculado à USP é o 10 (identificado no Quadro 5.1), intitulado “Química Forense: a utilização da química na pesquisa de vestígios de crime”, de autoria do Prof. Dr. Marcelo Firmino de Oliveira, que leciona para alunos do curso de química com habilitação em química forense. Este trabalho traz indicações que permitem que se entenda melhor o que é a química forense, a sua importância e algumas das técnicas analíticas mais utilizadas, ou seja, pode ser utilizado como base para um professor angariar conhecimentos e, assim, ser capaz de abordar com seus alunos a temática forense.

Provavelmente, a ausência de trabalhos relacionados à química forense e o ensino nas referidas instituições deve-se ao fato dos 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. O objetivo principal do evento é promover um fórum de discussão dos avanços das ciências forenses, por meio de conferências, sessões coordenadas, palestras técnicas, workshops, minicursos, apresentação de trabalhos na forma de pôster e pela convivência entre todos os participantes nas conversas, discussões e programações sociais promovidos durante o evento (ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA FORENSE, 2016).

No 5º ENQFor, realizado no ano de 2016, ocorreu a apresentação de 3 trabalhos relacionados à aplicação da química forense no ensino, sendo eles: “Química forense como motivacional para alunos do ensino técnico (ETEC)” (SILVA. F et al., 2016), “Química forense: da cena de crime à sala de aula” (SOUZA et al., 2016) e “Proposta de ensino em química forense: identificação de drogas de abuso empregando ensaios colorimétricos” (CARRATTO, 2016). Tal fato mostra que os realizadores do evento também valorizam essa temática, objetivando o seu desenvolvimento, já que uma das áreas elencadas para a apresentação de pôsteres é “ensino de ciências forenses”.

5.4 - A produção e a sua distribuição de acordo com os níveis de escolaridade

O nível escolar abrangido pelos trabalhos acadêmicos foi identificado pelo direcionamento quanto à sua aplicação em um ou mais níveis de escolaridade e os seus descritores encontram-se especificados no Percurso Metodológico desta dissertação.

A partir dos referidos pressupostos foi possível caracterizar os artigos. No Quadro 5.3 consta cada um deles e sua respectiva classificação de acordo com o nível de escolaridade.

QUADRO 5.3-Classificação dos trabalhos de acordo com nível de escolaridade.

(continua)

Nºdo Trabalho	Nível de Escolaridade
1	Ensino Médio
2	Ensino Médio
3	Ensino Médio
4	Geral
5	Geral
6	Ensino Superior
7	Ensino Superior
8	Ensino Superior

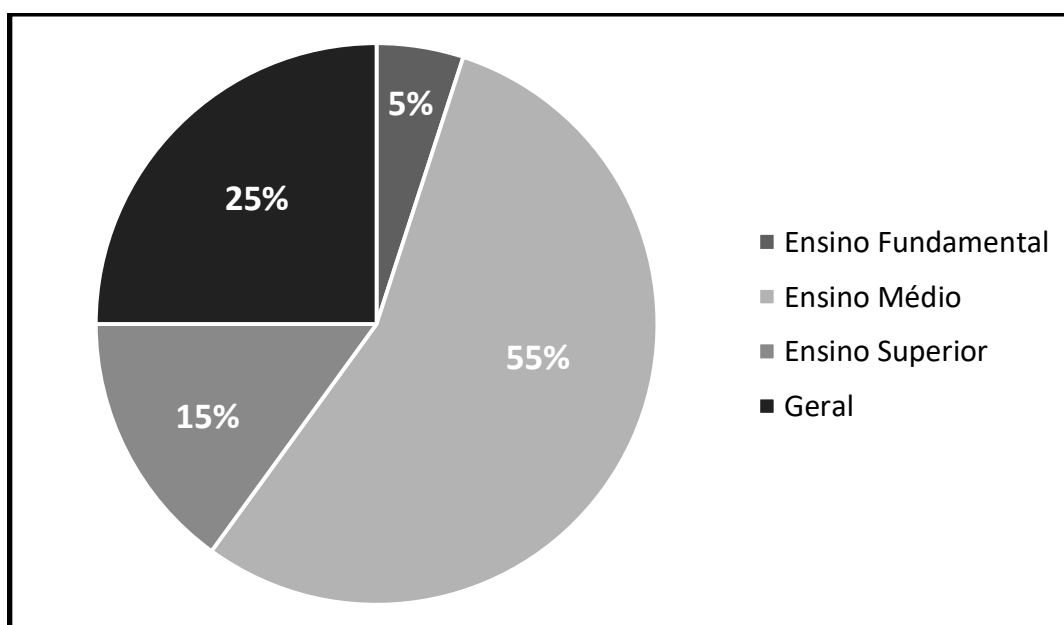
QUADRO 5.3-Classificação dos trabalhos de acordo com nível de escolaridade.

	(conclusão)
9	Geral
10	Geral
11	Geral
12	Ensino Médio
13	Ensino Fundamental
14	Ensino Médio
15	Ensino Médio
16	Ensino Médio
17	Ensino Médio
18	Ensino Médio
19	Ensino Médio
20	Ensino Médio

Fonte: Autor.

A Figura 5.3 ilustra a distribuição dos artigos de acordo com o nível de escolaridade, conforme consta no Quadro 5.3.

FIGURA 5.3-Distribuição dos artigos de acordo com os níveis de escolaridade



Fonte: Autor.

O nível de escolaridade que mais se destacou foi o ensino médio, sendo este o público alvo de 55% dos artigos 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. O número de artigos voltados para o ensino fundamental e superior é pouco significativo para cada nível escolar.

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 (artigo 13, Quadro 5.1).

Em relação ao ensino superior, o resultado de apenas 15% 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 (DINAN et al., 2007; MILLARD et al., 2013; CONTAKES, 2015).

Foram classificados 5 artigos na categoria Geral, que abarcou 25% do total. Os trabalhos de número 5, 9 e 11 (Quadro 5.1) foram classificados nessa categoria 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.

O artigo 10 (Quadro 5.1) é teórico e explana como a química pode ser utilizada na pesquisa de vestígios de crime, ou seja, traz informações

essenciais para o leitor compreender o que é a química forense. E, por fim, o artigo 4 (Quadro 5.1) é um trabalho também teórico que analisa uma aula de química ministrada no contexto do seriado *Breaking Bad*. Os autores investigaram o primeiro episódio do seriado televisivo, que aborda uma aula sobre “o que é química”, pelo viés da etnografia virtual. Ou seja, foi estudado a maneira como a aula era conduzida e o comportamento dos alunos diante da mesma. Dessa forma, foi viabilizada a discussão sobre como a química pode ser pensada por uma ótica cultural, isto é, enxergando a ciência como resultado das relações humanas e não como um conhecimento imutável.

5.5 - A produção e sua distribuição de acordo com o foco temático

Classificamos os artigos, relacionados à aplicação da química forense no ensino, publicados em revistas no período de 2000 até o primeiro bimestre de 2018 pelo foco temático, ou seja, a partir do assunto tratado no trabalho. Dois focos emergiram a partir da leitura e análise dos 20 artigos que se encontram dispostos no Quadro 5.1, a saber: a química forense no ensino de química em perspectiva teórica e a química forense na elaboração de estratégias didáticas.

O primeiro foco abarca 6 artigos, ou seja 30% do total, já o segundo abarca 14 artigos, ou seja 70% do total.

A seguir, são apresentadas características gerais dos trabalhos classificados em cada um dos focos temáticos e são discutidos os conteúdos presentes em cada um deles, bem como os sinais de convergências e diferenças entre eles.

5.5.1 - A química forense no ensino de química em perspectiva teórica

Identificamos 6 artigos cujo foco temático é a química forense em perspectiva teórica: 3, 4, 5, 9, 10 e 11 (Quadro 5.1).

Dentre os artigos classificados neste foco, quatro (5, 9, 10 e 11, Quadro 5.1) 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.

O artigo 10, intitulado “Química forense: a utilização da química na pesquisa de vestígios de crime”, apresenta uma breve introdução à química forense e tem o objetivo de mostrar a importância dessa ciência na elucidação de crimes. 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.

O autor esclarece que, em crimes nos quais são utilizadas armas de fogo, ocorre a produção de vestígios de disparo expelidos pela expansão gasosa oriundos da combustão da carga explosiva presente nos cartuchos que compõem a munição das armas. O fluxo gasoso é composto por gases provenientes da combustão, como dióxido de carbono (CO_2), dióxido de enxofre (SO_2) e compostos inorgânicos, tais como nitrito, nitrato, cátions de metais como chumbo (Pb) e antimônio (Sb), além de particulados metálicos. As partículas sólidas, ao atingirem a mão do atirador, aderem à superfície da sua pele, sendo assim, o teste comumente utilizado para detectar vestígios de disparo de arma de fogo consiste na pesquisa de íons ou fragmentos metálicos de chumbo, pelo fato desta espécie metálica estar presente em maior quantidade em relação as outras.

O teste realizado é conhecido como residuográfico e consiste na coleta prévia de amostra das mãos do suspeito, mediante aplicação de tiras de fita adesiva do tipo esparadrapo. Posteriormente, essas fitas são colocadas em uma superfície de papel filtro e borrifadas com solução acidificada de rodizonato de

sódio, conforme ilustra a Figura 5.4. Se apresentarem um espalhamento de pontos de coloração avermelhada, indicam resultado positivo para o disparo.

FIGURA 5.4-Revelação de vestígios de chumbo na mão do atirador.



Fonte: OLIVEIRA (2006, p.18)

A identificação de adulterações em veículos também é abordada no artigo 10, já que muitos automóveis são envolvidos em episódios de furto ou roubo e têm seus sinais de identificação remarcados, como placas, numeração de chassi e de motor, para serem utilizados como clones.

Segundo OLIVEIRA (2006, p.18), “[...] constitui-se como um tipo comum de adulteração a remoção da numeração original da peça, mediante desgaste mecânico e polimento, e subsequente aplicação de nova numeração por punção, obviamente diferente do original”. Na marcação original ocorre uma compactação diferenciada na região da estrutura cristalina abaixo e adjacente aos referidos caracteres. Sendo assim, após sua remoção por desgaste mecânico do tipo lixa, tais imperfeições permanecem na peça original, no entanto invisíveis.

Dessa forma, o autor menciona que para identificar sinais de adulteração deve-se realizar um ataque químico na referida superfície metálica, utilizando agentes reveladores, conforme ilustra a Figura 5.5. Um reagente comumente empregado é a uma solução aquosa alcalina de hexacianoferrato de potássio, denominado reagente de Murikami.

FIGURA 5.5-Uso de agentes reveladores para identificar adulteração em veículo.



Fonte: OLIVEIRA (2006, p.19)

Os procedimentos experimentais citados podem ser realizados no nível médio de ensino, em decorrência dos exames necessários envolverem reações de fácil reprodutibilidade, bem como o preparo simples das soluções dos reagentes utilizados.

O artigo 5, intitulado “A utilização da ciência forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos”, em um de seus tópicos discute a análise de resíduos de disparo de arma de fogo abordada no artigo 10, inclusive citando-o. No entanto, não só esta técnica é relatada, pois o mesmo apresenta quatro módulos didáticos envolvendo atividades experimentais abordando as ciências forenses, os quais podem ser utilizados em qualquer nível de ensino.

Porém, segundo as próprias autoras, se o objetivo é discutir os conceitos científicos envolvidos nas práticas, os módulos, indicados a seguir, serão melhor explorados com alunos do ensino médio: módulo didático 1: como investigar o caso das impressões digitais na cena do crime; módulo didático 2: como investigar as pegadas na cena do crime; módulo didático 3: como investigar as manchas de sangue na cena do crime; e módulo didático 4: como investigar as evidências de balística na cena do crime.

O artigo 5 mostra-se como um excelente material de consulta e suporte para o professor que deseja contextualizar suas aulas de química por meio da química forense, pois os módulos didáticos são explicativos orientando a realização da atividade, relatando os reagentes, os materiais e o procedimento que

deve ser adotado em cada prática. Além disso, é possível relacionar as atividades envolvidas nos módulos com conceitos científicos da área de física e matemática, como relatado por SEBASTIANY et al. (2013, p.56): “No módulo sobre sangue e balística, também é possível trabalhar com conceitos matemáticos (trigonometria e ângulos) e físicos (movimentos)”.

Em uma perspectiva muito semelhante à do artigo 5, o artigo 9, intitulado “A ciência forense como metodologia ativa no ensino de ciências”, também apresenta os seguintes módulos didáticos envolvendo atividades experimentais abordando as ciências forenses, os quais podem ser utilizados em qualquer nível de ensino: módulo didático 1: intervalo pós-morte; módulo didático 2: impressões digitais; módulo didático 3: pegadas; módulo didático 4: balística; módulo didático 5: manchas de sangue.

O objetivo do autor foi apresentar uma metodologia ativa para o ensino de ciências, baseada na ciência forense. As atividades foram divididas em módulos a fim de promover a interligação entre o conteúdo a ser ensinado e sua contextualização com a vida cotidiana, além da interdisciplinaridade no ensino. Os experimentos utilizados nos módulos, segundo o autor, utilizam reagentes simples, baratos e de fácil obtenção. Por fim, o artigo propõe uma abordagem integrando os conteúdos com as disciplinas de física, química, biologia e matemática.

Conforme pode ser observado, os artigos 5 e 9 se assemelham em relação aos módulos didáticos apresentados. A diferença está relacionada ao conteúdo que é abordado em cada um deles, conforme discutido a seguir, além do trabalho 9 apresentar um módulo a mais, o intervalo pós morte.

No que diz respeito ao módulo de impressões digitais, o artigo 5 é mais completo, pois aborda os métodos de revelação por meio da técnica do pó, técnica do nitrato de prata, técnica do vapor de iodo, técnica da ninidrina, técnica da diazafluorenona (DFO), além da produção de um pó orgânico e de instruções para analisar as impressões digitais. Já o artigo 9 aborda apenas os materiais e

procedimentos relacionados à técnica do pó, à técnica do vapor de iodo e do vapor de cola.

No módulo de pegadas, o trabalho 5 traz todo um procedimento de como trabalhar com essa temática e instruções de como analisar as pegadas, já o artigo 9 relata os conceitos científicos que podem ser abordados. A identificação da arma pelo projétil, por meio do confronto balístico, é relatada tanto no artigo 5 quanto no artigo 9, no módulo sobre balística. No entanto, além desse assunto, o artigo 5 explora a identificação do atirador pela arma, a identificação da arma pela pólvora, a determinação da distância e direção do tiro, além das análises de resíduos de arma de fogo. Uma limitação abordada pelos autores dos dois artigos é que em uma situação de ensino os alunos não podem fazer uso de armas de fogo e dos projéteis para análise. É preciso que o professor ou responsável pela atividade forneça os projéteis ou cápsulas de cartuchos para serem comparados com o auxílio de lente de aumento ou microscópio.

No que diz respeito ao módulo de manchas de sangue, o artigo 5 traz um conteúdo mais abrangente, envolvendo os testes para identificação de sangue na cena do crime, como os reagentes de Kastle-Meyer e de benzidina. Além disso, são fornecidas informações sobre o fato dos respingos de sangue fornecerem, por meio de seus formatos e respingos, subsídios que são essenciais para esclarecer a dinâmica com que ocorreu um crime. Já o artigo 9 traz os materiais e procedimentos para identificação de sangue via reagente de Kastle-Meyer e informações sobre o luminol. No entanto, o próprio autor relata que o luminol é um reagente de difícil síntese e que seu custo é elevado, fazendo com que sua utilização em aplicações didáticas não seja tão trivial.

Cabe aqui destacar que os conceitos relacionados ao módulo pós morte, abordado no artigo 9, também foi relatado no artigo 11, intitulado “A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais”. Tal artigo destaca a importância da utilização de reportagens jornalísticas, filmes e seriados de TV para promover a contextualização e a interdisciplinaridade no

ensino. Explora ainda técnicas forenses utilizadas pela criminalística brasileira, ilustrando os conceitos que as envolvem e sugerindo maneiras de apresentação em sala de aula. Para isso, o teste presuntivo para a detecção de sangue (reagente de Kastle-Meyer) e os conceitos químicos a ele relacionados são tratados, bem como conceitos físicos por meio do *algor mortis* (esfriamento corporal), com a abordagem de conceitos de troca de calor e de termologia para o estabelecimento de estimativa do tempo de morte.

Dessa forma, o artigo 9, o mais recente dentre todos os mencionados, publicado no ano de 2017, abordou os temas discutidos em dois artigos publicados anteriormente a ele: o 11, publicado em 2010, e o 5, publicado em 2013. Vale destacar que o artigo 9 cita em seu texto os dois artigos (11 e 5), comprovando a importância dos mesmos para embasamento da sua escrita.

O artigo 3, intitulado “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”, sugere a contextualização do ensino do postulado de Bohr com o cotidiano social, usando o conceito de quimioluminescência a partir da química forense, com o objetivo de instigar o interesse e o senso crítico do aluno, mostrando uma aplicação prática da reação química do luminol. Dessa forma, nessa perspectiva, tal artigo se assemelha com os demais discutidos anteriormente, pois descreve materiais e procedimentos que devem ser realizados durante a atividade prática de identificação de manchas de sangue a partir do luminol, além de sugerir que professores criem uma cena de crime fictícia, a fim de trazer a ludicidade para o contexto escolar.

No entanto, o artigo 3 distingue-se dos demais, pois não relata apenas essa proposta, mas também reporta a análise de três livros didáticos de química da 1ª série do ensino médio, utilizados no município de Campo Mourão-PR, a fim de observar como é tratado o ensino do modelo atômico de Bohr. Foram analisados os livros “Química Cidadã” (SANTOS e MOL, 2013), “Química”

(FELTRE, 2004) e “Química” (REIS, 2013). Os autores do artigo concluíram que o modelo atômico de Bohr é tratado nos livros didáticos analisados de forma pouco contextualizada com o dia a dia do aluno, indo contra o que as Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Química do Paraná defendem.

O artigo 4, intitulado “Uma forma de espanto - pensando uma aula de química com o seriado televisivo *Breaking Bad*”, não encontra semelhanças com os demais artigos teóricos discutidos anteriormente neste foco. Os autores analisam, por meio da etnografia virtual, uma aula de química do seriado em questão ministrada pelo personagem principal, o professor Walter White, na qual ele indaga os alunos: “química é o estudo do quê?”.

A sala de aula mostrada na série apresenta uma boa estrutura, com bancadas e vidrarias, no entanto, os alunos estão deitados sobre as carteiras, distraídos e totalmente desinteressados. A análise da aula tem como objetivo discutir como a química pode ser pensada por uma ótica cultural, isto é, enxergando a ciência como resultado das relações humanas e não como um conhecimento imutável. No entanto, os resultados apontam para uma química estratificada, distante dos desejos dos alunos, e tal fato é notado pelo silêncio durante as aulas, é nítido o ensino de química de uma forma dogmática. Um segundo objetivo dos autores é provocar espanto nos professores, diante do cenário descrito, instigando-os a analisar suas práticas.

Em suma, os 6 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 em todos os artigos deste foco, com exceção do artigo 4, 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.

5.5.2 - A química forense na elaboração de estratégias didáticas

Os 14 artigos classificados neste foco foram agrupados nos seguintes subfocos, a partir da identificação de convergências e diferenças entre eles:

- Uso de material midiático: constam apenas dois artigos neste subfoco. Em ambos a estratégia principal envolve a exibição de episódios de seriados como *CSI* e *Breaking Bad*.

- Experimentação: consta apenas um artigo nesse subfoco, na qual a experimentação aparece como única estratégia empregada.

- Jogo de RPG: consta apenas um artigo nesse subfoco, no qual as regras do jogo de RPG são seguidas à risca.

- Leitura de um texto sobre química forense: consta apenas um artigo nesse subfoco, 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: constam seis artigos nesse subfoco. Estes utilizam, concomitantemente, as duas estratégias mencionadas.

- Análise de um crime fictício associada à experimentação e ao uso de material midiático: constam dois artigos nesse subfoco. 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: consta apenas um artigo nesse subfoco. Este utiliza, concomitantemente, as quatro estratégias mencionadas.

5.5.2.1 – Uso de material midiático

O primeiro subfoco concentra 2 trabalhos (8 e 14, do Quadro 5.1), que utilizam material midiático como estratégia para promover a contextualização e problematização dos conteúdos de ciências.

O artigo 8, intitulado “A química nas séries de TV: um recurso para promover a aprendizagem tangencial de Portnow e Floyd no ensino de química”, envolve uma pesquisa realizada com estudantes de uma universidade pública do sertão pernambucano, a qual foi dividida em três etapas:

- 1º Etapa: elaboração e aplicação de um questionário com o objetivo de obter informações e percepções dos estudantes acerca das séries de TV. Nessa etapa o questionário foi aplicado a 160 estudantes.

- 2º Etapa: os pesquisadores escolheram duas séries de TV e as editaram a fim de discutir com os alunos as cenas de química presentes em alguns episódios apresentados. As séries escolhidas foram *Breaking Bad* e *The 100* devido à popularidade que gozam junto ao público. Vale ressaltar que a história e sua respectiva ordem cronológica não foram afetadas e todas as cenas que continham conteúdos de química foram expostas. Nessa etapa foram envolvidos 248 discentes.

Ao fim de cada série os estudantes participaram de um debate sobre suas impressões em relação ao vídeo assistido e ao conteúdo de química observado ao longo da exibição. Segundo os autores, o objetivo principal do debate foi identificar a presença da aprendizagem tangencial na fala dos participantes ao discutirem os conceitos químicos. De acordo com PORTNOW, citado por SOUZA e LEITE (2017, p.37), “[...] entende-se por aprendizagem tangencial o uso da mídia não para educar, mas para facilitar o processo de aprendizagem”.

- 3º Etapa: os alunos foram convidados a escrever um texto dissertativo, no qual retratam propostas de uso das séries em salas de aula de química.

Como resultado os autores expõem que o potencial das séries de TV nas aulas de química é considerável, já que este recurso é capaz de envolver o aluno, chamar a atenção e tornar as aulas mais atraentes. Isso foi verificado no trabalho, pois os discentes discutiram assuntos de química utilizando o conhecimento construído durante as séries de TV. É, portanto, desejável que o professor incentive os alunos a observar elementos nas séries de TV, relacionados a conteúdos de química, possibilitando a discussão sobre o assunto em sala de aula.

O artigo 14, intitulado “Séries televisivas de investigação criminal e o ensino de ciências: uma proposta educacional”, se assemelha ao artigo 8, pois também fez uso de um seriado televisivo, porém nesse caso foi abordado apenas um episódio da série *CSI Miami*, não sendo feito um recorte de todos os episódios da série que abordam algum conteúdo científico. A etapa de trabalho de campo foi realizada com 32 educandos da 2ª série do ensino médio de um colégio militar do estado do Rio de Janeiro.

O objetivo do artigo foi destacar o uso das séries de TV de investigação criminal como estratégia para abordar de forma contextualizada conteúdos de ciências para o ensino médio. A pesquisa foi dividida nas seguintes etapas:

- 1º Etapa: exibição do episódio 182 do *CSI Miami*, “*We have a problem*”, escrito por Sam Hill e com duração de 40 minutos. Tal episódio aborda um crime no espaço e foi escolhido por ser rico em conteúdos de física.

- 2º Etapa: aplicação de um questionário, que serviu de base para os estudantes observarem se as informações contidas no vídeo estavam de acordo com os conhecimentos científicos e se a compreensão dos conceitos evidenciados no episódio e já vistos no ambiente escolar, sobretudo de física, como gravidade zero, velocidade máxima, queda livre, terceira Lei de Newton e equação de Bernoulli, havia sido fácil.

- 3º Etapa: discussão participativa, na qual foram revisados os conteúdos, esclarecidas as dúvidas e criticados os pontos equivocados do episódio em relação aos conhecimentos científicos. Tal etapa elucidou como os conceitos mostrados na ficção são aplicáveis na vida real.

Como resultado os autores relatam que, mesmo o questionário sendo aplicado com base em um vídeo, no qual os alunos demonstravam interesse, houve dificuldades na sua resolução. No entanto, os equívocos cometidos no questionário foram reconhecidos pelos próprios alunos durante o momento da discussão, e tal fato mostra que estes podem ser um mecanismo na construção do conhecimento. Além disso, é válido destacar que, embora a série seja famosa, a mesma apresenta conceitos errôneos de ciências, o que muitas vezes pode dificultar o aprendizado. Por isso é necessário que o docente seja cuidadoso no processo de transposição didática dos conteúdos audiovisuais.

Ambos os artigos discutidos se assemelham pelo fato de utilizarem material midiático para contextualizar as aulas, fugindo do ensino dogmático com mera transmissão de conhecimentos, no qual o professor é o detentor de todo o saber e os alunos são sujeitos passivos. Enquanto o objetivo maior do artigo 8 é, por meio dessa estratégia, verificar sinais de aprendizagem tangencial, no artigo 14 o propósito é verificar os conhecimentos adquiridos após os episódios terem sido assistidos, via explicação de um questionário que foi amplamente discutido no final da atividade.

5.5.2.2 – Experimentação

Foi classificado neste subfoco apenas um artigo (13, do Quadro 5.1), intitulado “A ciência forense no ensino de química por meio da experimentação investigativa e lúdica”. Este reporta uma pesquisa com 120 alunos do 9º ano do ensino fundamental de um colégio da rede privada de Fortaleza-CE, desenvolvida em duas etapas:

- 1ª Etapa: realização de aulas expositivas com o propósito de informar os alunos acerca de técnicas utilizadas pela ciência forense e demonstrar a presença da química nesse contexto.

- 2ª Etapa: realização de experimentos a partir da investigação de um crime fictício contado para os alunos, por meio de uma suposta história de cunho criminal. Ao final da história foi proposto que os alunos fossem os investigadores e peritos criminais que tentariam elucidar o ocorrido.

Ao longo da prática os alunos realizaram experimentação envolvendo a revelação de impressões digitais (técnica do vapor de iodo), testes de *DNA* (eletroforese lúdica) e identificação de sangue (luminol lúdico). Segundo os autores, o estudo consistiu em elaborar experimentos que fossem simples e que pudessem ser utilizados por qualquer professor na sala de aula, envolvendo a interdisciplinaridade e a contextualização de forma lúdica. Toda a estratégia tem seus reagentes, materiais e procedimentos detalhados ao longo do artigo, além de contar com um suporte teórico sobre cada uma das técnicas empregadas. Ademais, o artigo ainda aborda os conceitos possíveis de serem trabalhados em cada uma das práticas experimentais realizadas.

Como resultado os autores apontam que o uso de novas metodologias de ensino contribui para o aprendizado dos alunos e proporciona o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que os cerca, tornando os conteúdos de química menos abstratos e mais relevantes. Com o uso da estratégia foi possível concluir que o professor, ao desenvolver atividades dessa natureza, favorece a constatação por parte dos alunos da importância dos conteúdos estudados, incentivando-os a aprender química de forma relevante e duradoura.

5.5.2.3 – Jogo de RPG

Neste subfoco consta apenas um artigo (7, do Quadro 5.1), intitulado “O RPG (Role Playing Game) como estratégia avaliativa utilizando a química forense”. O objetivo deste trabalho foi construir uma aventura de RPG utilizando

como contexto a química forense para aplicar com alunos de graduação do Instituto de Química da Universidade de Brasília (IQ-UnB), a fim de analisar como os alunos utilizariam o que aprenderam em disciplinas, como físico-química e química analítica, para resolver um crime fictício personificando um perito criminal, verificando nas discussões possíveis erros conceituais e, de maneira lúdica, sanando-os.

Segundo CAVALCANTI et al. (2017, p. 1760):

“[...] o jogo de RPG é baseado em uma história criada pelo mestre e na interpretação de papéis por jogadores os quais interagem com essa história escolhendo a ação e como ela será realizada. Os jogadores possuem ações livres e podem decidir o que perguntar, analisar, interrogar, entre outras ações específicas da perícia química, como por exemplo, recolher material para análise, marcas de sangue, fios de cabelo, etc. Todas essas tomadas de decisão são realizadas pelos jogadores, mas controladas pelo mestre que além de narrar a história, usa o bom senso para permitir ou não uma ação ou tomada de decisão dos jogadores.

Sendo assim, para o bom andamento do jogo os autores criaram o “Manual de Análises Forenses” para que os alunos/jogadores tivessem uma introdução ao universo da química forense, podendo realizar ações consistentes que os ajudassem na solução do problema que seria proposto. Tal manual continha uma breve apresentação de algumas análises rotineiras no universo da química forense, como por exemplo, análise de resíduos de tiro e análise de solos. Além disso, era composto de duas partes, a primeira uma apresentação inicial, e a segunda, um manual, que poderia ser consultado a qualquer momento do jogo.

A aventura proposta foi um possível atentado contra o deputado, de nome fictício Hugo Gomes, o qual alegava que tinha sido vítima de uma emboscada, sofrendo uma tentativa de homicídio. A aventura foi jogada em grupos de dois a oito alunos e dividida nas seguintes etapas:

- 1ª Etapa: exibição de um vídeo, o qual correspondia a uma notícia de um telejornal narrando que o deputado Hugo Gomes havia sofrido uma suposta tentativa de assassinato.

- 2ª Etapa: análise da cena de crime fictícia montada pelos autores, a qual continha um carro batido (carro do deputado), o deputado desmaiado no banco do motorista e orifícios de bala no para-brisas. A partir dessa cena os jogadores tentaram recolher o maior número de pistas e informações possíveis para chegar à resposta final, solucionando o caso.

- 3ª Etapa: solicitação, por parte dos jogadores, de análises de evidências a fim de elucidar o ocorrido. As análises mais solicitadas foram: comparação balística de um projétil encontrado sobre o banco traseiro e de três cápsulas de disparo sobre a grama, a fim de se localizar a posição do atirador e determinar o calibre da arma utilizada; revelação de impressões digitais que se encontravam no volante e painel do carro; identificação de pegadas, que determinava a provável posição do atirador e o tamanho do sapato; e análise do conteúdo de um frasco contendo um líquido que estava sob o banco do motorista.

Vale ressaltar que ao mestre, papel assumido pelo professor, cabe narrar todo o enredo para os jogadores, desde informações sobre a vida pessoal do político, sua trajetória profissional até o instante do atentado, além de fornecer evidências e depoimentos dos personagens da história. No entanto, tais informações só são fornecidas quando solicitadas pelos jogadores. É essa característica, da presença marcante do mestre em todo desenrolar da atividade, que diferencia o jogo de RPG da estratégia, discutida posteriormente, análise de um crime fictício aliado à experimentação.

Como resultado, os autores relatam que tiveram um *feedback* bastante positivo, já que os alunos demonstraram alto grau de motivação, além de descreverem uma sensação de desafio e satisfação com o caráter lúdico da atividade. Além disso, em relação ao professor, este foi capaz de identificar os erros conceituais recorrentes dos alunos. Por fim, a liberdade de ação do jogador auxiliou na formação dos alunos, já que privilegiou o processo de tomada de decisão.

5.5.2.4 – Leitura de um texto sobre química forense

Foi classificado nesse subfoco apenas um artigo (1, do Quadro 5.1), intitulado “Abordagem comunicativa em sala de aula: uma autorreflexão docente”. Este reporta uma atividade realizada pelo grupo PIBID/química da UNIOESTE com 28 estudantes da 1ª série do ensino médio técnico integrado em administração, na qual a disciplina de química está presente, do Colégio Jardim Porto Alegre no município de Toledo-PR.

O objetivo do trabalho foi verificar como ocorrem as interações entre estudantes e futuros professores de química, analisando as abordagens comunicativas, a fim de desenvolver uma autorreflexão docente. Dessa forma, a atividade consistiu na coleta de informações a partir da leitura e discussão do texto “Identificação genômica: o DNA forense” de WATSON e BERRY (2005), como forma de contextualizar a química forense em uma sequência didática.

O texto trata de um caso que ocorreu em 1998, no estado da Virgínia-EUA, época em que havia muitas discussões sobre teorias raciais. No enredo, Marvin Lamont Anderson, de 34 anos de idade, esteve preso por 15 anos injustamente, condenado por um crime hediondo, o estupro de uma jovem em julho de 1982. A vítima o reconheceu em uma fotografia e identificou-o no tribunal. O caso foi considerado um equívoco, pois a prisão de Anderson foi baseada exclusivamente nos depoimentos da vítima (branca) à polícia, que disse que o agressor (negro) se gabara de “ter uma mulher branca”.

Anderson se declarava inocente e solicitou que fosse feita uma análise do *DNA* das evidências físicas encontradas na cena do crime. Graças à ajuda de advogados do *Innocence Project*, grupo que atraiu atenção por usar análises de *DNA* para estabelecer provas definitivas de culpa ou inocência em processos criminais, Anderson foi perdoado pelo governador da Virgínia, sendo que o verdadeiro culpado apareceu e confessou o crime. Vale destacar, que a impressão genômica do *DNA* da cena do crime combinava com a do verdadeiro responsável pelo delito, confirmando a inocência de Anderson.

A discussão do texto com os alunos foi realizada em etapas, chamadas pelos autores de episódios, já que o objetivo dos pesquisadores não era analisar se a atividade promovia conhecimento para os alunos, e sim como ocorriam às abordagens comunicativas do professor e pibidianos a partir da discussão com os estudantes. Dessa forma, as etapas foram às seguintes:

- 1ª Etapa: Como reconhecer um suspeito?

Com a discussão do trecho inicial do texto foi realizada uma discussão com os alunos, da qual emergiram aspectos iniciais sobre o crime e suas possíveis formas de elucidação. Foi perguntado aos alunos quais eram as características do crime que levaram à condenação de um homem injustamente. Em seguida, buscou-se entendimento dos estudantes sobre indícios de identificação do suspeito e que forma este contexto foi apresentado no texto.

- 2ª Etapa: A cor da pele pode ser motivo para acusar um indivíduo?

Nessa etapa a discussão foi baseada em tal pergunta, já que o texto apresenta indícios de que o incriminado foi acusado devido à sua cor da pele. Os alunos concordaram e mencionaram que a cor da pele (negra) influenciou a vítima a acusar o suspeito, e indicaram que na época em que ocorreu esse caso de estupro, o racismo interferia diretamente para supor a identificação de acusados.

- 3ª Etapa: O que contém no DNA?

Dando continuidade à leitura do texto, os pesquisadores interromperam os estudantes logo que o texto mencionou o *DNA*. Isso foi feito para que se pudesse explorar o que os alunos entendiam sobre o assunto, já que o texto informa apenas a sigla *DNA*, não fornecendo o significado da mesma. Na discussão foi perguntado aos alunos sobre a disciplina de biologia, uma vez que, segundo as Orientações Nacionais para o Ensino Médio, o DNA faz parte do currículo desta especialidade.

- 4ª Etapa: É importante investigar...

Nessa etapa deixou-se transparecer a ideia que o texto apresenta, por meio de uma análise do que foi lido. Discutiu-se sobre a importância dos exames

de *DNA* e como são necessários para análises forenses, a fim de não inocentar culpados e não incriminar inocentes.

O texto serviu como suporte para a abordagem do conteúdo de ligações químicas, já que foi solicitado aos alunos que identificassem os tipos de ligações presentes na estrutura do DNA. Em sala de aula, aproveitando a temática em foco no texto, foram salientados os avanços da química forense, relatando o quão são essenciais para a elucidação de crimes e identificação de suspeitos.

Os depoimentos dos estudantes e dos pibidianos foram gravados em áudio e, posteriormente, transcritos para análise, de acordo com a metodologia de MORTIMER e SCOTT (2002). Tal metodologia considera quatro classes de abordagens comunicativas: interativo/dialógico, não interativo/dialógico; interativo/de autoridade e não interativo/de autoridade. Com isso, é possível a obtenção de uma perspectiva sobre como o professor trabalha as intenções e os conteúdos em sala de aula, ou seja, é possível caracterizar como os professores interagem com os alunos.

Nessa perspectiva, para a análise da abordagem comunicativa utilizada em sala de aula os pibidianos procuram responder a duas questões: de que forma interagimos com os estudantes? Levamos em consideração as concepções dos estudantes para a construção das ideias científicas no decorrer da aula? Como resultados verificaram que as quatro classes de abordagem comunicativa se articulam entre si, ocorrendo uma predominância da abordagem interativo/dialógico.

Os autores acreditam que quando há uma interação com os estudantes a construção dos significados é auxiliada devido à troca de ideias. No entanto, vale destacar, que durante a atividade foi necessário os pibidianos realizarem interações de maneira não dialógica para que fosse possível dar andamento no entendimento e na utilização do DNA, para a elucidação do crime discutido no texto.

Por fim, apontam que o professor, ao expor suas ideias para a condução de uma atividade, deve fazer com que os estudantes participem do processo de ensino e de aprendizagem ao permitir que apresentem suas ideias também, em uma relação mútua de entendimento sobre o que os estudantes pensam e sobre como a discussão pode ter sequência.

5.5.2.5 - Análise de um crime fictício associada à experimentação

Este subfoco concentra seis trabalhos (2, 12, 15, 17, 19 e 20 do Quadro 5.1), que abordam a análise de um crime fictício associada à experimentação, a fim de que os estudantes atuem como peritos por um dia, tendo a noção de suas atividades e das técnicas experimentais comumente empregadas para realizar as análises de vestígios. Vale destacar que este subfoco é o que concentra maior número de trabalhos.

O artigo 2, intitulado “A construção de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais: contribuições de uma oficina temática sobre investigação criminal”, tem como objetivo investigar as contribuições de uma oficina temática sobre investigação criminal na construção de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais na educação básica, no âmbito da violência contra a mulher.

Tal pesquisa foi realizada com 20 alunos do ensino médio de uma escola do estado do Paraná. A oficina temática, no âmbito da disciplina de Estágio Supervisionado, ocorreu em três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (DELIZOICOV et al., 2002).

- 1º Momento pedagógico: Problematização inicial.

Nesse primeiro momento foi realizado questionamento oral com os alunos sobre conhecimentos prévios; investigação de um local de crime e preenchimento da ficha de investigação e levantamento de informações sobre a problemática.

Inicialmente foram feitas questões oralmente como: “Vocês já assistiram algum programa de televisão relacionado à ciência forense? Quais?”, “Todos os crimes passam por perícia criminal? Por quê?” e “O que faz um perito criminal?”. Tais questões tiveram o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos, além de proporcionar um diálogo entre os estagiários, que estavam aplicando a atividade.

Posteriormente, os educandos foram encaminhados a uma cena de crime. A cena abordava um crime relacionado à violência doméstica contra a mulher, a qual foi representada em um quarto, e continha, além de um corpo feito com papel kraft diversos objetos ligados à vítima, como um diário, um retrato com a foto da família e maquiagens. Os alunos tiveram que analisar tal cena, e para isso, contaram com uma ficha de investigação da cena do crime, na qual deveriam preencher informações básicas como a data do crime, o horário aproximado em que o mesmo ocorreu, o local, a possível causa da morte, a identificação da vítima, uma breve descrição da cena e alguns vestígios encontrados que ajudassem uma possível perícia.

Além disso, foi entregue, uma ficha com um conjunto de mais informações sobre a vítima. Constava nessa ficha o nome completo da vítima, Maria Maia Fernandes, sua data de nascimento, seu estado civil, sua cidade de residência, sua escolaridade e profissão. Tais dados são dela e o crime, de fato, ocorreu, mas na cena do crime apresentada aos estudantes houve a morte da mesma, e na realidade esse não foi o seu desfecho, já que a Lei nº 11.340/2006, conhecida como Lei Maria da Penha, relata que a vítima não morreu e sim com o tiro perdeu os movimentos das pernas e vive em uma cadeira de rodas.

- 2º Momento pedagógico: Organização do conhecimento.

Esse momento incluiu a realização de experimento de revelação de impressões digitais, seguido da aplicação de um questionário, além da realização de um segundo experimento sobre solubilidade do iodo, seguido também de um questionário a ele relacionado e discussão em nível microscópico.

Nesse momento pedagógico, inicialmente foi realizada uma breve discussão com os alunos sobre as informações anotadas em suas fichas, o que culminou na proposta de uma atividade experimental de revelação de impressão digital com o iodo e após tal atividade os alunos foram incumbidos de responder um questionário com duas perguntas que envolviam conceitos e conhecimentos químicos. Ainda nesse momento, outro experimento foi feito a fim de investigar a solubilidade do iodo e fornecer suporte para as explicações do primeiro experimento. Todos os materiais utilizados, bem como todo o procedimento e perguntas que nortearam a organização do conhecimento por parte dos alunos estão presentes no artigo.

- 3º Momento pedagógico: Aplicação do conhecimento.

Esse momento pedagógico foi caracterizado pela relação dos experimentos com a temática; solução do crime; apresentação da vítima e dados estatísticos sobre o feminicídio.

Sendo assim, o problema inicial foi retomado e foi incumbido aos alunos solucionarem o crime proposto. Para embasar mais ainda suas conclusões foi mostrado aos alunos um recorte de vídeo abordando a história de Maria da Penha, contada por ela mesma, e alguns dados estatísticos sobre a violência contra a mulher, seguido das formas de denúncia em casos de violência foi trazido aos alunos a fim de salientar a discussão sobre a temática.

Foram analisadas as fichas de investigação criminal e os questionários abertos relacionados aos experimentos. Como resultados os autores relatam que os alunos se mostraram muito participativos, principalmente na análise da cena do crime, momento no qual assumiram a posição de investigadores e, portanto, ativos na construção do conhecimento. Concluem que a resolução de um crime e a realização de experimentos voltados à ciência forense possibilitou a construção de conceitos, procedimentos e atitudes ao propiciar o levantamento de hipóteses, a proposta de soluções, a observação e interpretação dos fenômenos investigados durante a oficina. As dificuldades encontradas estão principalmente

relacionadas à utilização adequada da linguagem científica e a identificação da diferença entre uma transformação química e uma transformação física.

O artigo 12, intitulado “Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação”, relata uma experiência didática realizada, também na cidade de Toledo-PR, com 20 estudantes da 3ª série do ensino médio de uma escola da rede pública.

Os autores justificam a realização do trabalho relatado no artigo a partir da importância de novas metodologias serem inseridas no contexto educacional, uma vez que o método tradicional de ensino, baseado somente na fixação de conceitos, não gera motivação e nem desperta o interesse dos alunos na busca pelo conhecimento. E é nessa perspectiva que propuseram a experiência baseada na química forense, a qual foi dividida nas seguintes etapas:

- 1ª Etapa: aplicação de um questionário aos estudantes com perguntas que buscaram verificar a concepção existente e o grau de interesse pela disciplina de química e sobre o tema química forense. Vale ressaltar que no artigo constam todas as perguntas do questionário aplicado aos discentes.

- 2ª Etapa: explanação sobre conceitos, definições e informações relacionadas à ciência, e também à química forense. Foram mostrados aos discentes casos forenses reais de grande repercussão na sociedade, relacionando as análises e recursos utilizados para se chegar na elucidação dos delitos com os conhecimentos químicos.

- 3ª Etapa: realização de ensaios baseados nas análises realizadas em laboratórios criminais, seguindo basicamente o mesmo princípio, no entanto de uma forma mais didática. Foi fornecida aos estudantes uma apostila com os conteúdos experimentais para que o material servisse de apoio durante a atividade e futuramente em eventuais situações a fim de encontrar conteúdos relacionados ao tema. Este material continha os materiais, reagentes e procedimentos para cada técnica. As técnicas abordadas foram: cromatografia, extração de DNA, revelação de impressão digital (vapor de cianoacrilato) e identificação de sangue (reagente

de Kastle Meyer). Vale ressaltar que o artigo não disponibiliza tal apostila, no entanto traz uma breve abordagem sobre as técnicas empregadas.

- 4ª Etapa: análise da cena do crime proposta. A cena do crime foi montada em uma sala anexa ao laboratório da escola e o cenário simulava um assassinato de uma adolescente.

No local, encontravam-se vários indícios e vestígios para que os alunos desvendassem o mistério. Uma boneca representava a vítima e havia sangue em sua mão, em seu pescoço e no chão próximo ao seu corpo. Papéis encontravam-se dispostos no chão, assim como fotos, jóias, e fios de cabelo. Em uma lixeira externa a esse ambiente, foi colocada uma foto rasgada da garota com um rapaz de cabelos claros e uma provável arma do crime: um canivete com impressões digitais e manchas de sangue (ROSA et al., 2014).

Nesta etapa foram disponibilizados os materiais necessários para que os discentes desvendassem o crime. Os alunos ficaram responsáveis por administrar e julgar como iriam conduzir a atividade, tomando para isso as medidas que ponderassem necessárias para resolver o problema encontrado e realizando, por fim, as análises que estivessem disponíveis.

Os alunos foram divididos em grupos, sendo atribuída uma função para cada um. O primeiro grupo realizou o laudo técnico pericial, fazendo para tal um levantamento do espaço físico encontrado. O local do crime foi fotografado e um esboço, junto com uma descrição detalhada, relatou o modo que se encontrava o local quando os peritos chegaram. Um segundo grupo recolheu todas as provas que consideraram relevantes para desvendar o caso de assassinato, embalaram-nas e etiquetaram para que permanecessem intactas. E o outro grupo de estudantes ficou responsável por recolherem possíveis provas que tivessem passado despercebidas pelos outros grupos e pelas análises químicas disponíveis para realização no momento, que foram a de identificação de sangue e revelação de impressões digitais presentes no canivete. Por fim, foi feita uma discussão em grupo a fim de averiguar se as decisões tomadas para solucionar o caso haviam sido apropriadas.

- 5ª Etapa: aplicação de um novo questionário com o objetivo de quantificar e averiguar se houve evolução do conhecimento dos estudantes e se a metodologia empregada foi válida para alcançar os objetivos da atividade. Tal questionário também é disponibilizado no artigo.

Como resultado os autores mencionaram que os alunos se sentiram motivados devido à autonomia que tiveram durante a execução da atividade. Ademais, destacam que a análise da cena do crime permite o desenvolvimento do raciocínio lógico e do pensamento crítico sobre a situação encontrada. No entanto, discutem que uma atividade dessa forma não pode ser efetuada com muita frequência uma vez que exige tempo, o que pode dificultar a vida do professor já que este dispõe de um planejamento letivo a ser cumprido. Além disso, as respostas dos questionários foram analisadas e os autores perceberam que os alunos têm preferência por aulas práticas e que mais da metade dos envolvidos no processo passaram a gostar mais de química depois da atividade sobre química com enfoque forense.

Os próximos dois artigos que serão discutidos (15 e 17 do Quadro 5.1) foram originados a partir da dissertação de SEBASTIANY (2013), conforme mencionado anteriormente, e as convergências e diferenças entre eles serão tratadas a seguir.

O artigo 15, intitulado “Aprendiendo a investigar por médio de la ciência forense e investigación criminal”, e o artigo 17, intitulado “Aprendendo a investigar através de uma atividade investigativa sobre ciência forense e investigação criminal”, abordam o desenvolvimento de uma proposta didática, sob forma de um curso de extensão, intitulada “Detetive por um dia – aprendendo a investigar por meio da ciência forense” promovida pelo Centro Universitário UNIVATES de Lajeado-RS. Esta foi aplicada com 12 alunos do ensino médio, organizados em grupos de quatro integrantes separados um dos outros, uma vez que a interação entre eles poderia interferir no desenvolvimento e na resolução da situação proposta.

A atividade foi organizada sob a forma de um Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA). Este é caracterizado pela interação entre os sujeitos e os materiais que o constituem, proporcionando um trabalho colaborativo, interativo e investigativo. Tal AIA foi orientado pelo Modelo Didático Investigativo (PORLÁN, 1993), o qual propõe a investigação como metodologia didática e alternativa aos métodos passivos de ensino. Este modelo, portanto, tem como objetivo fazer com que o aluno seja participante no processo de construção do conhecimento. Os AIA apresentam caráter lúdico e no caso dessa proposta buscou-se inspiração nos jogos de RPG, pelo fato dos alunos/jogadores terem sido incumbidos de assumir o papel de perito/investigador da cena do crime sugerida para análise. Vale destacar, que tais artigos não foram inseridos no subfoco “jogos de RPG”, pelo fato de suas metodologias não seguirem à risca as regras de aplicação de um jogo típico de RPG.

O AIA construído pelos autores foi constituído de dois cenários físicos: a “cena do crime” e o “laboratório de análises forenses”. A cena do crime continha pistas para a resolução do mistério, tais como, copos com bebida, mural com fotos, corpo, sangue, balas na parede e na janela de vidro, pegadas no chão, celular com as últimas ligações e mensagens, impressões digitais em vários objetos, além de móveis e outros artigos que representavam uma casa no qual o crime ocorreu. Por questão de espaço, a história do crime fictício não está incluída no artigo, no entanto consta no mesmo a história sobre o crime relatada pela “polícia”, que compareceu à ocorrência. O Quadro 5.4 mostra tal relato, que também foi contado aos alunos.

QUADRO 5.4-“Depoimento do policial” criado para a proposta.

Tendo a sala de operações da Polícia Militar recebido uma ligação do Sr. Junior Carlos Holmes na sexta-feira pela manhã do dia 04 de dezembro, fui até a casa da vítima, localizada na rua Ciência / nº 307 / do bairro Forense, um bairro localizado no subúrbio da cidade. Segundo a mãe da vítima – primeira a encontrar o corpo –, a porta da casa encontrava-se aberta e, ao entrar, visualizou o corpo da vítima de bruços na sala de estar, sem vida há mais de 5 horas segundo os paramédicos que já se encontravam no local. Em volta do corpo havia uma poça de sangue proveniente da cabeça, a qual estava perfurada, provavelmente causada por uma arma de fogo de pequeno ou médio calibre. Ao lado do corpo estava a Mãe da vítima, Sra. Amélia Forensics, juntamente com o autor da ligação, Sr. Junior Carlos Holmes, primeiro vizinho à direita da vítima. Posteriormente, recebemos a informação que o nome da vítima era Sr. Robson Forensics. O local foi totalmente isolado para preservar as evidências e o IGP (Instituto Geral de Perícias) acionado.

Fonte: SEBASTIANY (2013).

Já no “laboratório de análises forenses”, os participantes poderiam realizar experimentos e pesquisar dados importantes para a elucidação do caso. O laboratório continha materiais essenciais típicos de um perito criminal, como luvas, pinças, kits de reagentes, além de computadores contendo banco de dados e entrevistas realizadas com suspeitos e com testemunhas. As atividades que compõem a proposta didática foram divididas em cinco etapas:

- 1ª Etapa: apresentação da proposta didática pelos pesquisadores e aplicação de um questionário individual, com o objetivo de identificar as curiosidades e interesses dos alunos no curso. Os artigos 15 e 17 se diferenciam na maneira como discorrem sobre as etapas da atividade, já que o artigo 15 detalha mostrando as questões que fizeram parte do questionário inicial, enquanto o artigo 17 apenas cita que foi aplicado um questionário.

- 2ª Etapa: identificação das hipóteses dos alunos e primeiras ideias sobre o crime, após terem ouvido o relato da “polícia” apresentando de forma resumida o caso da história fictícia, mostrado no Quadro 5.4. Neste ponto os artigos 15 e 17 também se diferenciam, já que o artigo 15 detalha quais foram às perguntas feitas aos alunos pelo pesquisador guia, a fim de recolher as ideias iniciais sobre o crime, as hipóteses e quais procedimentos adotariam para solucionar o caso. Já o artigo 17 apenas relata que houve uma conversa a fim de

recolher tais informações. Ao final desta etapa os alunos receberam alguns materiais com o objetivo de se preparem para conhecer a cena do crime.

- 3ª Etapa: observação da cena do crime, identificação de possíveis evidências e elaboração de uma síntese a respeito das primeiras ideias sobre o crime. Para esta etapa o artigo 15 aborda em detalhes as questões presentes em dois guias que orientaram os alunos no momento em que foram conhecer a cena e no momento em que realmente foram observar a fim de obter conclusões sobre o caso. Podemos concluir que tais guias foram essenciais para o bom desenvolvimento da atividade, não permitindo que os alunos ficassem dispersos sem saber o que fazer diante da cena proposta.

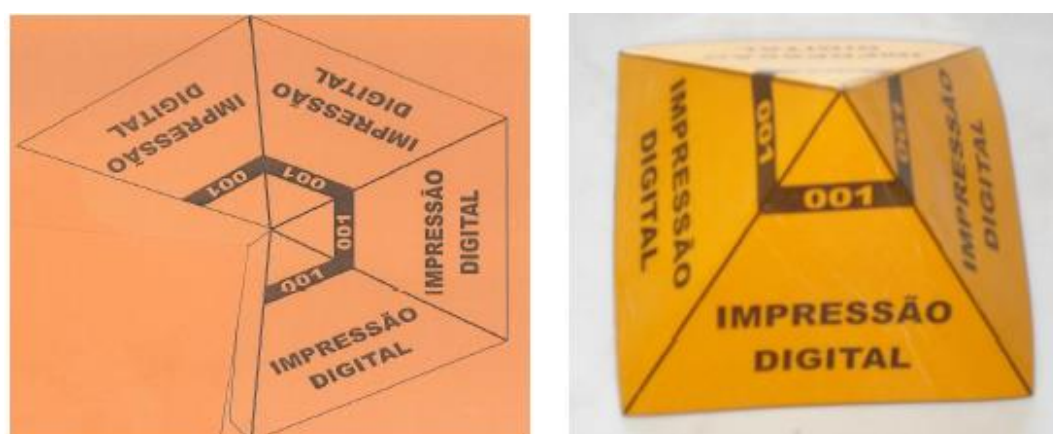
- 4ª Etapa: coleta de evidências e análise das mesmas a fim de solucionar o problema. Nesta etapa foram disponibilizados aos alunos materiais bibliográficos, roteiros para práticas de manchas de sangue, impressão digital, pegadas, balística, entorpecentes e etanol. Esses roteiros consistem em um material de apoio, ou seja, em módulos didáticos contendo as principais informações sobre como analisar tais evidências na cena de um crime. Além disso, foi fornecido aos alunos blocos para anotações em geral, chamados de blocos de detetive; pirâmides construídas para sinalizar as evidências encontradas na cena de um crime; ficha para anotação de cada uma das evidências; ficha cadastral, na qual os alunos poderiam inserir informações sobre os envolvidos na trama; além de um banco de dados de impressões digitais. Tanto no artigo 15 quanto no artigo 17 todo esse material citado é disponibilizado em forma de anexo no final. No entanto, somente no artigo 15 consta um quadro com as orientações fornecidas aos alunos para a análise da cena do crime. As figuras a seguir, mostram alguns dos materiais fornecidos.

FIGURA 5.6-Modelo de bloco de detetive.



Fonte: SEBASTIANY et al. (2013).

FIGURA 5.7-Pirâmides para sinalizar as evidências no local do delito.



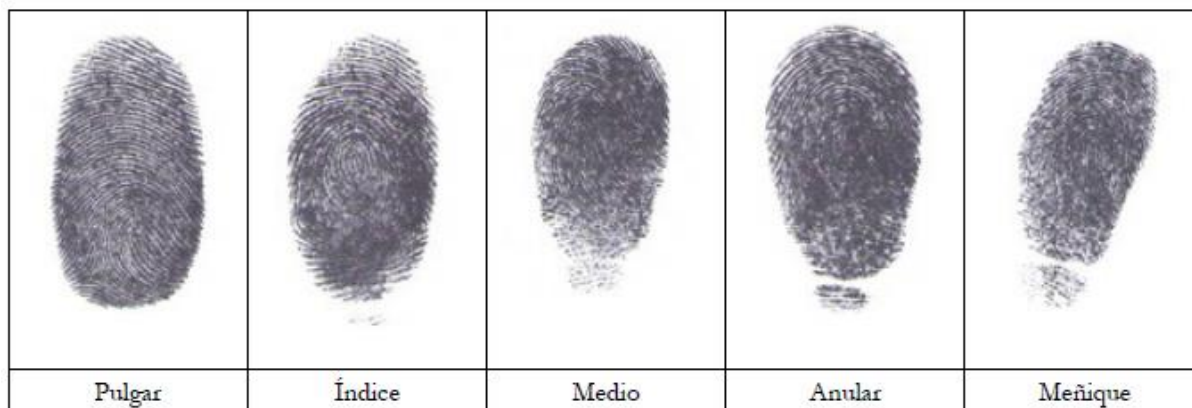
Fonte: SEBASTIANY et al. (2013).

FIGURA 5.8-Banco de dados de impressões digitais.

Nombre: Geraldo da Silva

Edad: 35 años

Altura: 1,72 cm



Fonte: SEBASTIANY et al. (2013).

- 5ª Etapa: elaboração de um laudo pelos grupos, relatando as evidências coletadas, as análises realizadas e as respectivas conclusões a respeito do caso. Por fim, os alunos responderam individualmente a um questionário fazendo uma avaliação do curso e da proposta desenvolvida. O artigo 15 mais uma vez mostra tanto o guia de reflexão que norteou os alunos para desvendar o caso, quanto às questões do questionário final.

Como podemos observar, a diferença entre os dois artigos discutidos é que o artigo 15 detalha a proposta didática, mostrando passo a passo da atividade, bem como as perguntas que orientaram os alunos em cada momento da prática proposta. Já o artigo 17 analisa as respostas dos questionários aplicados no início e no final da atividade.

Sendo assim, como resultado, o artigo 15 aponta que a proposta permitiu aos alunos discutir, questionar, além de contribuir significativamente para despertar o interesse, a curiosidade, a criatividade e a imaginação. Ademais, a atividade foi uma forma de o estudante participar do seu processo de aprendizagem tornando-se protagonista do mesmo.

O artigo 17 teve como principal objetivo identificar as curiosidades e interesses do público participante do curso, percebendo o que os motivou a realizar as atividades, por que se inscreveram e o que esperavam aprender. Para isso, os autores analisaram as respostas tanto do questionário inicial, quanto do questionário final. Como resultado, concluem que a estratégia de ensino, aliada ao assunto criminalística, despertou grande fascínio nos alunos e isso foi amplamente constatado a partir dos depoimentos dos mesmos.

O artigo 19, intitulado “Ciência forense e investigação criminal: contextualizando a investigação através de uma proposta didática sobre conceitos associados às ciências exatas”, também trata de uma proposta didática que foi realizada inspirada nos jogos de RPG. Vale destacar que os dois últimos artigos discutidos (15 e 17) e o artigo 19 apresentam a pesquisadora Ana Paula Sebastiany como co-autora. Nessa perspectiva os três artigos apresentam semelhanças entre si, como o uso da metodologia investigativa de PORLÁN (1993), mencionada anteriormente, o próprio jogo do tipo RPG e o desenvolvimento das atividades. Esta proposta foi realizada com 34 alunos da 1ª série do ensino médio de uma escola da rede pública estadual da cidade de Estrela-RS, estando vinculada ao PIBID da UNIVATES.

Os alunos foram organizados em grupos de quatro integrantes e a proposta didática foi desenvolvida em quatro etapas, nesse caso em quatro encontros de uma hora cada.

- 1ª Etapa: aplicação de um questionário individual, a fim de identificar curiosidades e interesses dos alunos sobre o assunto. Breve apresentação sobre os principais ramos da ciência forense e explicação sobre o contexto da atividade, na qual os alunos foram convidados a desvendar um crime fictício, assumindo o papel de peritos forenses. Ainda nesta etapa foi realizada a leitura de uma situação-problema envolvendo um acidente de trânsito, a qual apresenta de forma breve o caso da história fictícia. Vale destacar, que tanto o

questionário como o texto da situação-problema são mostrados no referido artigo. A Figura 5.9 mostra o relato da situação-problema.

FIGURA 5.9-“Situação problema envolvendo um acidente de trânsito” criada para a proposta.

“Um casal, ao sair de um barzinho, leva consigo um lanche, a fim de saboreá-lo em um jantar romântico. O lanche consiste em duas porções de massa com molho de tomate e uma garrafa de vinho tinto.

Ao sair do bar Júlio assume a direção do veículo, sendo que os lanches são levados pela sua companheira Joana. O que eles não sabem, é que pelo caminho, acontecerá um terrível acidente...

A polícia foi acionada pela ligação de uma testemunha, que ressaltou que o acidente havia sido grave, e que após um forte estrondo, um caminhão passou por ela em alta velocidade. Ao chegar ao local do crime, a polícia encontrou apenas o carro com duas vítimas fatais.

Os peritos foram convocados a fim de esclarecer como o acidente aconteceu, e identificar possíveis culpados.

O motorista do caminhão foi identificado a partir de uma câmera de segurança em outro ponto da rodovia, trafegando ainda em alta velocidade e registrado o tempo próximo ao telefonema da testemunha.

Deseja-se saber qual o papel de cada um nesse acidente, e aproximar ao máximo a simulação do que realmente aconteceu, vocês são os peritos, cabe a vocês desvendar o caso!”

Fonte: SEBASTIANY et al. (2016).

Foram fornecidas orientações aos estudantes a respeito dos cuidados a serem tomados para que a cena do crime não fosse contaminada, além disso, foram disponibilizados materiais para a realização de experimentos relacionados à análise de impressão digital, sangue, etanol, reflexos motores e frenagem. Ademais, estava ao alcance dos estudantes roteiros para a realização de experimentos e materiais bibliográficos para pesquisa referente às evidências, com entrevistas e depoimentos de suspeitos e testemunhas.

Ainda na primeira etapa, a fim de ilustrar a problemática a ser investigada pelos alunos, foi realizada uma simulação do acidente, conforme descrito pela situação-problema mostrada na Figura 5.9, seguida do depoimento do caminhoneiro e da coleta de impressões digitais da lataria do carro por meio da técnica do pó de giz. Após coletarem tal impressão digital os alunos iriam compará-la com as digitais dos envolvidos na cena. Nessa etapa percebeu-se que os alunos propuseram conclusões apressadas, sendo orientados que apenas uma evidência não era suficiente para que solucionassem o caso, sendo necessário

primeiro um levantamento de hipóteses, seguida da comprovação de cada uma delas.

- 2ª Etapa: identificação da substância encontrada no corpo das vítimas, por meio do teste de presunção de sangue usando o reagente de Kastle-Meyer, além de cálculos envolvendo reflexos motores, já que os alunos questionaram se algum dos envolvidos estaria embriagado. Todo o procedimento de ambas as práticas é detalhado no artigo.

- 3ª Etapa: realização dos cálculos de frenagem e teste do bafômetro. No artigo também é detalhada toda a discussão envolvendo tais práticas, bem como o procedimento realizado em cada uma delas.

- 4ª Etapa: entrega aos alunos do laudo do Instituto Médico Legal (IML) informando as causas da morte da vítima central da história. Nesta etapa detalha-se como foi a discussão para se chegar à elucidação do ocorrido.

Como resultado os autores abordam que a experiência foi gratificante, pois perceberam a seriedade e o interesse com que os alunos desenvolveram a atividade. Além disso, concluem que a prática propiciou a construção de um ambiente motivador, agradável e rico em situações investigativas com ampla participação dos alunos, discutindo e testando suas ideias e hipóteses, o que mostra que os mesmos não querem ser sujeitos passivos, mas sim ativos no processo de construção do conhecimento.

O artigo 20, intitulado “Interdisciplinaridade e ciência forense na perspectiva do ensino de química: um estudo de caso em sala de aula” propõe uma atividade voltada para a investigação criminal envolvendo os conhecimentos de química, física, biologia e língua portuguesa. Tal artigo fala em estudo de caso, no entanto, o que podemos perceber é que a proposta não segue à risca as características que são inerentes a essa metodologia (SÁ e QUEIROZ, 2010). O que notamos de forma clara é que o artigo em si, aborda uma história criminal fictícia, a qual os alunos devem analisar e solucionar fazendo uso da experimentação para auxiliá-los. O referido artigo não aborda em nenhum

momento o contexto da história fictícia e nem como foi a cena montada pelos professores, apenas na 3ª Etapa, discutida a seguir, o artigo relata que os docentes fizeram uso de uma sala, e que na mesma, de um lado montaram a cena do crime, e do outro uma espécie de “sala de depoimentos”, com indivíduos que forneciam informações sobre o contexto do crime.

Tal estudo foi realizado com 30 estudantes da 2ª série do curso técnico integrado de mecânica do IFPB, campus de João Pessoa-PB e foi dividido em cinco etapas envolvendo aulas experimentais, teóricas contextualizadas, exercícios avaliativos e análise de um problema, nesse caso uma cena de crime.

- 1ª Etapa: aplicação de um questionário pré-avaliativo, com o objetivo de saber se os alunos conheciam o tema a ser abordado. Apresentação da proposta de que os alunos seriam peritos em formação, seguida da explanação de conceitos relacionados à ciência forense, ao perfil do perito criminal e aos instrumentos utilizados por esse profissional. Divisão dos alunos em grupos e ao final dessa etapa foi sugerido que cada grupo confeccionasse a maleta do perito, contendo os principais materiais usados pelos investigadores forenses.

- 2ª Etapa: aulas contextualizadas com o tema envolvido, sendo duas aulas de química, duas de física, duas de biologia e uma de língua portuguesa. No artigo é relatado o conteúdo que foi abordado em cada uma dessas aulas, sendo de fácil compreensão para quem ler e desejar reproduzir. Ainda nesta etapa foram realizadas atividades experimentais para revelação de impressões digitais, sangue e saliva utilizando soluções químicas de nitrato de prata, luminol e amido, respectivamente.

- 3ª Etapa: análise da cena do crime pelos estudantes a fim de tentarem reconstruir o ocorrido, por meio de provas físicas, biológicas, depoimentos e uma história/trama escrita pelos professores, a qual narrava a vida da vítima e sua relação com os suspeitos do crime. Além da cena do crime, os professores montaram uma sala de depoimentos, na qual os alunos podiam

recolher informações relevantes para se entender o caso por meio da gravação desses depoimentos em áudio e também em vídeo.

- 4ª Etapa: realização de testes concernentes à investigação em laboratório. Cada uma das provas analisadas em laboratório foi etiquetada e fotografada, e em seguida, peritos computacionais forenses, função estabelecida a alguns estudantes, preenchem um formulário especificando a prova e onde ela foi encontrada na cena do crime. Posteriormente, os estudantes inseriam esses dados em um site criado pelos docentes e que servia como uma base de dados fictícia. Além das provas, os estudantes recebiam por e-mail um laudo médico da vítima.

- 5ª Etapa: realização de um julgamento. Cada aluno se reuniu com seu respectivo grupo para junção das ideias, fatos e relatos referentes ao crime para elucidá-lo, sem que houvesse troca de informações entre os grupos, ou seja, cada grupo ia propor a sua solução sem interferências. Cada grupo foi representado por um integrante encarregado de ser o promotor e de buscar persuadir os demais de como foi o crime, baseado no relatório experimental e nas evidências. Ao final do julgamento a versão verdadeira do crime foi apresentada e os alunos puderam conferir suas especulações.

O artigo ainda relata que a avaliação dos alunos foi feita com base na participação efetiva do projeto, na frequência nas aulas, na construção da maleta do perito, na entrega dos resumos, dos relatórios, das listas de exercícios contextualizadas e nas experimentações no laboratório. Já o projeto e a metodologia utilizada foram avaliados por meio de um questionário pós-avaliativo, com questões nas quais os alunos descreveram os pontos positivos no âmbito de aprendizado e formação cidadã. Todas as questões aplicadas encontram-se no artigo.

Como resultado os autores apontam que a proposta teve grande aceitação por parte dos alunos, já que a atividade permitiu que os mesmos fossem os protagonistas da história, fugindo da maneira comum com que as aulas são

abordadas. Relatam que foi possível avaliar individualmente cada aluno, graças ao convívio contínuo e que o raciocínio crítico, a tomada de decisão e o trabalho em grupo foram evidentes e fundamentais para o sucesso da atividade, já que os dois grupos conseguiram reconstruir o crime proposto indicando os verdadeiros culpados e a maneira correta com que o delito se deu.

Vale destacar, que diferentemente dos artigos 2, 12, 15, 17 e 19 o artigo 20 não detalha como foi a cena de crime fictícia montada, relatando apenas a sequência de atividades realizadas, bem como não especifica os materiais, reagentes e procedimentos empregados em cada uma das práticas. No entanto, é possível notar em todos os artigos deste subfoco um consenso de que atividades que empregam a química forense no ensino são excelentes ferramentas para se promover a contextualização e a interdisciplinaridade, além de ser notória a motivação gerada nos alunos.

5.5.2.6 - Análise de um crime fictício associada à experimentação e ao uso de material midiático

Neste subfoco constam dois artigos (6 e 16, do Quadro 5.1), nos quais a estratégia análise de um crime fictício aparece associada à experimentação e ao uso de material midiático.

O artigo 6, intitulado “Seguindo os passos de Sherlock Holmes: experiência interdisciplinar em encontro de divulgação científica”, relata uma atividade envolvendo a análise de uma cena de crime fictícia montada por peritos criminais durante a realização de um evento de divulgação científica “I Jornada Científica”, realizada em 2008 na UFAC, à luz da estratégia metodológica das ilhas interdisciplinares de racionalidade proposta por FOUREZ (1997), abrangendo alunos de licenciatura em química.

O objetivo dos organizadores do evento era mostrar que a ciência não é fragmentada. A escolha da temática forense teve como influência o caso Nardoni (MELLO NETO e NAKAMURA, 2015), já que os alunos da licenciatura

questionaram os professores de como era o trabalho da perícia e o que permitia afirmar com tanta convicção como tinha acontecido o crime. Sendo assim, realizou-se esse evento para divulgar e esclarecer os afazeres dos peritos criminais, bem como os trabalhos realizados no estado do Acre na área de segurança pública.

O evento ocorreu ao longo de cinco dias. Entre as atividades foram realizadas palestras com peritos criminais sobre os mais diversos temas relacionados às ciências forenses, além de uma mostra de vídeos, momento no qual os peritos federais e estaduais apresentaram e comentaram episódios do seriado americano *CSI*, permitindo aos participantes avaliarem a veracidade da ficção e compararem o trabalho da perícia americana e brasileira.

No artigo são relatadas as atividades que foram realizadas ao longo dos cinco dias do evento. Vale destacar que os participantes se inscreveram no evento previamente em grupos para a realização da atividade. A seguir, cada dia do evento é considerado como uma etapa, sendo assim:

- 1ª Etapa: apresentação da proposta e estabelecimento de normas para a atividade pelos peritos criminais da Polícia Técnica e da Polícia Federal. Os participantes do evento conheceram a cena de crime fictícia. Tal cena foi montada nas coxias do palco Anfiteatro Garibaldi Brasil, na UFAC, o cenário foi montado por peritos criminais da Polícia Técnico-Científica do estado do Acre e da Polícia Federal. A cena retratava um homicídio com local de crime alterado pelo assassino para simular um suicídio, com vestígios falsos para desabonar a conduta da vítima e confundir a perícia. Nesse primeiro dia, os participantes puderam apenas observar o local do crime, não permitindo fazer registro fotográfico, somente o registro por escrito. Cabe destacar que os participantes sempre estavam em grupos, e o objetivo nessa etapa era permitir que cada grupo pudesse montar a estratégia de trabalho para exame do local do crime e criar um ambiente favorável ao entendimento dos conceitos científicos, que seriam posteriormente abordados nas palestras e úteis na busca da dinâmica do crime.

- 2ª Etapa: observação do local do crime por dois representantes de cada grupo, acompanhados dos peritos. Tais indivíduos fizeram o levantamento do local, por meio de registros fotográficos e solicitação de exames e testes biológicos, químicos e físicos dos materiais que consideravam ter relações com o crime.

- 3ª Etapa: explicação pelos peritos dos fundamentos científicos das técnicas forenses mais citadas pelos participantes, como exame de identificação de drogas de abuso, impressões digitais e uso de luminol. Após tais explicações os participantes foram convidados a realizar cada uma das análises. Neste dia também foi fornecido aos participantes os resultados das análises solicitadas no segundo dia do evento.

- 4ª Etapa: confecção de relatório e de apresentação oral por parte de cada grupo, a partir da discussão de todas as análises e evidências obtidas. Ou seja, cada grupo apresentou suas próprias conclusões e respectiva solução para o caso. Somente no último dia, durante a apresentação oral, que os participantes souberam das informações, análises e conclusões dos demais grupos.

- 5ª Etapa: entrega dos relatórios e apresentação das conclusões dos grupos. Posteriormente, os peritos mostraram a versão oficial do crime e, com base nos relatórios, apresentações e postura na cena do crime, escolheram o grupo vencedor, ao qual foi permitido passar um dia acompanhando os trabalhos dos peritos criminais do estado do Acre.

Os resultados apresentados no artigo referem-se às proximidades e distanciamentos de cada etapa com a metodologia de Fourez. Esta é dividida em seis etapas conforme relata ALVES-FILHO e SOUZA (2009) i) elaboração de clichê, ii) elaboração de panorama, iii) consulta aos especialistas, iv) execução prática, v) abertura de caixas pretas com ajuda, vi) esquematização da situação, vii) abertura de caixas pretas sem ajuda e viii) apresentação do produto final.

Como resultado os autores relatam que muitos participantes sugeriram maior duração da atividade e que a participação nas palestras deveria

ter ocorrido no início do evento e não ir sendo realizada ao longo dos dias. Isso só confirma o fato do modelo tradicional de ensino estar enraizado no sistema escolar, no qual o aluno entende que primeiro deve aprender todos os conceitos para depois aplicá-los. Por fim, os autores indicam a possibilidade de inserir tal atividade no ensino de ciências nas escolas.

Este artigo se diferencia dos demais, pois é o único no qual toda a atividade contou com profissionais da área forense, tanto a montagem da cena de crime fictícia, quanto às palestras. As análises sugeridas foram realizadas juntamente com peritos criminais estaduais e federais, o que enriqueceu ainda mais a atividade permitindo uma veracidade maior em tudo que foi realizado.

O artigo 16, intitulado “Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química”, também se enquadra nesse subfoco. Tal trabalho foi realizado com alunos do ensino médio com o objetivo de mostrá-los, por meio de episódios do seriado CSI, de uma cena de crime fictícia, e de ensaios químicos simples como é relevante o estudo da química e como ela está presente nas análises contidas nos episódios dos seriados e no dia a dia do aluno.

A aplicação da proposta ocorreu em abordagem teórica (duas aulas) e prática (três aulas). Com o intuito de facilitar a explanação de como ela ocorreu, esta foi dividida em etapas:

- 1ª Etapa: apresentação de forma expositiva de conceitos, definições e informações relacionadas às ciências forenses como, local de crime, análise da cena e perfil do profissional da área. Em seguida, ocorreu a exibição de alguns trechos do seriado *CSI*, mostrando personagens atuando no campo da investigação criminal. Vale destacar que os trechos dos episódios foram escolhidos de forma criteriosa, a fim de permitir que o conteúdo abordado no trecho da série pudesse ser reproduzido experimentalmente. No entanto, no artigo não relata quais foram os episódios que se retiraram tais trechos.

- 2ª Etapa: informações referentes aos materiais a serem utilizados, reagentes e metodologias das análises por meio de uma cartilha disponibilizada

aos estudantes. Posterior realização das seguintes práticas: identificação de impressão digital, por meio da técnica de vapor de iodo; extração do *DNA* do morango, utilizando detergente como solução extratora; testes de identificação de sangue, com a utilização do reagente Kastle-Meyer; e separação das cores de corantes alimentícios, baseado na técnica de cromatografia.

No artigo cada uma dessas práticas é explanada em detalhes, sendo mostrados os materiais, os reagentes e os procedimentos necessários para que cada uma seja realizada com êxito. Um diferencial positivo desse artigo é que ele relata os conceitos químicos e conhecimentos que podem ser abordados em cada prática. A saber, por exemplo, na prática que aborda identificação de impressão digital, os autores relatam que o professor pode inserir o assunto forças intermoleculares e ainda retomar o conteúdo de mudanças de estados físicos, referindo-se à propriedade de sublimação do iodo.

- 3ª Etapa: experiência dos alunos em serem peritos criminais por um dia, por meio da análise de uma cena de crime fictícia. Nesta etapa o artigo detalha como foi a cena vista pelos estudantes ao adentrarem o local isolado e quais foram as evidências plantadas pelos professores. A cena foi montada em uma sala próxima ao laboratório de química e consistia em uma vítima no chão, com marcas de sangue, um pedaço de papel amassado próximo ao corpo, um pó branco desconhecido, um copo no chão com um líquido derramado, também desconhecido, e fora do campo de visão havia ainda uma faca suja de sangue, uma torneira de metal, um bilhete de loteria escondido no corpo da vítima e demais vestígios menos visíveis, como fios de cabelo, pegadas e impressões digitais espalhadas no local.

Os alunos foram divididos em grupos e o objetivo era elucidar o que havia ocorrido, sendo assim nesta etapa realizaram o experimento de revelação de impressão digital e de identificação de sangue.

Os discentes se sentiram motivados com a proposta, pois estavam aplicando o conhecimento que haviam aprendido. E, segundo os autores, por

diversos momentos, quando indagados, conseguiam estabelecer relações entre as atividades de cunho forense e os conteúdos presentes nas aulas de química.

Os autores concluem que o ensino por meio de metodologias diferenciadas, como as aqui mencionadas se mostram vantajosas, tanto para os alunos quanto para os professores. Relatam ainda que o seriado *CSI* trouxe uma nova visão para o ramo da ciência forense, no entanto, temem que ocorra uma compreensão errônea do campo, como se a área forense fosse tão simples e fácil como mostram os seriados.

5.5.2.7 - Análise de um crime fictício associada à experimentação, ao uso de material midiático e a um estudo de caso

Foi classificado neste subfoco apenas um artigo (18, do Quadro 5.1), o qual apresenta quatro estratégias didáticas concomitantemente.

O artigo 18, intitulado “Atividades experimentais e estudo de caso aliados a investigação criminal: estratégias metodológicas para o ensino de química”, como o próprio título já sugere envolve experimentos e um estudo de caso (SÁ e QUEIROZ, 2010). Além disso, material midiático e análise de um crime fictício também foram empregados.

A proposta didática foi aplicada com 43 alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de São Sepé-RS, com o objetivo de contextualizar os conteúdos de química auxiliando na aprendizagem dos conceitos científicos, proporcionando aos alunos serem protagonistas da sua aprendizagem.

O referido artigo traz uma breve introdução sobre a química forense e como essa ciência se tornou conhecida graças aos seriados de televisão, uma abordagem da importância das atividades experimentais, bem como as definições e os principais critérios para se escrever um bom caso (SÁ e QUEIROZ, 2010).

A proposta didática foi dividida nas seguintes etapas:

- 1ª Etapa: aplicação de um questionário diagnóstico inicial aos alunos para o levantamento do conhecimento prévio dos mesmos. Posteriormente,

foi apresentado um vídeo sobre a história da química forense e trechos do seriado *CSI* a fim de instigar a curiosidade sobre o tema proposto.

- 2ª Etapa: explanação por meio de uma aula teórico-expositiva de conteúdos de química que estão relacionados com a investigação criminal: concentração de soluções e funções orgânicas. Nesta etapa também foram abordados tópicos da ciência forense como: locais de crime, indícios, vestígios, impressão digital, balística e código penal.

Posteriormente, ocorreu a realização de duas atividades experimentais, sendo revelação de impressão digital, por meio do vapor de iodo e identificação de manchas de sangue, com o reagente de Kastle-Meyer. Os materiais, reagentes necessários e os procedimentos, bem como os conhecimentos químicos envolvidos em cada prática, estão especificados ao longo do artigo.

- 3ª Etapa: aplicação do estudo de caso, intitulado “O mistério do assassinato de Marina”. Tal aplicação ocorreu em três etapas: primeiro foi exibido um vídeo narrando a história do caso, o qual simulava os últimos momentos de vida da jovem publicitária que foi misteriosamente assassinada. O link do vídeo é mostrado no artigo e atualmente ainda se encontra disponível. Além de o caso ter sido filmado ele foi entregue aos estudantes na forma de narrativa, e também consta, na íntegra, no referido artigo. A Figura 5.10 mostra o caso abordado com os alunos.

FIGURA 5.10-Estudo de caso desenvolvido com os estudantes.

O MISTÉRIO DO ASSASSINATO DE MARINA

A estória a seguir, retrata os últimos momentos da vida de Marina, uma jovem publicitária de 25 anos que foi brutalmente assassinada. Acompanhe os fatos e ajude a resolver esse caso.

Mais uma semana de trabalho começa na empresa de Marketing e Projetu's, onde Marina trabalhava. No início da manhã, Henrique e sua esposa chegaram para uma reunião semanal da empresa, onde receberam da diretora Ana as pautas e orientações para a reunião. Alguns minutos depois, Marina chegou ao escritório muito preocupada e abatida. Os próprios colegas notaram que ela não estava em seu estado normal. E logo, Henrique se mostrou o mais preocupado, pois mantinha uma paixão secreta por ela. Todo esse interesse foi percebido por Bibiana, que não gostava da afinidade do seu marido com Marina.

No dia seguinte, Marina chegou à empresa ainda mais agitada e inquieta, analisou sua agenda e seus documentos com muito nervosismo. Logo depois, recebeu um telefonema misterioso. Após desligar o telefone, ela resolveu pedir a chefe para sair mais cedo, alegando mal estar. Marina saiu com muita pressa e Henrique decidiu segui-la. Ele observou que um carro vermelho de vidros escuros se aproximou de Marina. Dele, saiu um homem que se chamava Roberto (o qual era desconhecido por todos os amigos de Marina), de aproximadamente 25 anos, que a beijou na testa e a acompanhou até que entrasse no carro. Os dois arrancaram rapidamente e todo este mistério causou um sentimento de angústia e preocupação em Henrique.

Já em casa, transtornado, Henrique discutiu seriamente com sua esposa, Bibiana, que não aguentava mais a situação, alegando que o marido não disfarçava mais a paixão que sentia por Marina. Assim, decidiu ir embora, sair de casa e encerrar aquele casamento.

Na manhã seguinte, Henrique foi o primeiro a chegar ao escritório, queria ver o semblante de Marina e saber o que realmente aconteceu. Porém, ela ainda não havia chegado, o que o deixou mais preocupado. As horas se passaram e Marina não apareceu para trabalhar, deixando todos com uma interrogação sobre o que teria acontecido.

Os jornais do dia seguinte publicaram a trágica notícia, que abalou todo o pessoal do escritório: o corpo de Marina foi encontrado sem vida em um terreno baldio, apresentando ferimentos provocados por arma de fogo e um corte profundo no pescoço. O enterro e as últimas homenagens à Marina foram acompanhados por todos, era visível no semblante de cada um de seus amigos, o sentimento de tristeza pela perda daquela jovem de 25 anos.

E permanecia no ar, a dúvida! Quem teria tirado a vida de Marina? Você pode ajudar a desvendar esse caso.

Fonte: MIRANDA et al. (2014).

Em seguida, os alunos foram levados à cena de crime fictícia montada no pátio da escola, a qual puderam analisar e recolher todos os vestígios que achassem pertinentes e que ajudariam na solução do caso. Além disso, foi disponibilizado aos estudantes um “arquivo pericial” que continha as impressões digitais de todos os envolvidos no crime.

Por fim, a partir das provas coletadas os estudantes tiveram que propor soluções para o caso e a partir de suas análises e conclusões produziram um relatório pericial. Cada grupo apresentou e entregou o relatório, no qual constava a pesquisa realizada e a solução do caso.

- 4ª Etapa: aplicação de questionário diagnóstico final, igual ao questionário inicial. A parte dos resultados e discussão dos artigos está embasada

na comparação de respostas entre o questionário inicial e o questionário final, a fim de verificar se houve aprendizado por parte dos alunos.

Como resultado os autores abordam que os estudantes evoluíram em seus conhecimentos, o que constata que a integração de metodologias diferenciadas é uma alternativa que favorece o processo de aprendizagem dos conteúdos de química. Além disso, segundo os autores, a aplicação do estudo de caso motivou os alunos a pesquisarem em diversas fontes bibliográficas sobre as técnicas utilizadas na análise de vestígios em cenas de crime, o que ficou evidenciado em seus relatórios.

Dessa forma, concluem que a aplicação do estudo de caso atingiu a proposta inicial, que era utilizá-lo para estimular a pesquisa e a tomada de decisão por parte dos alunos. Encerram abordando que a temática de química forense é uma excelente ferramenta para a contextualização do ensino de química e que quando aliada a metodologias diferenciadas, como as aplicadas neste artigo podem minimizar as dificuldades dos estudantes no estudo da química.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar o estudo, explicitamos algumas considerações, fruto 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?

Para isso, foram tomados como objeto de análise 20 artigos publicados entre os anos de 2000 e primeiro bimestre de 2018 em revistas de língua portuguesa e espanhola da área de Ensino e Educação em Ciências, avaliadas como Qualis A1, A2, B1 e B2. Vale destacar que para as revistas de língua espanhola foram considerados apenas os artigos nos quais os autores apresentam vínculo com instituições brasileiras.

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. A região Sul se destaca pelo fato de dois pesquisadores contribuírem de forma significativa para as pesquisas nessa área.

Em relação às IES às quais estão vinculados os autores dos artigos publicados em revistas analisados, destaca-se a UFRGS, sendo que os três trabalhos oriundos dessa instituição são orientados pela Prof^a. Dr^a. Tania Denise Miskinis Salgado. 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 e orientados pelo Prof. Dr. Mauricio Ferreira da Rosa, atualmente professor associado da UNIOESTE. Diante desses dados podemos concluir que no contexto nacional existem esses dois pesquisadores que se destacam na pesquisa sobre química forense no ensino; recomenda-se então o estabelecimento de parcerias entre pesquisadores brasileiros, estabelecendo, se possíveis, cooperações, para que discussões sobre o tema possam progredir no país.

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. Tal resultado de destaque para o ensino médio se deve ao fato da disciplina de química estar presente na estrutura curricular de todas as séries que congregam esta etapa escolar, enquanto que o ensino fundamental introduz conhecimentos que envolvem conceitos químicos apenas nos últimos anos (8º e 9º ano). O nível geral está em segundo lugar, pois é notória a preocupação dos pesquisadores em produzir um material que sirva de apoio para que outros professores utilizem, ou seja, os trabalhos classificados nessa categoria, em sua maioria, são módulos didáticos experimentais de como se aplicar a química forense no ensino. Além disso, podemos destacar que os resultados mostram que a química forense foi levada para as escolas em articulação com o PIBID, ou seja, muitos licenciandos resolveram aplicar tal temática a fim de motivar e instigar ainda mais o interesse dos alunos.

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 quatorze ocorrências). No entanto os trabalhos classificados no foco, a química forense na elaboração de estratégias didáticas, foram subdivididos em sete subfocos: uso de material midiático; experimentação; jogo de RPG; leitura de texto sobre química forense; análise de um crime fictício associada à experimentação; análise de um crime fictício associada à experimentação e ao uso de material midiático; e análise de um crime fictício associada à experimentação, ao uso de material midiático e a estudos de caso.

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 assuma 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.

Consideramos que essa dissertação pode ser útil para o professor, pois disponibiliza um conjunto de conhecimento do contexto de como as situações são realizadas em sala de aula no âmbito da química forense. Ou seja, o presente trabalho engloba e detalha artigos que mostram como a química forense vem sendo empregada no ensino. Sendo assim, acreditamos na sua relevância no contexto do mestrado profissional, pois traz elementos que podem motivar o professor a utilizar a química forense em sala de aula, já que mostra onde é possível encontrar embasamento para aplicar tal temática.

Por fim, nossa pretensão com o presente estudo foi a de oferecer ao leitor uma visão panorâmica de como a química forense vem sendo aplicada no ensino de química em nosso país ao longo do período analisado. Realizamos esse mapeamento com o intuito de 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.

7 - REFERÊNCIAS

ALVES-FILHO, J. P.; SOUZA, F. N. “Analisando os padrões de questionamento presentes na ilha interdisciplinar de racionalidade de Fourez”. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC). Florianópolis – SC, 2009.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 7ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2018.

BELL, S. Forensic Chemistry. New Jersey, Pearson Prentice Hall, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, In: Conhecimentos de Química. Ciências da Natureza, Matemática suas Tecnologias-Parte III. Brasília, 1999.

BRITO, L. C. C.; MARCIANO, E. P.; CARNEIRO, G. M. B.; SOUSA, R. M.; NUNES, S. M. T. “A química forense como unidade temática para o desenvolvimento de uma abordagem de Ensino CTS em química orgânica”. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília – DF, 2010.

BRUNI, A. T.; ANTONIO, J. V.; OLIVEIRA, M. F. Fundamentos de Química Forense - Uma Análise Prática da Química que Soluciona Crimes. 1ª ed. São Paulo, Millennium, 2012.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. “Explorando a motivação para estudar química”. Química Nova, 23 (2): 401, 2000.

CARRATTO, T. M. T.; PAVAN, M. G.; PEDRINA, N. J.; BAPTISTA, J. P. A.; OLIVEIRA, M. F.; MARTINIS, B. S.; VELHO, J. A. “Proposta de ensino de química forense: identificação de drogas de abuso empregando ensaios colorimétricos”. Anais do 5º Encontro Nacional de Química Forense (5º ENQFOR). Ribeirão Preto – SP, 2016.

CAVALCANTI, E. L. D.; TRAJANO, B. A. A.; NUNES, F. B.; MARTINS, V. P. N. O. “O RPG (Role Playing Game) como estratégia avaliativa utilizando a química forense”. Enseñanza de las Ciencias, nº Extraordinário: 1759, 2017.

CHASSOT, A. I. A Educação no Ensino de Química. Porto Alegre, Unijuí, 1990.

CHEMELLO, E. “Ciência forense: impressões digitais”. Quim. Virtual, 2006.

CHEMELLO, E. “Ciência forense: manchas de sangue”. Quim. Virtual, 2007.

CONTAKES, S. M. “Misconduct at the lab? A performance task Case Study for teaching data analysis and critical thinking”. Journal of Chemical Education., **93**: 314, 2015.

COSTA, F. A.; VIANA, J.; CRUZ, E. “Recursos educativos para uma aprendizagem autônoma e significativa. Algumas características essenciais”. Libro de Actas do XI Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogía. Coruña/ Universidade da Coruña, 2011.

COTTON, F. A.; WILKINSON, G.; MURILLO, C. A.; BOCHMANN, M. Advanced inorganic chemistry. 6^a ed. Charlotte: Wiley Interscience, 1999.

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, 38 (2):167, 2000.

CSI: CRIME SCENE INVESTIGATION. Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/CSI:_Crime_Scene_Investigation>. Acesso em: 03 jan. 2018.

CSI: INVESTIGAÇÃO CRIMINAL. Disponível em:
<<https://www.minhaserie.com.br/serie/26-csi>>. Acesso em: 07 jan. 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos. São Paulo, Cortez, 2002.

DIAS-FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E. “A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais”. Química Nova na Escola, 32 (2): 67, 2010.

DINAN, F. J.; SZCZEPANKIEWICZ, S. H.; CARNAHAN, M.; COLVIN, M. T. “The analysis of a murder, a Case Study”. Journal of Chemical Education, 84 (4): 617, 2007.

ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA FORENSE. Sobre o encontro. Ribeirão Preto, 2016. Disponível em: < <http://www.enqfor.com.br/>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

FACHONE, P.; VELHO, L. “Ciência forense: interseção justiça, ciência e tecnologia”. Revista Tecnologia e Sociedade, 3 (4): 139, 2007.

FARIAS, R. F. Introdução à Química Forense. 4ª ed. Campinas, Átomo, 2017.

FELTRE, R. Química: Química Geral. 6ª ed. Moderna, 2004.

FERREIRA, N. S. A. “As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. Educação & Sociedade, XXIII (79): 16, 2002.

FERREIRA, M. S.; MOREIRA, A. F. B. “A história da disciplina escolar ciências nas dissertações e teses brasileiras no período 1981-1995”. Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, 3 (2): 133, 2001.

FOUREZ, G. Alfabetización Científica y Tecnológica: Acerca de las Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias. Buenos Aires, Colihue, 1997.

FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. “A produção sobre o ensino de química nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química: uma revisão”. Química Nova, 31 (8): 2100, 2008.

JACOBSEN, E. K. “Sherlock Holmes Goes Virtual”. Journal of Chemical Education, 88 (4): 1, 2011.

MALDANER, O. A.; PIEDADE, M. C. T. “Repensando a química: a formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula de química”. Química Nova na Escola, 1: 15, 1995.

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”. Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis - SC, 2016.

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, 2007.

MEDICAL DETECTIVES. Disponível em: <<https://filmow.com/medical-detectives-t49654/>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

MEGID NETO, J. Tendências da Pesquisa Acadêmica Sobre o Ensino de Ciências no Nível Fundamental. Campinas, Faculdade de Educação – UNICAMP, 1999. Tese de doutorado, 342 p.

MEGID NETO, J. “O que se pesquisa sobre ensino de ciências no nível fundamental: tendências de teses e dissertações defendidas entre 1972 e 1995”. Educação em Foco, 6 (1): 73, 2001.

MELLO NETO, G. A. R.; NAKAMURA, T. S. “Mídia, violência e trauma: o caso Isabella Nardoni sob um olhar psicanalítico”. Cadernos de Psicanálise, 37 (33): 105, 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 experimente”. Journal of Chemical Education., **90**: 1518, 2013.

MIRANDA, A. C. G.; BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; VASCONCELOS, F. O. “Atividades experimentais e estudo de caso aliados a investigação criminal: estratégias metodológicas para o ensino de química”. Revista Brasileira de Ensino de Química, 09 (02): 48, 2014.

MIZUKAMI, M. G. Ensino: As Abordagens do Processo. São Paulo, Pedagógica e Universitária, 1986.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. “Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino”. Investigações em Ensino de Ciências, 7 (3): 283, 2002.

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: 03 jun 2018.

NUNES, P. P. Contextualização e Abordagem de Conceitos Químicos por Meio da Química Forense: Uma Sequência Didática Para o Ensino Médio no Ensino da Química. Manaus, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – UFAM, 2017. Dissertação de mestrado, 140 p.

OLIVEIRA JUNIOR, 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*, 3 (1): 75, 2018.

OLIVEIRA, D. F.; SOARES, E. C. “Química forense no ensino de química: uma análise das publicações em eventos acadêmicos-científicos brasileiros”. *Anais do 58º Congresso Brasileiro de Química (58º CBQ)*. São Luiz – MA, 2018.

OLIVEIRA, E. P. S. Q. A Importância da Prova Pericial no Deslinde do “Caso Isabella Nardoni”. Brasília, UniCEUB, 2014. Monografia de conclusão de curso, 87 p.

OLIVEIRA, M. F. “Química forense: a utilização da química na pesquisa de vestígios de crime”. *Química Nova na Escola*, 24: 17, 2006.

PAZ, J. “A verdade está lá fora - Arquivo X resgata personagens nos 25 anos da série: veja 5 episódios históricos”. Disponível em: <<https://noticiasdatv.uol.com.br/noticia/series/arquivo-x-resgata-personagens-nos-25-anos-da-serie-veja-cinco-episodios-historicos-18299>>. Acesso em: 15 abr 2018.

POLETTI, M. “A ciência forense como metodologia ativa no ensino de ciências”. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12 (8): 88, 2017.

PORLÁN, R. *Constructivismo y Escuela: Hacia um Modelo de Enseñanza-Aprendizaje Basado en la Investigación*. 4ª ed. Sevilla, Diada, 1993.

REIS, M. *Química*. 1ª ed. São Paulo, Ártica, 2013.

ROSA, M. F. DA; SILVA, P. S. DA; GALVAN, F. DE B. “Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação”. *Química Nova na Escola*, 37 (1): 35, 2014.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Estudo de Caso no Ensino de Química*. 2ª ed. Campinas, Átomo, 2010.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. “Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências”, 13 (2): 18, 2011.

SANTOS, A. O. et al. “Dificuldades e motivações de aprendizagem em química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química)”. *Scientia Plena*, 9 (7): 6, 2013.

SANTOS, R. O.; SOUZA, D. A. “Utilização de experimentos de química forense no ensino de química”. *Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Florianópolis - SC, 2016.

SANTOS, W.; MÓL, G. *Química Cidadã*. 2ª ed. São Paulo, AJS, 2013.

SCHNETZLER, R. P. “A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas”. *Química Nova*, 25 (1): 14, 2002.

SEBASTIANY, A. P. *Desenvolvimento de Atitude Investigativa em um Ambiente Interativo de Aprendizagem Para o Ensino Informal de Ciências*. Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – Departamento de Bioquímica – UFRGS, 2013. Dissertação de mestrado, 247 p.

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*, 24, (1): 49, 2013.

SILVA, A. R.; LIMA, A. J. N.; BRASIL, F. B.; SILVA, F. K. R.; COSTA, M. P. “Contextualizando a química forense com o ensino de química através de oficinas temáticas”. *Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Florianópolis – SC, 2016.

SILVA, F. I.; ALMEIDA, A. A.; GODINHO, A. F.; CHAGURI, J. L.; SANDRIM, V. C. “Química forense como tema motivacional para alunos do ensino técnico (ETEC)”. *Anais do 5º Encontro Nacional de Química Forense (5º ENQFOR)*. Ribeirão Preto – SP, 2016.

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*, 6 (3): 148, 2013.

SILVEIRA, A. M.; QUEIROZ, S. L. “Química forense no ensino de química: o que nos diz a literatura?”. *Anais do II Encontro de Educadores em Ciências (II EEC)*. São Carlos – SP, 2018.

SOARES, M. B.; MACIEL, F. *Alfabetização Brasília: MEC/Inep-Comped*, 2000. 173 p. (Série Estado do Conhecimento, n. 1).

SOUZA, C. M. “Ciências forenses em sala de aula”, 2008. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/ciencias-forenses-em-sala-de-aula/9772/>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

SOUZA, J. I. R.; LEITE, B. S. “A química nas séries de TV: um recurso para promover a aprendizagem tangencial de Portnow e Floyd no ensino de química”. *Experiência em Ensino de Ciências*, 12 (5): 34, 2017.

SOUZA, R. F. Programas de Pós-Graduação em Ensino, Educação e Química no Brasil: Análise da Produção Discente sobre a Experimentação no Ensino de Química (2004 a 2013). São Carlos, Instituto de Química de São Carlos – USP, 2018. Tese de Doutorado, 211 p.

SOUZA, R. H.; BENTES, K. R. S.; SOUZA, L. C.; SOUZA, A. C. L.; NUNES, P. P. “Química forense: da cena de crime à sala de aula”. *Anais do 5º Encontro Nacional de Química Forense (5º ENQFOR)*. Ribeirão Preto – SP, 2016.

WATSON, J. D.; BERRY, A. “Identificação genômica: o DNA forense”. In: WATSON, J. D.; BERRY, A. *DNA O Segredo da Vida*. Tradução: Carlos Afonso Malferrari. São Paulo, Companhia das Letras: 283, 2005.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. “A química no ensino fundamental de ciências”. *Química Nova na Escola*, 2: 15, 1995.

ZARZUELA, J. L. *Química Legal*. In: TOCHETTO, D. et al. *Tratado de perícias criminalísticas*. Porto Alegre, Sagra-DC Luzzatto, 1995.

ZUCCO, C. “Química para um mundo melhor”. *Química Nova na Escola*, 34 (5): 733, 2011.

8 - APÊNDICE

Revistas analisadas - Área de Educação e Ensino de Ciências Quadriênio 2013-2016 (QUALIS-CAPES)

Área 38- Educação

1809-4422	AMBIENTE & SOCIEDADE (ONLINE)	EDUCAÇÃO	A1
1980-850X	CIÊNCIA & EDUCAÇÃO	EDUCAÇÃO	A1
0212-4521	ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	EDUCAÇÃO	A1
1678-4758	HISTÓRIA, CIÊNCIAS, SAÚDE (ONLINE)	EDUCAÇÃO	A1
0009-6725	CIÊNCIA E CULTURA (Volumes a partir de 2002)	EDUCAÇÃO	A2
1415-2150	ENSAIO. PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	EDUCAÇÃO	A2
1518-8795	INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ONLINE)	EDUCAÇÃO	A2
0100-4042	QUÍMICA NOVA	EDUCAÇÃO	A2
1579-1513	REEC. REVISTA ELECTRÓNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	EDUCAÇÃO	A2
1806-5104	REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	EDUCAÇÃO	A2
0124-5481	REVISTA DE EDUCACION DE LAS CIENCIAS	EDUCAÇÃO	A2

1668-0030	CTS. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	EDUCAÇÃO	B1
2314-2561	EDUCACIÓN FÍSICA Y CIENCIA	EDUCAÇÃO	B1
0187-893X	EDUCACIÓN QUÍMICA	EDUCAÇÃO	B1
1982-2413	EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS (UFRGS)	EDUCAÇÃO	B1
0104-8899	QUIMICA NOVA NA ESCOLA	EDUCAÇÃO	B1
1794-8347	REVISTA CIENCIAS ESTRATEGICAS	EDUCAÇÃO	B1
1984-6835	REVISTA VIRTUAL DE QUÍMICA	EDUCAÇÃO	B1
1980-8631	CIÊNCIA & ENSINO	EDUCAÇÃO	B2
1982-873X	REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA	EDUCAÇÃO	B2
1984-4271	REVISTA CIÊNCIA & DESENVOLVIMENTO	EDUCAÇÃO	B2
2238-2380	REVISTA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	EDUCAÇÃO	B2

Área 46- ENSINO

0187-893X	EDUCACIÓN QUÍMICA	ENSINO	A1
1415-2150	ENSAIO. PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	ENSINO	A1
0212-4521	ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	ENSINO	A1

0124-5481	REVISTA DE EDUCACION DE LAS CIENCIAS	ENSINO	A1
1697-011X	REVISTA EUREKA SOBRE ENSEÑANZA Y DIVULGACIÓN DE LAS CIENCIAS	ENSINO	A1
2178-7727	ACTA SCIENTIAE: REVISTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	ENSINO	A2
2317-5125	AMAZÔNIA - REVISTA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS (ONLINE)	ENSINO	A2
0001-3765	ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS	ENSINO	A2
1984-7505	ARETÉ - REVISTA AMAZÔNICA DE ENSINO DE CIÊNCIAS	ENSINO	A2
0009-6725	CIÊNCIA E CULTURA	ENSINO	A2
1519-7654	COMCIÊNCIA (UNICAMP)	ENSINO	A2
1132-9157	ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA	ENSINO	A2
1678-4758	HISTÓRIA, CIÊNCIAS, SAÚDE (ONLINE)	ENSINO	A2
1518-8795	INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ONLINE)	ENSINO	A2
1579-1513	REEC. REVISTA ELECTRÓNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	ENSINO	A2
2179-426X	RENCIMA - REVISTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	ENSINO	A2
1982-873X	REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA	ENSINO	A2

1806-5104	REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	ENSINO	A2
2238-2380	REVISTA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	ENSINO	A2
1850-6666	REVISTA ELECTRÓNICA DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS (EN LÍNEA)	ENSINO	A2
2346-8866	ARCHIVOS DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	ENSINO	B1
1980-8631	CIÊNCIA & ENSINO (ONLINE)	ENSINO	B1
0327-5566	CIENCIA, DOCENCIA Y TECNOLOGÍA	ENSINO	B1
1984-154X	CIÊNCIA EM TELA	ENSINO	B1
2237-4450	ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA EM REVISTA	ENSINO	B1
1982-2413	EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS (UFRGS)	ENSINO	B1
2346-4712	GONDOLA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS	ENSINO	B1
2175-2699	QUIMICA NOVA NA ESCOLA	ENSINO	B1
1809-6158	REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE QUÍMICA	ENSINO	B1
1851-7587	REVISTA CIENCIA E TECNOLOGIA	ENSINO	B1
2176-1477	REVISTA CIÊNCIAS & IDÉIAS	ENSINO	B1
2238-6629	REVISTA DE BIOTECNOLOGIA & CIÊNCIAS	ENSINO	B1

1518-7039	REVISTA DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO	ENSINO	B1
2238-8079	TEAR - REVISTA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA	ENSINO	B1
2238-8079	TEAR: REVISTA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA	ENSINO	B1
2525-8923	ACTIO: DOCÊNCIA EM CIÊNCIAS	ENSINO	B2
0101-9228	CIÊNCIA E NATURA	ENSINO	B2
0101-8515	CIÊNCIA HOJE	ENSINO	B2
1808-8007	CIÊNCIA SEMPRE: REVISTA DA FAPERN	ENSINO	B2
1806-5821	CIÊNCIAS & COGNIÇÃO (UFRJ)	ENSINO	B2
2236-6377	REVISTA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA	ENSINO	B2
2316-7041	REVISTA INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS	ENSINO	B2