



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA**

Renata Teixeira Souza Bezerra

Abordagem da Ciência Forense no Ensino de Química

Trabalho de Conclusão de Curso

SANTO ANDRÉ - SP

2021

Renata Teixeira Souza Bezerra

Abordagem da Ciência Forense no Ensino de Química

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
à conclusão do Curso de Especialização
em Ensino de Química da UFABC.

Orientador: Prof. Dr.^a Ana Paula de Mattos Arêas Dau

SANTO ANDRÉ - SP

2021

Dedico este trabalho a Deus, a mim, a meu querido pai (*in memoriam*), que sempre estará comigo, e, à minha filha, companheira de vida.

AGRADECIMENTOS

Foi um período de grande aprendizado. Vivenciamos durante o curso um momento de grande apreensão - a declaração da Organização Mundial da Saúde instituindo uma pandemia global. Sobrevivemos até aqui, mesmo com muitas perdas. Durante esta fase posso dizer que a possibilidade de estudar me salvou - literalmente.

Assim, neste momento agradeço primeiramente a Deus, por nos dar forças para enfrentar todos os desafios.

Agradeço ao meu querido Pai Agostinho Felício Teixeira (*in memoriam*) por sempre acreditar em meu potencial e me incentivar. A minha filha, Melissa Teixeira, por me apoiar e me auxiliar principalmente na parte tecnológica, tão necessária durante o EAD.

À oportunidade que a Universidade Federal do ABC nos ofertou com este curso necessário para qualificação do professor - tão desvalorizado neste país. Aos meus colegas, em especial, a Denise Aparecida Acácio Paulino e Marcelo Almeida do Nascimento pelo apoio, incentivo, companheirismo - os levarei para sempre em minha vida. Prof.^a Ana Paula de Mattos Arêas Dau pelo incentivo e apoio, como a toda equipe da Universidade Federal do ABC envolvida no processo de elaboração deste curso.

Enfim, foi uma etapa decisiva em minha vida.

RESUMO

A Química Forense, como ciência, abrange diferentes ramos de pesquisas ligados às Ciências Humanas e Naturais tais como Antropologia, Física, Química e Biologia. A origem da palavra forense vem do latim, refere-se ao foro judicial, aos tribunais de justiça. Por extensão, relaciona-se com os testes científicos usados pela polícia na tentativa de solucionar um crime. Mesmo sendo utilizada desde o século XIX, o interesse por essa ciência tem crescido devido às séries produzidas por serviços de “streaming”, que exibem o dia a dia de equipes policiais envolvendo pesquisadores e investigadores forenses. Esse tipo de entretenimento contribui na estruturação de situações que possibilitam o desenvolvimento cognitivo, despertando o interesse, principalmente do público jovem. Neste sentido, é interessante salientar que o Ensino de Ciências por Investigação é uma abordagem didática recomendada em todo o mundo. Esta abordagem pode ser implementada pelos professores por meio de atividades, as quais alunos investigam uma situação problema e buscam hipóteses, soluções e considerações em busca da resposta. Dessa forma, o ensino investigativo ocorre por mediação da problematização nas aulas de ciências. Investigar e analisar questões permite ao estudante usar a criatividade, propiciando a reflexão e a exploração, a fim de encontrar evidências que expliquem o problema proposto. Considerando relevante este assunto, o objetivo desta pesquisa é elaborar uma atividade investigativa com alunos do Ensino Médio da rede pública do Estado de São Paulo, que envolva a Química Forense. Além disso, pretende-se despertar o interesse dos estudantes pela investigação e pesquisa. Levando em conta aspectos sociais e culturais dos alunos, pretendemos deixá-los mais próximos de aspectos científicos no tocante à investigação policial. Entendemos que eles poderão enxergar além do crime, a busca de uma solução justa através de uma investigação concisa, que se baseia em compostos químicos como aliados na resolução desses “mistérios”. A proposta envolve uma pesquisa sobre um crime em que a Ciência Forense foi fundamental para a resolução.

Palavras-chave: Ciência Forense; Fundamentos da Química Forense; Investigação Criminalística; Estudo de Caso; Ensino Investigativo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	p.7
2. REVISÃO DA LITERATURA	p.9
2.1. GENESE.....	p.11
2.2. CASO MARY BLANDY.....	p.13
3. OBJETIVOS	p.14
4. METODOLOGIA	p.15
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	p.16
5.1. PRINCIPAIS CASOS EM QUE A CIÊNCIA FORENSE FOI UTILIZADA.....	p.16
5.1 CASO PC FARIAS.....	p.18
5.1.1 TÉCNICAS DE PERÍCIA BALÍSTICA.....	p.19
5.1.2 CASO ISABELLA NARDONI.....	p.20
5.1.2.1 TÉCNICAS DE PERÍCIA- LUMINOL.....	p.21
5.1.3 CASO RICHTHOFEN.....	p.23
5.3.1.1 PAPILOSCOPIA.....	p.24
5.1.3.1.2 TÉCNICA DO PÓ.....	p.24
5.3.3.1.2 TÉCNICA DO NITRATO DE PRATA.....	p.25
5.1.3.1.3 TÉCNICA DA NINIDRINA.....	p.26
5.2 INOVAÇÃO EM PESQUISAS NA QUÍMICA FORENSE E O FUTURO DA ÁREA.....	p.27
5.3. FATOS QUE GERAM CURIOSIDADE.....	p.29
5.4 MINICURSO - Proposta de Sequência Didática.....	p.30
6. CONCLUSÕES	p.34
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	p.35

1. INTRODUÇÃO

A Química Forense é uma ciência importantíssima no que diz respeito a desvendar crimes. Não é algo novo, uma vez que a primeira menção data do século XIX, mas tem alcançado projeção nas últimas décadas, por exercer um importante papel para o avanço de pesquisas na área de investigação criminal.

De acordo com a definição do Conselho Regional de Química (2011), entende-se que:

A química forense engloba análises orgânicas e inorgânicas, toxicologia, investigações sobre incêndios criminosos e sorologia, e suas conclusões servem para embasar decisões judiciais. Apesar de as investigações criminais serem o aspecto mais conhecido da química forense, ela não se limita a ocorrências policiais. O químico forense também pode dar seu parecer em decisões de natureza judicial, atuar em questões trabalhistas, como determinar se uma atividade é perigosa ou insalubre, detectar adulterações em combustíveis e bebidas, uso de drogas ilícitas, fazer perícias em alimentos e medicamentos e investigar o doping esportivo. (CRQ, 2011)

Existem diversas técnicas de análises químicas e bioquímicas que servem para compreender os crimes, indiferentemente de serem assassinatos, roubos ou envenenamentos. Podem desvendar certos tipos de adulterações em processos ou produtos que estiverem fora da legislação ou sejam de origem duvidosa. É um assunto que se caracteriza por sua singularidade, ao unir áreas científicas distintas, como a Química, Biologia e a área da Humanística envolvendo a Sociologia, Psicologia e Direito. Casos e julgamentos, que utilizam de evidências com as técnicas forenses para sua resolução e investigação, destacam-se pelo uso de Luminol, Impressão digital ou Balística.

No decorrer desta pesquisa, serão abordados casos como: o de Mary Blandy, PC Farias, Isabela Nardoni e o também polêmico caso Richthofen, nos quais, alguns dos referidos recursos nortearam o trabalho de peritos, desde a etapa de coletas de provas até a solução, prisão e condenação dos acusados.

A escolha do tema foi feita a partir de observações de falas feitas pelos estudantes durante as aulas de química. Constantemente, os alunos relacionam o conteúdo da disciplina ao cotidiano, até mesmo envolvendo obras de ficção científica. Assim, percebi que deveria focar, sempre que possível, o conteúdo programático a temas que os envolveriam com a finalidade de uma aprendizagem efetiva. Une-se ao fator “dificuldade em aprender química” o evidente desinteresse dos estudantes

pela disciplina e, logo, pela ciência. Neste contexto, esta proposta tem como objetivo excluir rótulos quanto ao ensino de química e demonstrar a aplicabilidade das diversas técnicas e conceitos no dia a dia dos alunos. A curiosidade ronda as nossas vidas desde a criação da humanidade, é algo inato do ser humano, quanto à questão de crimes, por exemplo, esta é ainda mais aguçada. Sendo assim, a proposta de investigação, aliada com conhecimento científico para o entendimento de apurações de toda sorte de crimes e fraudes na tentativa de burlar leis, prende a atenção dos estudantes. Sabemos que o tema, muitas vezes, se torna delicado e exige uma abordagem reflexiva - por outro lado, é garantia de sucesso em sala de aula.

Esta escolha também ocorreu com base em assuntos pouco abordados no âmbito escolar, para alunos do ensino médio. O professor tem como desafio, trazer novas abordagens para a sala de aula, sair do chamado “mais do mesmo”. Assim, acredito ser pertinente o tema por não ser algo conhecido dos estudantes como ciência, ainda que estes conheçam, mesmo que superficialmente, as técnicas de investigação utilizadas na ciência forense por meio da mídia. A contextualização do tema, através de pesquisas e experimentação, vai permitir a associação de conteúdos vistos em sala de aula à realidade. Desse modo, no decorrer do trabalho, alguns casos históricos foram pesquisados e analisados, com base em referências documentais disponíveis (como exemplo reportagens investigativas). Além de atizar a curiosidade, motivá-los e oferecer todo o suporte necessário são ações essenciais nestas etapas. Muitos, como eu, estão acostumados a uma aprendizagem mecânica, onde uma informação é armazenada apenas na forma de memorização para posterior aplicação em provas externas, sem interação significativa, que comumente ocorre em uma aula tradicional. Durante um certo período, o aluno é capaz de reproduzir de forma mecânica a informação apreendida, mas sem nenhum significado para ele. Quando questionado, ele não consegue explicar a aplicação.

Neste trabalho, foi realizada uma busca pelo conteúdo e aplicabilidade da Ciência Forense. Foram abordados temas a respeito dos princípios desta área, primeiras técnicas utilizadas, primeiro caso que se tem registro, entre outros. Após isso, foram mencionados casos famosos na mídia, principalmente no Brasil. Finalizando, a abordagem se baseou nos estudos e avanços desta ciência e o trabalho aplicado em sala de aula. Com isso, pode-se chegar à conclusão de que não existe crime perfeito - a ciência sempre pode trazer as provas conclusivas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com o Conselho Regional de Química IV Região, define-se por Química Forense:

A química forense engloba análises orgânicas e inorgânicas, toxicologia, investigações sobre incêndios criminosos e sorologia, e suas conclusões servem para embasar decisões judiciais. Apesar de as investigações criminais serem o aspecto mais conhecido da química forense, ela não se limita a ocorrências policiais. O químico forense também pode dar seu parecer em decisões de natureza judicial, atuar em questões trabalhistas, como determinar se uma atividade é perigosa ou insalubre, detectar adulterações em combustíveis e bebidas, uso de drogas ilícitas, fazer perícias em alimentos e medicamentos e investigar o doping esportivo. (CRQ IV, 2020)

Assim, observa-se que as ciências forenses estão muito evidentes em nosso cotidiano, até mais do que este trabalho conseguirá abranger. Estas são importantes para sociedade e vão além da resolução de crimes e justiça aplicada. Envolve inclusive questões de segurança em diferentes aspectos da sociedade e questões de saúde pública.

O ensino da Química possui objetivos diversos que foram desenvolvidos ao longo dos anos, conforme pode ser percebido no trecho a seguir:

Sobre o desenvolvimento do ensino de química no Brasil, MATOS (2016), baliza que os estudos químicos no início do século XIX “tinham como propósito a formação de profissionais para os mais diversos ramos da economia, da produção do açúcar à metalurgia. Percebe-se também que o lente (expressão da Língua Portuguesa para Professor) responsável pela matéria deveria proporcionar aos alunos todas as experiências e análises necessárias para sua compreensão (MATOS, p.48, 2016).

Desta forma, pode-se verificar o caráter prático e investigativo desta ciência, porém, o objetivo do ensino de Química não pode se resumir apenas à formação para o trabalho. Neste sentido, a Lei de Diretrizes e Bases (1996) menciona o ensino de química como formador do cidadão consciente. Em anos recentes, pensadores e pedagogos têm estimulado que a química em sala de aula abarque o conjunto: ciência, tecnologia e sociedade para a formação de um cidadão crítico para ações, principalmente ambientais, que afetam a sociedade e o futuro de gerações.

Neste âmbito, em anos recentes o ensino de química se reinventou. Novas abordagens surgiram para que o aluno pudesse apreender os conteúdos e, no cotidiano, transmiti-los numa linguagem mais simples, fazendo uma divulgação

científica no meio onde vive - gerando conhecimento, por exemplo, no meio familiar, leigo no assunto. Dentre as últimas mudanças educacionais que visam revolucionar o meio escolar, pode-se citar a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), documento que discorre sobre a formação e elaboração dos currículos escolares para uma unificação dos conteúdos. No ensino de química visa-se abarcar a interdisciplinaridade e novas metodologias, como por exemplo, sala de aula invertida e cultura *maker*. No estado de São Paulo, a transição já está em andamento. A reorganização do currículo visa trazer uma “nova roupagem ao ensino de química”. Attico Chassot (2004) manifesta o impasse da abordagem da química no dia a dia nas escolas de Ensino Médio e mostra as estratégias utilizadas por profissionais para superar a lacuna da química conceitual para um saber contextualizado e identificável pelos estudantes em seu cotidiano:

[...] a que parece ganhar maiores adeptos e já ter conseguido produzir alguns resultados concretos é a vinculação da Química com o cotidiano e a preocupação com o aproveitamento dos saberes populares. É preciso destacar que essas tentativas de ligação do ensino com situações mais próximas dos estudantes têm, ainda trânsito difícil nas escolas do Ensino Médio (CHASSOT, 2004, p.132).

O Ensino e a Aprendizagem são duas ações pedagógicas distintas e estão relacionados. O ensino (em sala de aula), parte em grande parte do Professor que é especialista, enquanto na aprendizagem, se faz necessária a ação protagonista do aluno. Para que o professor ensine com eficácia, é preciso identificar e conhecer como a aprendizagem acontece. As diferentes formas que se é possível aprender, como cada indivíduo aprende e quais são as condições necessárias para que uma aprendizagem seja significativa. Ausubel (1980) conceitua “dimensões de aprendizagem mecânica-significativa e recepção-descoberta”. Significação, para ele, é uma experiência individualmente própria, construída por vínculo que surge quando conceitos ou propostas são relacionados e agrupados em uma estrutura cognitiva única numa base livre e fundamentalista.

Analisando estas questões, pode-se citar Lima et al (2011), ao destacar que química forense possui temas que despertam curiosidade e interesse da sociedade, configurando em algo evidente nas séries que tratam de tais temas. Sendo a química o pano de fundo de muitas destas investigações, temos que concordar com pensadores que indicam que se pode trabalhar os temas da Química Forense em

aulas fazendo contextualização. Neste sentido, Lima et al. (2011) afirma que “a aplicação desse ramo continua em constantes melhorias, principalmente na adaptação de novas metodologias de análises, visando sempre o aprimoramento constante do serviço, apresentando maior retorno para a sociedade”. Sendo assim, os conceitos de Química constituem um tema em alta e sempre serão citados em diferentes polos na sociedade.

2.1. Gênese

A primeira menção de investigação de crimes por métodos forenses é relatada por Democritus¹, que possivelmente é o primeiro químico (ou filósofo experimental) a abordar suas descobertas a um médico (Hippocrates²). Costuma-se citar como marco do surgimento da Química Forense na Roma Antiga, a investigação de casos de envenenamento.

Em Roma, no ano de 82 A.C., havia proibições legais de substâncias entorpecentes. Suicídios usualmente tinham como base o uso desses entorpecentes, como arsênio e veneno de escorpiões - que contêm substâncias químicas que agem diretamente no cérebro.

O primeiro julgamento que utilizou evidências químicas como prova, ocorreu em 1752. Foi o caso Blandy³. Algumas fontes acreditam que as primeiras utilizações da prática forense, por relatos da literatura, remetam à China. No século VII, durante a dinastia Tang, Ti Yen Chieh⁴ que utilizou a coerência e a avaliação forense. Porém, o uso dos conhecimentos científicos na elucidação de crimes só ocorreu no fim do século XVII. Por exemplo, pode-se mencionar que, por volta de 1700, Bernardino Ramazzini⁵ já abordava, no seu livro, as ações de substâncias químicas no organismo humano. Passando para os anos 1800, na metade deste século, o toxicologista e químico Mateo José Bonaventura Orfila - que foi considerado o pai da toxicologia - demonstrou habilidade na perícia do caso de envenenamento que matou um homem, cuja principal suspeita do ato era sua esposa. Na exumação, as análises da época

¹ Democritus: (460 A.C – 370 A.C) considerado um filósofo pré-socrático.

² Hippocrates: (460 A.C – 377 A.C) considerado por muitos como “pai da medicina”.

³ Blandy: Mary Blandy (1720-1752) a assassina do pó do amor.

⁴ Dinastia Tang (618 – 906) processo de reunificação da China. Ti Yen Chieh estudava os reagentes nesta área.

⁵ Bernardino Ramazzini: Fundador da medicina ocupacional.

detectaram Arsênio e foi concluído que a substância não era proveniente do solo onde o corpo foi sepultado.

Em 1910, a Ninidrina - substância amplamente utilizada por peritos forenses, foi descoberta por Siegfried Ruhemann. Ele a testou com constituintes de proteína. Nos anos 50, a Ninidrina foi patenteada e seu uso como reagente de impressões digitais foi firmado após os trabalhos de Oden von Hoffsten provarem a eficiência. No Brasil, pode-se dar destaque aos trabalhos de José Félix Alves Pacheco (1879-1935), natural do Estado do Piauí, que trouxe o uso da Datiloscopia ao país. Seus conhecimentos na área convenceram o então Presidente da república Rodrigues Alves a adotar a técnica nos sistemas de identificação civil e criminal, um grande avanço para a época.

Por fim, pode-se mencionar o ano de 1937, quando o Famoso Luminol foi incorporado à Química Forense para Investigação de marcas de sangue em lugares suspeitos ou evidenciados de crime. Sua reação com o sangue provoca uma luminescência incrível num tom de azul intenso. Atribui-se o uso desta substância a Walter Specht, um químico forense do Instituto Universitário de Medicina Legal e Científica em Jena, na Alemanha. Em 1928, o químico alemão H.O Albrecht já havia descrito a oxidação do Luminol perante o Peróxido de Hidrogênio.

Os estudos da Química Forense, ou publicações sobre o tema, ainda são escassos, mesmo esta ciência tendo se desenvolvido há séculos. No contexto escolar, ela é igualmente pouquíssima abordada. No entanto, a curiosidade de profissionais das mais variadas áreas, bem como do público em geral, sobre suas práticas se faz constante.

Como o próprio nome indica, a Química Forense é a utilização/aplicação dos conhecimentos da ciência aos problemas de natureza forense. Uma definição formal possível foi fornecida por Farias (2008): “É o ramo da química que se ocupa da investigação forense no ramo da química especializada, a fim de entender aspectos de interesse judiciário” (Farias, 2008). A seguir, está descrito o primeiro caso investigado, onde utilizaram-se técnicas da Química Forense, o caso Mary Blandy.

2.2 Caso Mary Blandy

Além de estudar as técnicas e a origem da Química Forense, é possível analisar casos no qual utilizaram de fato essas aplicações. Seria incontável o número de casos que abrangem a criminalística como forma de investigação e resolução. Alguns casos, entraram para a história com seus detalhes minuciosos.

O caso de Mary Blandy, ocorrido na Inglaterra, foi o primeiro a se utilizar a Química Forense para a investigação. Mary era filha única e sua trama começou quando começou a namorar Willian Cranstoun, um homem casado que só estava com ela por interesse de seus supostos bens. O pai de Mary, Francis Blandy, se opôs ao relacionamento quando soube do histórico de seu namorado, por consequência, Willian influenciou Mary a colocar arsênico na alimentação oferecida ao pai. Mary o chamava de “pó do amor”, pois afirmava que esperava que a substância acabasse com a antipatia do pai por seu namorado. Em agosto de 1751, Francis Blandy faleceu. Volumes de arsênico foram encontrados na casa e Mary acabou presa neste mesmo dia. Após os relatos de várias pessoas que viviam próximas da família, Mary Blandy foi considerada culpada e sentenciada à morte.

Há divergência entre historiadores quanto às intenções de Mary em suas ações: ela sabia que o estava envenenando? Na época, o arsênico era considerado uma espécie de “revigorante”, que também seria utilizado por médicos em alguns tratamentos de saúde. Foi utilizado na Áustria como uma espécie de complemento alimentar para cavalos, pois, acreditava-se que o Arsênio os fortaleceria. No caso de Mary Blandy, ela envenenava o pai em doses “homeopáticas”, digamos assim, até que um dia o médico Dr. Anthony Addington foi chamado. O pai apresentava vários sintomas: aspereza na boca e língua, queimação no estômago e garganta, dores pelo corpo; tudo isso após degustar um mingau servido por sua filha. O médico relata: “Eu suspeitei que estes sintomas fossem de envenenamento, então perguntei a srta. Mary Blandy se a família estava com problemas com os empregados, clientes ou alguém próximo. Ela respondeu: Ele está em paz com o mundo e o mundo está em paz com ele. Contei ao sr. Blandy sobre minhas suspeitas e ele concordou, dizendo que era possível.” O óbito de seu pai ocorreu em 14 de Agosto de 1751.

Na época, o caso chamou a atenção da mídia. Cartas de amor do “casal” foram publicadas em jornais da época e dividiu a opinião pública quanto à culpabilidade do crime. Uns a achavam inocente, pois havia sido manipulada a ponto de levar seu

sonho às últimas conseqüências; outros a achavam inescrupulosa e maquiavélica. Sua história perdurou por anos. Hoje está esquecida. Porém, em 2011, 260 anos depois, seu caso voltou aos holofotes nos tabloides ingleses devido a uma aquisição de um bem da família Blandy. Um bilionário russo comprou um castelo que pertencia a eles, o Park Place.

A seguir pode ser vista uma imagem que reproduz Mary Bland numa foto da época.

Figura 1- Retrato de Mary Bland



Fonte: (https://en.wikipedia.org/wiki/Mary_Blandy) Acesso em 30/09/2021

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo apresentar ocorrências criminais do cotidiano, que as mídias noticiam, e, elucidá-los à luz da Química para a resolução e prática da justiça.

3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- ❖ Apresentar fatos históricos sobre a Química Forense;

- ❖ Concretizar a Química Forense como uma ciência importante no cotidiano;
- ❖ Realizar a análise de crimes e identificação de substâncias usando as técnicas químicas;
- ❖ Buscar pesquisas e documentários sobre a ciência forense.
- ❖ Propor uma sequência didática sobre química forense para alunos do ensino médio.

4. METODOLOGIA

O trabalho foi inicialmente proposto, tomando-se como base a seguinte definição:

Ciência forense com a aplicação das leis criminais e civis que reforçadas pelas autoridades competentes neste assunto, aborda um sistema criminal que procura executar a justiça. (...) um termo universal que abrange uma infinidade de profissionais que usam suas habilidades e técnicas para ajudar a polícia na aplicação da lei e na condução de investigações. (Fonte: E+B Educação | Gabriele Silva)

A proposta didática abordada neste trabalho acadêmico deve ser aplicada para alunos do Ensino Médio, com idade entre 15 e 18 anos, da Rede Estadual de São Paulo, numa unidade escolar localizada na Zona Sul de São Paulo e onde eu sou Professora Titular de Química.

O teor do assunto é condicionalmente estudado neste segmento, fazendo referências a temas da Química Geral, Inorgânica e Orgânica - conteúdos abordados durante todo o ensino médio. Os alunos serão protagonistas nas atividades desenvolvidas durante o processo. Discorrer sobre química forense, neste trabalho, se deu pela curiosidade dos alunos em relacionar cenas de investigação apresentadas pela mídia televisiva com as aulas de química. O embasamento para a escrita deste trabalho se deu pela vivência em sala de aula e pesquisa meticulosa de artigos científicos.

Alguns aspectos da Química Forense foram tratados neste trabalho: aplicabilidade da Química Forense, origem, técnicas investigativas, casos em que a ciência forense foi ou precisou ser aplicada. Como atividade avaliativa: um minicurso aplicando os conceitos apreendidos e atividade experimental. O intuito é desenvolver habilidades científicas nos estudantes e estimular a formulação de hipóteses, além de

fomentar a interpretação de situações-problema e a interdisciplinaridade. Em relação aos procedimentos, foi realizada uma ação com introdução à pesquisa. Neste aspecto, Fonseca, 2002, salienta que a participação do indivíduo numa situação-problema gera uma investigação resultando na compreensão de fenômenos:

[...] uma participação planejada do pesquisador na situação problemática a ser investigada. O processo de pesquisa recorre a uma metodologia sistemática, no sentido de transformar as realidades observadas, a partir da sua compreensão, conhecimento e compromisso para a ação dos elementos envolvidos na pesquisa (FONSECA, 2002, p.34).

Este tipo de atividade proporciona uma integração que é extremamente necessária no âmbito escolar: professor como mediador do conhecimento e aluno como protagonista no processo de ensino-aprendizagem. O professor de ciências da natureza, precisa analisar seu grupo para reconhecer os aspectos que vão permear a aprendizagem no decorrer do ano letivo. Assim, pautar os conteúdos promovendo de forma constante uma reflexão da prática.

Foi feito um estudo detalhado, de cunho analítico e crítico, com pesquisas em publicações na área jurídica e química. Foram buscados artigos em revistas científicas, com a busca em bancos de dados online como o Google Acadêmico, Scielo (Scientific Electronic Library Online - em inglês), livros digitais e teses. Os assuntos abordados na pesquisa foram: química forense, técnicas periciais, resolução de crimes. A pesquisa aconteceu em 2021 durante a pós-graduação no Ensino de Química-UFABC entre os meses de fevereiro e novembro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Principais Casos em que a Ciência Forense foi utilizada

Veza por outra, infelizmente, crimes que chocam a população acontecem envolvendo vários fatores da sociedade. Esses crimes, geralmente, são assassinatos cometidos de forma cruel e fria. Os responsáveis por tais ações calculáveis acreditam não deixar rastros para serem incriminados, porém, a Química Forense com seus variados métodos, pode levar à prova concisa de cada passo, atitude e motivação dos assassinos.

Casos deste tipo são acompanhados de perto por diferentes mídias e tornam-se famosos por sua complexidade. Obviamente que isso gera curiosidade dos

espectadores, que por sua vez, passam a buscar compreensão dos aspectos investigativos que os levará ao aprendizado científico. Esses casos de assassinatos ilustram as páginas dos jornais e as manchetes de programas de televisão, sendo romantizados em filmes e em séries de *streaming*. A realidade, no entanto, pode ser tanto fascinante quanto decepcionante: a perícia não é feita de magia, mas sim de ciência e de uma práxis meticulosa!

Dentre muitos casos de destaque no Brasil, três serão citados neste trabalho. São acontecimentos que repercutiram durante meses ou até anos na mídia e como assuntos de diferentes rodas de conversas. Por que não os trazer à sala de aula? Considerando o senso comum e conhecimento prévio que os alunos possuem sobre os casos, é possível ensinar muitos conceitos químicos por meio da ciência forense.

Serão abordadas as mortes de Paulo César Farias e Suzana Marcolino. PC Farias, como era conhecido à época, foi um elemento chave no primeiro processo de *impeachment* brasileiro, do então Presidente da República Fernando Collor de Melo. À época do crime, Suzana era companheira de Paulo César Farias. Graças à perícia, o caso não foi encerrado como crime passional seguido de suicídio.

O segundo é a triste morte da menina Isabella Nardoni, que não teria resolução se não fossem as evidências das provas técnicas. Sem testemunhas, Alexandre Nardoni e Anna Carolina Jatobá, pai e madrasta da menina, alegavam veementemente inocência, mas tiveram sua versão derrubada. Os réus acabaram condenados diante das investigações, que aplicaram com excelência os métodos da ciência forense.

O terceiro caso é lembrado pela frieza dos envolvidos - o assassinato de Manfred e Marísia von Richthofen, pais de Suzane von Richthofen, acusada pelo crime, juntamente com os irmãos Daniel e Christian Cravinhos. A perícia realizada na casa da família indicou que os prováveis assassinos deveriam ser muito próximos das vítimas. Neste caso, a polícia foi rápida em solucionar o crime. A filha do casal se tornou a principal suspeita, tendo como cúmplices seu namorado e o irmão dele. Os três foram responsabilizados pelo crime e acabaram confessando a autoria. Embora Suzane tenha sido alvo de reportagens durante todos esses anos, neste ano de 2021, o caso voltou com força à mídia pelo lançamento de dois filmes que, com base nas investigações, relata com riqueza de detalhes o crime.

A elucidação destes tipos de crimes é importantíssima para o enfrentamento de outros casos semelhantes. É uma resposta clara e objetiva para a sociedade que espera um julgamento e punição aos envolvidos. A resolução também retorna o crédito aos profissionais de segurança pública envolvidos no processo investigativo e ressalta o avanço e o papel social da ciência no Brasil.

5.1.1 Caso PC Farias

No dia 23 de junho de 1996, o empresário e ex-tesoureiro da campanha à Presidência da República de Fernando Collor de Melo, Paulo César Farias, então conhecido como PC Farias, e sua companheira Suzana Marcolino foram encontrados mortos numa casa de praia no estado de Alagoas. Numa primeira versão dada pela polícia e corroborada pelo perito indicado para o caso, o médico forense Fortunato Badan Palhares, era de que Suzana fosse a autora da morte PC Farias e, em seguida, teria cometido suicídio. Esta versão colocava o motivo como crime passional, pois PC Farias estaria saindo com outra mulher.

Uma série de fatores colocam em dúvida o laudo dado por Badan Palhares. O caso ganhou repercussão na mídia, por ter relação com esquemas de corrupção envolvendo políticos influentes e o próprio ex-Presidente da República. Assim, outros peritos legistas bem como jornalistas, contestaram o laudo de Badan Palhares, enumerando várias falhas no mesmo, o que levou o Ministério Público de Alagoas a rejeitar o pedido para arquivar o caso. Fatores tais como: o revólver encontrado na cena do crime não conter impressões digitais denotaria que Suzana matou PC Farias e, depois cometeu o suicídio usando luvas nas mãos, o que não se confirmou na cena do crime. Posteriormente, o perito Ricardo Molina, perito em fonética forense, ao analisar as gravações das ligações do telefone de Suzana, constatou a presença de uma terceira pessoa onde o crime ocorreu. Outros fatos também apresentavam estranheza e provocaram imprecisões a respeito da versão de homicídio seguido de suicídio, como a família de PC Farias ter queimado o colchão e os lençóis onde estavam os corpos com menos de três dias após o crime ou os seguranças particulares de PC Farias relatarem não terem ouvido os disparos de arma de fogo. No entanto, uma divergência crucial entre as perícias refere-se à altura de Suzana em relação a de PC Farias. Enquanto a primeira perícia afirmava que ela tinha 1,67 metro

de altura; a segunda indicou 1,57 m. A altura é efetiva para saber se o disparo que matou o empresário poderia ter partido de Suzana.

Diferentes e variadas técnicas foram usadas no desdobramento para a resolução do crime. Vamos destacar um dos principais que é o exame de balística.

5.1.1.1 Técnicas de Perícia Balística

Do ponto de vista da química forense, a balística pode ser definida como uma disciplina criminalística que estuda armas de fogo, munição, efeitos produzidos para esclarecimento de provas (Figura 2). Já de um ponto de vista técnico, seu estudo tem como estruturação os mecanismos envolvidos em armas de fogo e a técnica de tiro - vai da saída do projétil à detonação do explosivo, envolvendo a trajetória, velocidade, gravidade e movimentos do projétil.

Há divergência em relação ao trajeto da bala, ou seja, o percurso do projétil no interior do corpo das vítimas, e que de modo geral tem influência em sua trajetória no ambiente externo. Citando a discordância entre trajeto e trajetória, pela posição de Suzana no momento de “seu suicídio ou homicídio” as primeiras perícias indicam que ela está em uma posição de lótus, ou seja, numa posição de yoga com as pernas cruzadas e solas dos pés para cima. Já na segunda, ela está em posição de defesa. A seguir temos uma descrição de uma reportagem sobre isso:

O Corpo de SUZANA, no momento em que sofreu o disparo, encontrava-se sentado ao lado direito da cama, com pernas cruzadas, em “posição de lótus”, com o tronco inclinado para frente e para a esquerda, com relação a quem olha para os pés da cama, como se estivesse com o rosto voltado para o cadáver de PC Farias. (Revista IstoÉ, 2011, Ed. de setembro, PC FARIAS)

Também no que tange à Balística, o próprio perito Badan Palhares fez disparos de revólver no quarto onde o casal foi encontrado. Realizou dois disparos com o quarto totalmente fechado. Denotando-se que os disparos poderiam ser ouvidos a uma certa distância, pois cerca de 20 jornalistas que estavam na rua do imóvel puderam ouvi-los. Logo, os seguranças presentes no imóvel, no momento do crime, poderiam ter ouvido os disparos tão bem quantos os jornalistas. Palhares concluiu que o tiro que foi direcionado à PC Farias foi feito da direita para a esquerda, como mencionado pela Polícia na perícia anterior. A trajetória do projétil no corpo de Suzana desmentiu a tese de suicídio, pois, pelo estudo de balística seria impossível, pois Suzana deveria estar

de joelhos na cama e mesmo assim, que a bala teria se desviado dentro do corpo dela. Segundo os exames, o tiro entrou de cima para baixo, da direita para a esquerda e saiu pelas costas, entre a quarta e quinta vértebra esquerda. Nem a exumação do corpo de ambos à época foi suficiente para, de fato, concluir com certeza o ocorrido.

Mas no geral, os exames, principalmente de balística, foram primordiais para conclusão de que houve apenas o homicídio do casal.

Figura 2- Balística forense



Fonte: (<https://criminalisticaforense.wordpress.com/2011/09/13/balastica-forense-3/>)

5.1.2. O Caso Isabela Nardoni

O assassinato da menina Isabella Nardoni foi um choque para os paulistanos no ano de 2008. Como não houve testemunhas presenciais, as provas materiais foram fundamentais na investigação para se chegar aos culpados. A trajetória deste caso mostrou uma mudança cultural nos tribunais do júri, ressaltando a relevância da perícia em casos criminais, principalmente quando não há testemunhas ou gravações. Mesmo sendo um caso reconhecido pela brutalidade de fatos, nunca a perícia criminal brasileira foi tão divulgada e discutida quanto por todas as esferas da sociedade, leigos e especialistas.

Na época, Isabella Nardoni, com cinco anos, morreu sem chance de socorro, após ser jogada do sexto andar do prédio localizado na zona norte da cidade de São Paulo, local da residência de seu pai e madrasta. Estes acabaram condenados pela morte e estão numa penitenciária de segurança máxima.

Na mesma noite do então considerado “acidente”, a polícia logo descartou esta possibilidade. A tela de proteção da janela havia sido cortada. Os peritos responsáveis pela investigação encontraram marcas da tela de proteção na roupa do pai e sangue da menina em sua bermuda. No seu depoimento, Ana Carolina de Oliveira, mãe de

Isabella, disse acreditar que o casal estaria envolvido na morte de sua filha. A polícia encontrou sangue da menina no veículo do pai.

Na noite da morte de Isabella, um pouco mais cedo, a família havia ido a um supermercado da região, o que foi provado por filmagens, e segundo investigações, a menina foi ferida na testa dentro do carro. Chegando ao prédio, ao subir com Isabella para o apartamento, uma fralda teria sido usada para estancar o sangue. Uma vez na sala do apartamento, Isabella foi estrangulada por Anna Jatobá, enquanto Alexandre cortava a tela de proteção da janela do quarto. O propósito de ter jogado Isabella do prédio foi por acharem que a menina já tinha ido a óbito, na intenção de que parecesse um acidente ou que foi uma outra pessoa que a matou e depois atirou do sexto andar. Isabella caiu de lado no jardim do prédio. Ao ser encontrada, ela ainda estava viva, com a bacia e o punho direito fraturados, mas morreu a caminho do hospital. A frieza do casal chama a atenção, que contou com o apoio de familiares. A crueldade da morte abre discussão sobre relacionamentos familiares, principalmente quando os pais se separam. Em 2010, o casal foi julgado e ambos foram condenados.

Mais uma vez a ciência foi atuante para a definição dos culpados. O casal se recusou a participar da reprodução simulada dos fatos na reconstituição do crime. Toda a população acompanhava atentamente aos desdobramentos do caso, através de diferentes tipos de mídia. A defesa do casal não contestou as provas técnicas, mas afirmou que elas não eram conclusivas para comprovar a culpa do pai e da madrasta da menina Isabella no crime.

Assim, mais uma vez as técnicas forenses foram utilizadas. Desta vez, dar-se-á destaque ao Luminol - substância usada para apontar vestígios de sangue na investigação e que foi utilizada para provas neste caso.

5.1.2.1 Técnicas de Perícia - LUMINOL

O Luminol (3-aminofthalhidrazida ou 5-amino-2,3-di-hidroftolazina-1,4-diona) é um composto orgânico em forma de pó, com fórmula molecular $C_8H_7O_2N_3$. Sua utilização se dá pela mistura deste reagente químico ao peróxido de hidrogênio (H_2O_2 – Água Oxigenada). É amplamente utilizada em investigações de Química Forense. O uso desta substância constitui uma técnica de análise para investigar vestígios de sangue em roupas, objetos ou lugares. Neste processo, ocorre a quimiluminescência, que ilumina o local com uma coloração azul fluorescente (figura 3). Quando entra em

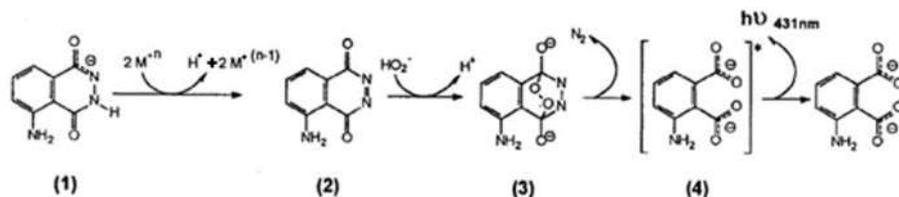
contato com o sangue, o ferro complexado na hemoglobina acelera a reação do luminol com a água oxigenada, tendo seu efeito em pouco tempo (Bell, 2006). Mesmo que o local seja lavado, como a madrastra de Isabela fez para “limpar” vestígios que os incriminariam - o Luminol reage com o mínimo resíduo de sangue presente. Uma das reações possíveis é ilustrada nos esquemas a seguir (figura 4):

Figura 3: Presença do Luminol. Reação do Luminol com o íon Hidroxila provoca a emissão de fótons.

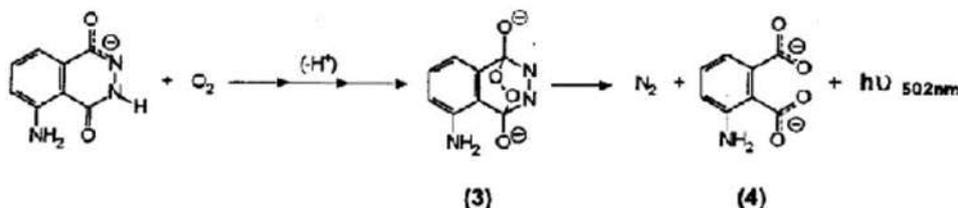


Fonte: <https://www.deviantart.com/styloooo/art/LuminolExperimentation-275457145>

Figura 4: Esquema do Mecanismo de Reação do Luminol



Esquema 4. Mecanismo esquemático da oxidação de luminol por peróxido de hidrogênio em meio aquoso, catalisada por metais de transição (M^{n+}).



Esquema 5. Reação quimiluminescente de luminol em dimetilsulfóxido.

Na época do crime, foram analisados sob a técnica do Luminol o carro da família, como também algumas partes dos cômodos do apartamento e foi identificada a presença de sangue no interior do carro de Alexandre (pai), especificamente no assoalho correspondente ao encosto do banco do condutor, local próximo onde,

provavelmente, Isabella estaria sentada. Vestígios de sangue também foram encontrados no chão da sala do apartamento, no sofá e numa fralda que foi utilizada no estancamento do sangue, quando a menina foi ferida dentro do carro. A madrasta lavou esta fralda com o objetivo de ocultar provas. Porém, a ação não é efetiva, uma vez que a reação do Luminol com a água oxigenada, na presença do ferro da hemoglobina, é altamente específica e sensível.

5.1.3. Caso Richthofen

Este caso ganhou repercussão na mídia pela crueldade foi o assassinato do casal Manfred e Marisia von Richthofen. Mortos em 31 de outubro de 2002, com golpes de barra de ferro. Quem chamou a polícia na noite do crime foi Daniel Cravinhos, namorado da filha do casal, Suzane von Richthofen. Chegando ao local, a polícia encontrou dois cômodos revirados - o quarto das vítimas e a biblioteca. No primeiro momento, a situação sugeria latrocínio – roubo seguido de morte. Porém, em um momento posterior, ficou evidente que o crime havia sido cometido por pessoas próximas à família. Logo se tornou manifesta a participação da filha do casal neste ato brutal. Ambos foram encontrados com os rostos cobertos, o que, segundo os peritos, indicava que as vítimas conheciam os assassinos. A filha, Suzane, foi interrogada, mas havia várias contradições no seu depoimento. Ela afirmava que não havia tocado em nada e que um objeto em que havia dinheiro havia sido danificado. Porém, essa versão não condizia com a cena encontrada. Assim, para a coleta de provas, os telefones da residência foram grampeados e policiais disfarçados ficavam nos arredores das casas dos principais suspeitos. Dessa forma, confrontados com a análise de provas da perícia, Suzane e os irmãos Daniel e Christian Cravinhos terminaram por confessar o crime.

Este crime foi resolvido de forma rápida. A equipe de investigação habilidosa e experiente imediatamente percebeu as discrepâncias entre depoimentos, comportamentos dos suspeitos, entre outras coisas. Dessa forma, não foi necessária uma série de perícias utilizando a química forense, mas, uma técnica muito comum foi sim usada no caso: recolhimento de impressões digitais, uma vez que a casa não possuía sinais de arrombamento e objetos de valor não haviam sido subtraídos.

5.1.3.1. Papiloscopia

A papiloscopia pode ser definida como a técnica de identificação/revelação de impressões digitais. Francis Galton, primo de Charles Darwin, em 1892 publicou seu livro intitulado “Impressões Digitais”, no qual incluía o primeiro sistema de classificação destas impressões, assim surgia a datiloscopia, que tem como base as impressões deixadas por dedos das mãos. Em 1902, surgia a datiloscopia no Brasil, introduzida em nosso país por José Félix Alves Pacheco. A datiloscopia é um tipo específico de papiloscopia, sendo esta última a técnica utilizada para identificação de um indivíduo com base nas impressões dos dedos das mãos, palmas e das solas dos pés.

Todos nós bem sabemos que em emissão de diferentes documentos de identificação são colhidas as impressões digitais dos dedos das mãos (figura 5), a esses chamamos de registros digitais. Temos dois tipos de impressões digitais: as visíveis no plano macro - são impressões retiradas das mãos com resíduos de sujeira ou marcadas; e a impressão papilar latente (IPL), onde as impressões não são vistas a olho nu e são destacadas nas superfícies pelo suor. Para a visualização temos meios como a Técnica de Pó, do Nitrato de Prata e da Ninidrina.

Figura 5: Impressão Digital



Fonte: <http://deubranco2.blogspot.com/2013/07/revelando-impressoes-digitais.html>

5.1.3.1.1 Técnica do Pó

A técnica do pó é aplicada em impressões recentes e geralmente realizada em superfícies lisas. A técnica consiste em aplicar um pó finamente particulado, com o auxílio de um pincel macio, sobre a superfície em análise (figura 6). Esse pó adere à

gordura presente na impressão por forças intermoleculares, que são responsáveis pela interação onde se formam as impressões. Neste contexto em sala de aula, pode-se fazer revisão destes conceitos.

Os tipos de pó que podem ser usados são: óxido de ferro (50%), dióxido de manganês (45%) e pó de titânio (60%), que são misturados com outras substâncias em pó.

Deve-se destacar que esta técnica só é sensível às marcas de impressões recentes. Sua principal vantagem é o baixo custo e fácil aplicação. O tipo de pincel é relevante, assim como a habilidade e delicadeza do perito para aplicação - são considerados fatores decisivos para o resultado preciso. As condições do clima (umidade, temperatura) interferem também para a aplicação e sucesso do resultado.

Figura 6: Ilustração de um Perito Criminal recolhendo digitais por meio da Técnica do Pó

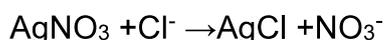


Digitais por meio da técnica do pó

Fonte: <https://blitzdigital.com.br/tec-menu/meio-de-prova-impressoes-digitais>

5.1.3.1.2 Técnica do Nitrato de Prata

A técnica tem como base a reação do nitrato de prata com os cloretos presentes nas impressões digitais, formando-se assim o cloreto de prata:



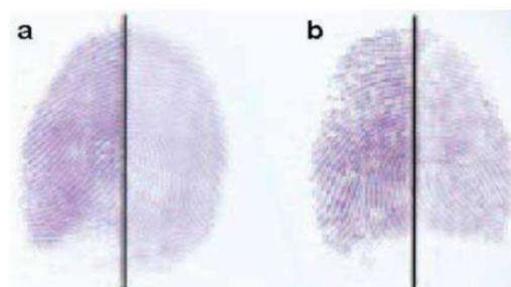
Utilizada em superfícies porosas, plásticos e madeiras, esta reação química se dá com o nitrato de prata e o cloreto presentes no meio.

Antigamente, a técnica envolvia submersão do material em uma cuba com a solução, na sequência era submetida à uma câmara escura para secagem sob a luz solar. Os íons de prata se reduziam a prata metálica, produzindo uma coloração escura nas impressões. Atualmente, houve uma substituição: cuba por uma solução em aerossol de nitrato de prata. A luz do Sol por uma lanterna potente que catalisa a reação. A impressão revelada, deve ser fotografada imediatamente antes que toda superfície escureça. Esta técnica é recomendada para impressões digitais um pouco mais antigas.

5.1.3.1.3 Técnica da Ninidrina

Reação da Ninidrina com os aminoácidos expelidos pelas mãos resulta numa coloração intensa, revelando a impressão digital. A solução é pulverizada com pelo menos 0,5g de Ninidrina em 30ml de etanol. O desenho da impressão tem destaque na cor púrpura e aparecerá quando a superfície já estiver totalmente seca. Esta técnica garante bons resultados sob superfícies porosas, como exemplo o papel.

Figura 7: Impressão digital revelada por meio da Técnica de Ninidrina



Fonte: <https://sites.google.com/site/quimforense/impressãodigital>

Concluindo, nos trabalhos e narração envolvidos nestas cenas criminais pode-se perceber a crueldade humana, muitas vezes amparada pela certeza da impunidade. Neste sentido, é importante ressaltar que a ciência, tão desvalorizada em nosso país, está a serviço dos órgãos de justiça para esclarecer crimes e indicar acusados. Nos colocamos no lugar de diversas famílias que esperam justiça por seus entes que se foram. Enquanto a Química Forense existir, a justiça nunca será cega!

Em sala de aula, é possível envolver e motivar os estudantes nestas tramas para compreensão de teorias científicas e os mecanismos das reações químicas tão presentes no cotidiano. Há um convite à interdisciplinaridade para a efetivação do conhecimento em diferentes áreas e isto é tendência com as novas propostas do Plano Nacional de Educação (PNLD). No decorrer das atividades explanadas, foram revisados os conteúdos das aulas de química de anos anteriores do ensino médio - o que poderá ajudar numa revisão para as provas externas (exemplo: ENEM- Exame Nacional do Ensino Médio), nas quais os estudantes participarão.

5.2. Inovação em Pesquisas na Química Forense e o Futuro da Área

Em termos de novidades científicas para análises forenses, alguns estudos estão em andamento. Há muitos em desenvolvimento na questão de identificação de “drogas de abuso” ou “drogas sintéticas”, que visam uma análise facilitada e rápida para identificar tais substâncias e coibir sua circulação. O consumo deste tipo de droga cresceu vertiginosamente nos últimos 5 anos, pois podem ser sintetizadas em qualquer lugar do mundo, uma vez que independem de plantas ou raízes de cultivo. Essas drogas recreativas estão cada vez mais presentes em festas e shows frequentados pelo público jovem. Torna-se também parte importante deste trabalho devido ao público-alvo: estudantes na faixa etária entre 15 e 18 anos. O conhecimento dos efeitos psicotrópicos dessas drogas, muitas vezes irreversíveis, pode ajudar a coibir seu uso. Estas drogas podem ser utilizadas como iscas para prática de crimes secundários, como estupro, principalmente contra uma população mais vulnerável como as mulheres. Há de se ponderar que indivíduos usuários de drogas são mais suscetíveis à prática de crimes, devido ao fato de estarem racionalmente “afetados pelo uso da droga, quanto por necessidade de obter recursos para a manutenção do vício” (OLIVEIRA, 2009). Assim, é de extrema importância combatê-las com fiscalização eficaz e políticas públicas assertivas e nisto a ciência também pode ajudar.

A cromatografia gasosa e a espectrometria de massa são amplamente utilizadas em laboratórios de análises físico-químicas para diversos tipos de procedimento, como detecção de drogas e metabólitos formados no corpo, após o seu uso. Em anos recentes, tem-se buscado aprimoramento destas técnicas, com equipamentos tecnologicamente mais avançados, uma vez que estas drogas surgem

com certa velocidade na sociedade. A Química Forense, assim como outras áreas da ciência, está em constante desenvolvimento, gerando avanços que vão possibilitar um trabalho cada vez mais preciso e veloz em determinação de resultados. Equipamentos estão sendo desenvolvidos e novas técnicas surgindo para análises criminalísticas e forenses. Muito se tem investido em técnicas de testes para determinação de drogas, falsificação de documentos, investigação de origem em incêndios criminosos, teste antidoping em atletas, entre outros.

A exposição pela mídia pode ser vista como positiva, pois promove o crescimento da química forense, com um maior número de interessados por setores relacionados à área. Logo surgirá uma quantidade maior de estudos e trabalhos divulgados em temas relacionados, levando assim a sua evolução, principalmente em nosso país. No Brasil, a situação real, como comenta Valter Stefani (FAPESP-2006), corresponde a condições de trabalho precárias, sem apoio financeiro, com métodos, muitas vezes, ultrapassados, bem diferentes do panorama retratado em séries do mercado de streaming, que permeia o imaginário dos estudantes. Atualmente, quantidades de trabalhos publicados na área de química forense, no Brasil, ainda é pequena e pouco relevante no cenário mundial, mesmo considerando o crescimento dos últimos anos. A rotina de um profissional da área de química forense, diferente do que se acredita, não se limita a laboratórios bem equipados com alta tecnologia, como os filmes mostram. Na maioria vezes, o trabalho de perícia é realizado em locais externos, abertos, onde as condições encontradas são diferentes de um ambiente controlado. Assim, é essencial que, além de seus conhecimentos em química analítica e treinamento em manipulação dos instrumentos, o perito químico tenha um bom conhecimento em outras áreas como em físico-química e química orgânica, para citar algumas ou ainda em áreas correlatas, como biologia, bioquímica, física, biofísica, geologia, criminalística, toxicologia e noções de medicina.

O intuito deste trabalho também é voltar a atenção de jovens e adolescentes não só para seriedade da ciência, mas para o que pode representar uma opção de carreira interessante e promissora. Seria uma oportunidade de carreira acadêmica e científica, algo em constante evolução e que, de alguma forma, eles farão parte desta mudança, contribuindo para mais avanços. Aos poucos, cursos de graduação e especialização são lançados no mercado acadêmico. Segundo a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), que é uma das instituições que oferecem o curso diz na apresentação do mesmo:

O papel e atuação do Químico Forense

O Código de processo penal, no seu artigo 159, estabelece: os exames de corpo de delito e as outras perícias serão feitas por dois peritos oficiais.

Tal determinação estabelece que as perícias sejam realizadas e assinadas, em regime de corresponsabilidade, por dois peritos, podendo ser considerada como não legal, portanto, a perícia realizada por apenas um profissional.

Cabe ao perito a identificação, coleta e/ou análise dos vestígios presentes em local de crime, sendo, portanto, de fundamental importância sua atuação, visto que, com frequência, a presença ou ausência de uma determinada prova material pode ser a diferença entre resolver ou não um caso, prender ou não um criminoso. Dentre as principais provas que podem ser encontradas em locais de crime, encontram-se manchas, impressões e marcas, armas (brancas ou de fogo), instrumentos, peças de vestuário, pelos, cabelos, documentos, venenos, pós, poeiras e cinzas. Perceba que grande parte dessas provas se constitui em substâncias (ou grupos de substâncias) químicas. Entre as manchas, por exemplo, destacam-se: (a) traços orgânicos: sangue, esperma, fezes, vômito; (b) traços inorgânicos: cera, lama, ferrugem, tinta, pólvora. (UFPEL- Universidade Federal de Pelotas).

5.3. Fatos que geram Curiosidade

A Química Forense já é um tema muito curioso, com seu forte envolvimento com investigações criminais. Com o avanço nos estudos de todas as técnicas e aplicações, existem alguns pontos que se pode destacar e que foram comentados pelos alunos, ao longo de aulas sobre o tema, como:

Análise de DNA no Brasil: seu uso tem se dado especialmente para investigação e resolução de crimes. Em sua maioria, os resultados concisos são fundamentais para a conclusão de inquéritos.

Testes para identificação em novas drogas: a produção de drogas recreativas e alucinógenas mais potentes tem sido interessante para o tráfico de drogas. Traficantes têm testado em laboratórios substâncias mais potentes e viciantes.

No caso de um homicídio qualificado com dissimulação de suicídio, com uso da substância clorofórmio e arma de fogo, o que pode ser declarado: O clorofórmio pode ser notado em análise do sangue da vítima e parte do componente do resíduo de pólvora da arma do disparo ficará na mão do suspeito.

O contato da população com a Ciência Forense, no desvendamento de crimes, em grande parte é feito pela divulgação da mídia em documentários, em programas que envolvem ficção científica e crimes reais. Existem alguns equívocos sobre as investigações criminais que aprendemos a acreditar diante de séries que tratam deste assunto. Nos últimos anos, séries, em aplicativos de streaming, retratam a

investigação forense em crimes, no tráfico de drogas e até mesmo nas séries que revelam o dia a dia dentro de hospitais - abordando certos tipos de tratamentos médicos. Neste caso, utiliza-se o termo medicina forense. Séries como CSI (*Crime Scene Investigation* – em inglês) tentam se aproximar do trabalho da Polícia Científica, o que acaba gerando expectativas irreais ao público, como se todo caso terminasse com uma resolução plausível no final. Neste sentido, alguns mitos podem até ser citados, como: investigações forenses não são populares e não são muito utilizadas, apesar de mostrarem como se qualquer caso pudesse ser resolvido com a Química Forense, isso não acontece na vida real. Impressões Digitais não são fáceis de adquirir apesar de todas as técnicas apresentadas. Analistas forenses não sabem todas as técnicas desta área.

5.4. MINICURSO - Proposta de Sequência Didática - Aproximadamente 5 horas de duração, 6 aulas de 45 minutos

Foi proposta uma sequência didática, na forma de um minicurso, na temática de Química Forense para alunos do ensino médio, cujas informações podem ser encontradas a seguir.

Professor Titular: Renata Teixeira Souza Bezerra

Habilitada pela UNIBAN- Universidade Bandeirante de São Paulo

Título: Atividade Investigativa - Química Forense

Objetivos da proposta: De acordo com Souza (2008), deve-se discutir sobre o conteúdo de séries televisivas no ensino de ciências, uma vez que o público demonstra interesse em saber como se dá o desenvolvimento de uma investigação criminal. Séries de *streaming* retratam o habitual trabalho de equipes com pesquisadores forenses em sua rotina. Souza enfatiza que é necessário acrescer o coeficiente de entendimento da ciência, em outras palavras, os estudantes devem ter contato com a linguagem e escrita científica, além de, elaborar táticas para a facilitação da compreensão de conceitos científicos da parte dos alunos.

Público-alvo

Caracterização dos alunos:

Essa sequência didática será aplicada para os alunos do Ensino Médio de Escolas Públicas ou Particulares em turmas com no máximo 30 alunos. Temos como alvo trabalhos e discussões em grupos menores. O minicurso foi desenvolvido para auxiliar os estudantes na problematização de questões da Química Forense para melhor compreensão da ciência diante dos fatos. Assim, espera-se que os participantes do curso seja um público engajado nas atividades propostas. O objetivo é atingir adolescentes; principais espectadores dessas séries e numa fase singular da vida, onde são mais vulneráveis às influências do meio em que vivem. Espera-se que os estudantes já tenham conhecimentos básicos sobre interações da matéria, bem como questões de nomenclatura e estrutura de compostos orgânicos, visto que esses são temas abordados no Ensino Médio, de acordo com o Currículo do Estado de São Paulo.

Caracterização da escola:

A escola possui estrutura simples. Não há laboratório, assim caso haja experimentos, estes serão realizados no pátio. A escola possui sala de informática, que será de auxílio para a pesquisa. O possível será feito para o bom andamento das atividades teóricas e práticas, para fixação do conteúdo.

Caracterização do momento que a proposta seria aplicada:

O curso será aplicado para alunos do 3º ano do EM, no segundo semestre, como parte do Projeto em que se discute a interação do homem com as técnicas aplicadas nas ciências forenses nas disciplinas de Química, Biologia, Filosofia e Física. Entretanto, como o tema está diretamente relacionado a questões sociais e de comportamento vistas no cotidiano, acredito que a conscientização sobre o assunto será alcançada uma vez que há uma ligação entre a formação escolar e contexto de realidade dos alunos.

Justificativa/Motivação/Problematização: A justificativa desta atividade se dá pelo fato de os alunos relacionarem conteúdos de sala de aula com as séries. Minha intenção

é contextualizar o ensino com algo que seja do interesse dos alunos. Desenvolver atividades investigativas com dinamismo, análise de textos, cenário do crime e laudos periciais é a proposta de investigação da química forense. A estratégia pedagógica deve impactar positivamente até mesmo o professor, peça central no processo de formação dos conceitos abordados. O professor deve aguçar seus próprios processos cognitivos, potencializando e idealizando conceitos da Química Forense, pela observação, diálogo e experiência vivenciada.

Temas/Tópicos/Conteúdo a serem trabalhados durante o Minicurso:

Aula 1 – Origem da Ciência Forense

Objetivos específicos: Breve Histórico da Utilização de Conhecimentos Científicos para a Análise de Provas de Crimes.

Conteúdos: Definição - Ramo da Química que se ocupa da investigação forense no campo da química especializada, a fim de entender aspectos de interesse judiciário.

Como surgiu?

Onde foi utilizada a primeira vez?

Frase do Dia - “Somos suspeitos de um crime perfeito, mas crimes perfeitos não deixam suspeitos” – Engenheiros do Hawaii (Pra Ser Sincero).

Esta frase permeará uma discussão e reflexão sobre o conteúdo.

Duração: 2 aulas

Atividade 1: Estudo do Caso Mary Bland.

Os alunos farão um resumo do estudo de caso.

Aula 2 – Ações Criminalistas

Objetivos específicos: Atuação perita de profissionais especializados nas áreas das ciências para a investigação e análises criminalísticas.

Conteúdos: Fundamentos de Criminalística para a Química Forense

- Química Forense e a Determinação de doping
 - Técnicas Utilizadas em exames para determinação de substâncias proibidas em competições esportivas.
- Química Forense e a Falsificação de Bebidas e cigarros e Identificação de Drogas Ilícitas

- Testes em Bebidas Alcoólicas Destiladas Adulteradas, ex: Whisky & Identificação da Cocaína no Transporte Ilegal para o tráfico de drogas, ex: Aeroportos. Também identificação de cigarros falsificados, principalmente provenientes do Paraguai.
- Química Forense na Investigação de Assassinatos
 - Identificação de fluidos biológicos pelo uso do Luminol.

Duração: 2 aulas

Atividade 1: Aplicação de Questionário

Pergunta 1: Você já ouviu falar de perícia criminal?

Pergunta 2: Qual seriado de TV que contenha investigação criminal, você costuma assistir?

Pergunta 3: A química é utilizada na investigação de crimes? Em quais casos?

Pergunta 4: A ciência forense pode ter quais outras aplicações?

Os estudantes farão uma resenha, utilizando como base o questionário, a ser entregue separadamente para avaliação.

Aula 3 – Aplicação da Química Forense no Brasil- Caso Isabela Nardoni

Objetivos específicos: Análises de Reportagens Sobre o Caso

Conteúdos: Vamos abordar reportagens realizadas à época do crime, seja em vídeos ou da imprensa escrita.

Duração: 1 aula

Atividade: Os alunos irão elaborar sua própria reportagem sobre o caso, segundo suas perspectivas.

Os 15 minutos finais serão usados para a recapitulação das outras quatro aulas de curso, no objetivo de uma reflexão e exposição da opinião dos participantes. O professor deverá encerrar o minicurso através da discussão sobre as principais impressões e impactos que ele trará à vida dos estudantes.

Aula 4 – Aplicação da Química Forense- Atividade Experimental

Objetivos específicos: Análises Físico-Químicas/Instrumentais para a Comprovação de Evidências – Experimentação: Coleta de Impressões Digitais pela Técnica do Pó

Conteúdos: Nesta aula, o objetivo é aliar teoria e prática, tornando o aluno protagonista do processo de pesquisa onde ele mesmo irá buscar, refletir e reformular seus conhecimentos, sendo sempre auxiliado pelo professor e seus colegas (Andrade; Massabni, 2011).

Conceito: A Técnica do Pó consiste na aplicação de uma fina camada sobre o possível local onde existem impressões digitais. Revelando-se as impressões digitais, a próxima etapa é a do decalque. A técnica baseia-se na aderência do pó à diversos compostos químicos. Conteúdos sobre forças intermoleculares - Ligação de Hidrogênio e Forças de van der Waals são responsáveis pelas interações. Porém, as impressões digitais devem ser recentes. Tem como vantagem o baixo custo e seu método que é relativamente simples. É relevante lembrar que esta é uma das técnicas da Química Forense mais conhecidas no Brasil, logo os alunos terão facilidade em compreendê-la.

Experimentação: De modo geral, pós pretos bem finos podem ser utilizados para coletar digitais, podemos destacar pó de carvão, grafite e os pós utilizados em impressoras. O processo de revelação da digital, que iremos abordar, foi exemplificado utilizando-se pó de carvão, por ser um material barato e de fácil obtenção, mas se outros pós forem utilizados o processo de coleta da digital é o mesmo.

Materiais: carvão, folha de papel, almofariz e pistilo, sala de informática, computadores com internet e projetor multimídia. Área externa com mesas e cadeiras adequadas.

Procedimento: triturar o carvão utilizando almofariz e pistilo, até obter um pó bem fino. Colocar a impressão digital a ser revelada na folha de papel ou em qualquer outra superfície lisa (esta técnica é adaptada para a sala de aula, devido ao baixo custo). Borrifar o pó sobre a superfície do papel, agitar o papel para espalhar o pó sobre a digital e após retirar gentilmente o excesso de pó com um pincel. Os alunos podem tirar uma foto da digital e comparar com aquela do documento de identidade. A Figura abaixo nos mostra uma digital colhida através dessa técnica. Um perito criminal faz a comparação da digital colhida com um banco de dados, avaliando pontos em comum, como por exemplo, intersecção, bifurcação, centro, fim de linha, ilha, delta, poro, encerro, entre outros aspectos das duas digitais.

Avaliação

Os alunos serão avaliados quanto à participação durante as atividades experimentais e discussão em sala; resolução dos exercícios propostos; engajamento na elaboração das discussões e aula experimental; coerência entre os conceitos apresentados e aqueles discutidos durante o minicurso.

6. CONCLUSÕES

Existem muitos questionamentos sobre a utilização das técnicas forenses, uma vez que tal metodologia ainda é vista por muitos como um tema desconhecido. Dessa forma, este estudo visa apresentar avanços indispensáveis para uma justiça eficiente.

São variadas técnicas que contribuem para a atuação da Química Forense, como: Luminol, Datiloscopia ou Balística. Existem diversos crimes com base nesse estudo da Química, que se faz muito presente, quando a cena do crime deve ser investigada sem auxílio de testemunhas.

A Química Forense não está apenas vinculada a ocorrências policiais. Embora esta seja a primeira associação que nos vem à mente, é preciso saber que a aplicação dos conhecimentos da Química para subsidiar decisões de natureza judicial ocorre em outras esferas, tais como questões trabalhistas, ambientais, viabilizando, de maneira eficiente, a solução de problemas tanto circunstanciais quanto criminosos, o que favorece a aplicação de penalidades e / ou medidas judiciais cabíveis.

É importante considerar que o objetivo principal do tema do presente trabalho foi realizar uma pesquisa científica, tendo como intuito representar os métodos de desvendar mitos, verdades e investigações, tratando do assunto com objetividade e clareza, para que seja demonstrada a importância da valorização da atividade pericial. Além disso, o objetivo abarcava a proposição de uma sequência didática sobre o tema de interesse. Sendo assim, é possível afirmar que os objetivos do trabalho foram plenamente atendidos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTIN, R. et al. Quimiluminescência orgânica: alguns experimentos de demonstração para a sala de aula. Química Nova, 21(6) (1998).

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. (1980). Psicologia educacional. 2ed., Rio de Janeiro: Interamericana

BELOMO, Valquíria.; Ivo Natal Centini; Jeferson Peixoto de Souza; Jéssica Fernanda da Silva; Julius César Alves dos Santos; Leandro da Silva Guimarães. CASO PC FARIAS: PERÍCIAS E CONTRADIÇÕES DE UM CRIME POLÍTICO. Revista Jurídica Eletrônica, v. 2, p. 1-10, 2011.

BRUNI AlineThais, VELHO, Jesus Antonio, OLIVEIRA Marcelo Firmino de. Org. Fundamentos da Química Forense - Uma análise prática da química que soluciona crimes – 1. Ed. São Paulo, Millenium Ano: 2012

CARVALHO, T. C. Espectrometria de massas por paper spray Ionization: técnica analítica versátil para os desafios da química forense. 2018. 107 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

CASAGRANDE, Márcia; Monteiro, Rosângela. Laudo n. 01/030/28. 176/08 (Natureza do exame: Reprodução Simulada de Homicídio) - Local: Rua Santa Leocádia, 138, Data do exame: 27/04/08, Vítima: Isabella de Oliveira Nardoni, Indiciados: Anna Carolina Trotta P. Jatobá e Alexandre Alves Nardoni, Requisitante: 09º DP, I.P. 301/08. Instituto de Criminalística SSP/SUPTC, São Paulo/SP, 2008.

CASOY, Ilana. CASOS DE FAMÍLIA, ARQUIVOS RICHTHOFEN E ARQUIVOS NARDONI. 1º ed. Editora Darkside Books. 2016.

CHASSOT, Attico. Para que(m) é útil o ensino? - 2ª edição. Canoas: Editora da ULBRA, 2004

CHEMELLO, E. A química do vaga-lume! NAEQ – Fevereiro, 2004. Disponível em: www.uces.br/ccet/defq/naeq/material_didatico/textos_interativos_26.htm

CHEMELLO, E. O equilíbrio ácido-base no sangue. NAEQ – Junho, 2004. Disponível em: www.uces.br/ccet/defq/naeq/material_didatico/textos_interativos_34.htm

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA-IV REGIÃO, CRQ-IV. Química Forense. Publicado em março de 2011 Atualizado em maio de 2020. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/qv_forense>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

E+B Educação. O que é Ciência Forense? Entenda a atuação do cientista forense e o que fazer para atuar na área. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/educacao/carreira/o-que-e-ciencia-forense>. Acesso em: 10 de set de 2021.

FARIAS, R. F. de. Introdução à Química Forense. 3ªed. Campinas: Editora Átomo, 2010.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GONTIJO, Bernardo e BITTENCOURT, Flávia- Arsênio: uma revisão histórica. Anais Brasileiros de Dermatologia [online]. 2005, v. 80, n. 1 [Acesso 21 Novembro 2021], pp. 91-95.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0365-05962005000100014>>. Pub. 25 Nov. 2005. ISSN 1806-4841. <https://doi.org/10.1590/S0365-05962005000100014>.

LIMA, A. S. SANTOS, L. G. P. LIMA, A. A. ARÇARI, D. P. ZANIN, C I C B. Química Forense. Gestão em Foco, 2011. Disponível em:<http://unifia.edu.br/revista_eletronica/revistas/gestao_foco/artigos/ano2011/qui_forense.pdf>. Acesso em Nov/2021.

MATOS, K. F. O. Os Estudos de Química e Mineralogia na Faculdade de Medicina da Bahia no século XIX e as contribuições de Malaquias Álvares dos Santos e Virgílio Clímaco Damázio. Campinas, 2016. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.

MORI, Lorraine. CUNHA, Marcia Borin da- Problematização: Possibilidades para o ensino de Química. <http://qnesc.s bq.org.br/>, 2019. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc42_2/10-EQF-41-19.pdf Acesso em: 13/10/2021.

OLIVEIRA, Marcelo Firmino de et al. Análise do teor de cocaína em amostras apreendidas pela polícia utilizando-se a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência com detector UV-Visível. Eclét. Quím. 2009, v.34, n..3, p.77-83. Disponível em:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010046702009000300008&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 21/08/2021.

POLETTI, Matheus. A CIÊNCIA FORENSE COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS Forensic Science as an active methodology in Science teaching, 2017. Disponível: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID438/v12_n8_a2017.pdf · Arquivo PDF. Acesso em: 29 de set. de 2021.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. Química na abordagem do cotidiano. Volume Único. 1ª Edição. Editora Moderna, 1996.

ROMÃO, Wanderson. et al. Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso. Química Nova vol 34 nº 10. São Paulo. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011001000005&lang=pt. Acesso em: 15/09/2021

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO ESTADO DE SÃO PAULO-SEDUC. Currículo do Estado de São Paulo: Linguagens, códigos e suas tecnologias / Secretaria da Educação; coordenação

geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Alice Vieira. – 2. ed. – São Paulo: SE, 2011. 260 p.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Proposta Curricular para o ensino de Química: 2o grau.2. ed. São Paulo: SEE/CENP, 1990.

SERPONE, Fernando. Caso Suzane Von Richthofen. In: publicação especial para o iG. Online. 2011. Disponível em: <http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/crimes/casosuzanevonrichthofen/n1596994333920.html>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

STEFANI, Valter. Ciência que desvenda crimes. FAPESP, 2006. Disponível em: <http://quimicaforense.com.br/> Acesso em: 15/09/2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. UFPEL, 2021. Química Forense- Universidade Federal de Pelotas Institucional. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/qforense/institucional/>. Acesso em: 14 de Setembro de 2021.

Wikipedia.org **Fortunato Badan Palhares.** Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Fortunato_Badan_Palhares. Acesso em: 11/10/2021 às 22h.

Wikipedia.org **Ricardo Molina de Figueiredo.** Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ricardo_Molina. Acesso em: 11/10/2021 às 23h.