



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA

JORDANA DE SOUSA CAVALCANTI

QUÍMICA FORENSE NA ESCOLA: UMA PROPOSTA DE ENSINO
CONTEXTUALIZADO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO

PAULISTANA – PI

2023

JORDANA DE SOUSA CAVALCANTI

QUÍMICA FORENSE NA ESCOLA: UMA PROPOSTA DE ENSINO
CONTEXTUALIZADO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Paulistana.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Emmely Oliveira da Trindade

Coorientadora: Prof.^a Me. Layanny Samara da Silva Souza.

PAULISTANA – PI

2023

QUÍMICA FORENSE NA ESCOLA: UMA PROPOSTA DE ENSINO CONTEXTUALIZADO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO

Jordana De Sousa Cavalcanti¹
Prof.^a Dr.^a Emmely Oliveira da Trindade²

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de ensino contextualizado nas aulas de química. O objetivo foi desenvolver uma proposta de ensino utilizando a temática “Ciência forense” através de uma metodologia ativa que promova a motivação e dinamize a aprendizagem dos conteúdos de química orgânica do ensino médio. A metodologia escolhida foi qualitativa e quantitativa do tipo pesquisa de campo, a qual foi seguindo os momentos pedagógicos com problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. No primeiro momento foi aplicado o questionário inicial a fim de identificar os conhecimentos prévios. Em seguida, na etapa de organização do conhecimento, foi dada uma aula sobre ciências forense e aula de revisão de química orgânica. Na etapa de aplicação do conhecimento foi aplicado um experimento com vapor de iodo para revelação de impressões digitais e o trabalho de detetive: resolução do caso fictício “Perito por um dia”. Por fim foi aplicado o questionário final para análise e compreensão dos conteúdos abordados. Foi possível notar que o caso fictício “Perito por um dia” e a aula expositiva com prática experimental pode complementar a aprendizagem de forma satisfatória tornando as aulas de química mais interativas, dinâmicas e eficazes para os alunos.

Palavras-chave: ciência forense; química orgânica; ensino contextualizado.

ABSTRACT

The present work presents a proposal for teaching contextualized with in chemistry classes. The objective was to develop a contextualized teaching proposal using the theme "Forensic Science" through an active methodology that promotes motivation and streamlines the learning of the organic chemistry contents of high school. The methodology chosen was qualitative and quantitative of the field research type, which was following the pedagogical moments with initial problematization, organization of knowledge and application of knowledge. At the first moment, the initial questionnaire was applied in order to identify the previous knowledge. Then, in the knowledge organization stage, a class on forensic science and an organic chemistry review class was given. In the knowledge application stage, an experiment with iodine vapor was applied for the development of fingerprints and the detective work: resolution of the fictitious case "Expert for a day". Finally, the final questionnaire was applied to analyze and understand the contents covered. It was possible to note that the fictitious case "Expert for a day" and the expository class with experimental practice can complement learning satisfactorily by making chemistry classes more interactive, dynamic and effective for students.

Keywords: forensic science; organic chemistry; contextualized teaching.

Data de aprovação: 06/12/2023

¹ Licencianda em Química. Instituto Federal do Piauí – Campus Paulistana. E-mail. jordanacavalcantiqumica@gmail.com

² Doutora em Química Orgânica, graduada em Licenciatura em Química e Química Industrial, Professora de Química no Instituto Federal do Piauí – Campus Paulistana. E-mail emmely.trindade@ifpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O ensino da química no nível médio é visto como um desafio. A visão majoritariamente tradicional na didática do ensino dessa ciência dificulta uma aprendizagem significativa dos educandos. Em suma, os alunos recorrem à memorização de fórmulas e conceitos, sem necessariamente reconhecer sua importância na vida cotidiana, essa metodologia reforça o distanciamento dos alunos, caracterizando a ciência apenas como um produto acabado e inquestionável, o que favorece a indesejável concepção de uma ciência morta (Delizoicov et al., 2018).

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (Brasil, 2018).

O uso das ferramentas pedagógicas facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem é indispensável no ensino de química do nível médio. É fundamental instigar os discentes com uma proposta de contextualização do conteúdo proposto, para que assim as ciências como um todo, passem a ser objeto de interesse para os acadêmicos.

Leite et al. (2022) citam que a contextualização pode dar sentido àquilo que se aprende, fazendo a ligação do que está sendo ensinado com a experiência cotidiana e com o mundo real. Considerando o ensino contextualizado como um norteador para a aprendizagem significativa na disciplina de química orgânica, o problema de pesquisa deste trabalho, consiste em responder ao questionamento: como a Ciência Forense pode contribuir e auxiliar no processo de aprendizagem de química orgânica no ensino médio?

A hipótese levantada é de que a abordagem das Ciências Forenses nas aulas de Química Orgânica promova o interesse e a efetiva participação dos discentes, sendo facilitadora da aprendizagem. Em concordância com Souza (2008), que afirma ser a popularização da Ciência Forense a partir de jogos, filmes, livros e séries televisivas, uma forte contribuição para despertar o interesse dos alunos para as Ciências da Natureza. Os métodos investigativos e instrumentos utilizados pelos peritos criminais podem ser relacionados com a química orgânica, ajudando os alunos a compreender como os princípios desse conteúdo são aplicados na resolução de crimes e sua importância para a promoção da Justiça.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), uma metodologia ativa de ensino que se baseia na resolução de situações-problemas como método de aprendizagem, surge como uma

forma de abordar a Ciência Forense nas aulas de química orgânica. Essa ferramenta potencializa o interesse dos educandos na química orgânica, por tirar-lhes da posição passiva, tornando-os protagonistas no processo, de maneira dinâmica e lúdica, podendo incluir a experimentação, para uma aprendizagem mais significativa, aproximando a escola do conhecimento científico de maneira mais efetiva (Oliveira, 2020).

Diante do exposto, este projeto tem o objetivo de trabalhar o ensino de química orgânica articulado com a Ciência Forense através de uma abordagem ABP, para avaliar o potencial didático do ensino contextualizado para a aprendizagem significativa de química.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada seguiu o modelo de momentos pedagógicos, um aprimoramento feito por Delizoicov (1980) através dos estudos de Paulo Freire acerca da educação. Os três momentos pedagógicos estão descritos como: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Bonfin et al., 2018).

- **Problematização inicial:** Momento em que o professor questiona e levanta situações do contexto desses estudantes, mostrando a necessidade de adquirirem novos conhecimentos.
- **Organização do conhecimento:** Momento em que o professor indica aos estudantes um estudo sequencial e sistemático dos conhecimentos científicos, permitindo que eles próprios comparem esses “novos conhecimentos” com o que eles sabiam, reelaborando suas ideias em relação ao tema.
- **Aplicação do conhecimento:** Momento que permite aos estudantes construírem uma nova visão sobre o assunto.

Como instrumentos de avaliação e coleta de dados foram aplicados dois questionários, um questionário inicial para a verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes e um questionário final contendo questões objetivas e subjetivas, além de um problema abordado na forma de caso policial fictício voltado à temática da Ciência Forense para os alunos solucionarem aliando o tema com a química orgânica.

2.1 Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola de Referência em Ensino Médio Professora Irene Maria Ramos Coelho, localizada na rua Professora Irene Maria Ramos Coelho, no Bairro Maria Auxiliadora, na cidade de Afrânio-PE. A Instituição de Ensino funciona na modalidade de ensino integral, disponibiliza turmas de 1º ao 3º ano do Ensino Médio. A escola possui cerca de

301 alunos matriculados, 23 servidores, 10 salas de aula, laboratório de informática, laboratório de ciências, sala de diretoria, sala de professores, cozinha, auditório, refeitório, almoxarifado, despensa, biblioteca e banheiros adequados à alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, além de equipamentos como TV, DVD, copiadora, impressora, aparelho de som e projetor multimídia.

2.2 Sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi aplicada na turma do 3º ano “A” do ensino médio, turno integral, com duração de 5 aulas de 50 minutos no total. A referida turma possui 32 estudantes matriculados, dos quais 24 estudantes concordaram em participar do projeto de pesquisa, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e responderam o questionário inicial e 16 alunos responderam o questionário final.

2.3 Procedimentos da Pesquisa

A modalidade escolhida para o projeto foi a pesquisa de campo, com intuito de obter dados significativos e detalhados acerca do tema. A metodologia aplicada consistiu em três etapas:

ETAPA 1: A etapa de problematização inicial foi dividida em duas aulas. Na primeira aula foi aplicado um questionário inicial para a verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca de conteúdos de química orgânica e verificar o nível de interesse dos alunos pela temática “Ciência Forense”. Na segunda aula foi feita a apresentação do projeto, abordando a temática “Ciência Forense”, explanando alguns fundamentos da criminalística para a química forense, toxicologia de alguns compostos orgânicos, a química forense na identificação humana e identificação de alguns fluidos biológicos, a fim de mostrar a relação intrínseca da Ciência Forense com a química.

ETAPA 2: Na etapa de organização do conhecimento, a fim de abordar de maneira conjunta os conteúdos de química orgânica e os conteúdos de Ciência Forense, foi realizado com apoio de artigos, trabalhos similares e revisão bibliográfica, uma aula expositiva contextualizada, relacionando a química orgânica com a química forense, abordando os conteúdos de funções e reações orgânicas, mostrando como este conhecimento químico é utilizado por peritos em processos investigativos. A aula foi realizada com auxílio da multimídia disponibilizada pela Instituição de Ensino, além disso, foi realizada uma prática simples para melhor compreensão dos estudantes que puderam ver na prática como profissionais da área podem incluir a ciência nas resoluções de crimes.

Ainda nesta etapa, foi realizado o experimento para demonstrar como é feita a revelação

de impressões digitais com vapor de iodo. O experimento consistiu em mostrar uma técnica utilizada na química forense. Para isso, os alunos voluntários deixaram as impressões digitais em um papel branco, a revelação foi efetuada com cristais de iodo, inserindo os cristais dentro de um erlenmeyer e sendo esquentado até que surgisse o vapor. Por fim, o vapor se ligou às partículas de gordura presentes na folha carimbada, revelando a impressão digital na coloração marrom.

ETAPA 3: Na etapa de aplicação do conhecimento, foi realizada uma atividade utilizando a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), nessa atividade os alunos realizaram um “Trabalho de Detetive”, e fizeram a resolução do caso fictício “perito por um dia: o misterioso caso de Victoria Lane” utilizando elementos da química forense descritos na aula expositiva. Por fim, foi aplicado o questionário final para análise de dados qualitativos acerca do projeto de pesquisa, foram feitos questionamentos acerca da referida proposta de intervenção, abordando algumas questões de química orgânica, a fim de verificar se após a sequência didática houve uma melhora na aprendizagem dos alunos (Tabela 1).

Tabela 1- Etapas da pesquisa

Problematização inicial	<i>1ª Aula: Entrega do TCLE e Questionário inicial</i>
	<i>2ª Aula: Aula expositiva sobre aspectos da “Ciência Forense”</i>
Organização do conhecimento	<i>3ª Aula: Aula de química orgânica contextualizada com a temática Ciência Forense.</i>
	<i>4ª Aula: experimento com vapor de iodo para revelação de impressões digitais</i>
Aplicação do conhecimento	<i>5ª Aula: Trabalho de Detetive: Resolução de caso fictício</i>
	<i>6ª Aula: Aplicação do questionário final</i>

Fonte: elaborado pela autora

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise e discussão do questionário inicial

Como instrumento de coleta de dados foram utilizados questionários. O questionário inicial teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, ou seja, realizar uma avaliação diagnóstica acerca da temática abordada em sala de aula “ciência forense”, bem como a sua relação com a química orgânica, conteúdo amplamente estudado no ensino médio.

O questionário continha 10 questões, 8 questões subjetivas para o diagnóstico do conhecimento na área da ciência forense e da realidade vivenciada pelos estudantes na disciplina de química e 2 questões objetivas abordando a identificação de funções orgânicas e classificação do carbono.

Os alunos foram indagados sobre sua preferência na abordagem das aulas de química, através das respostas no questionário inicial, foi possível analisar que os mesmos sentem a necessidade de aulas experimentais acerca dos conteúdos abordados em sala, quando estes relatam que *“na maioria dos assuntos vemos apenas a teoria pela falta de suporte financeiro escolar para uso do laboratório”* (aluno 1), ou, *“gostaria que tivesse mais aulas práticas para facilitar o entendimento”* (aluno 2).

Ao serem questionados se conseguem relacionar a química com o cotidiano, 70,8% responderam sim, às vezes, enquanto 29,2% dos estudantes responderam não, nunca e nenhum aluno afirmou que sempre conseguiam relacionar a química com o dia-a-dia.

Nesse contexto, Saviani (2005) considera que a função pedagógica de orientar, relacionar conteúdos à vivência do aluno e ao cotidiano é da escola e cabe ao professor desenvolver uma prática diversificada, criativa e que contribua para a aprendizagem do aluno durante o seu período de estudos.

Sobre a dificuldade que os discentes sentem em aprender química, 66,6% relataram que sim, em alguns conteúdos, 16,7% relataram que em quase todos os conteúdos havia dificuldade e 16,7% responderam que não sentem dificuldade no aprendizado de química.

Nesse sentido, Moreira (2006) afirma que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem, e que só é possível aprender a partir do que já se conhece.

Os alunos expuseram através das respostas ao questionário a respeito do entendimento do termo “ciências forense”. Conseguiu-se verificar que alguns discentes relacionaram o termo à resolução de crimes quando relataram que *“é uma ciência responsável por solucionar crimes”* (aluno 1), e também, *“um dos principais meios de resolução de crimes utilizados pelos peritos criminais”*. Abaixo, apresenta-se as respostas de alguns estudantes.

Aluno 1: “Empregam mais conhecimentos científicos e técnicas diversas para apurar crimes e outros assuntos legais”.

Aluno 2: “É uma ciência que utiliza métodos científicos para a resolução de crimes”.

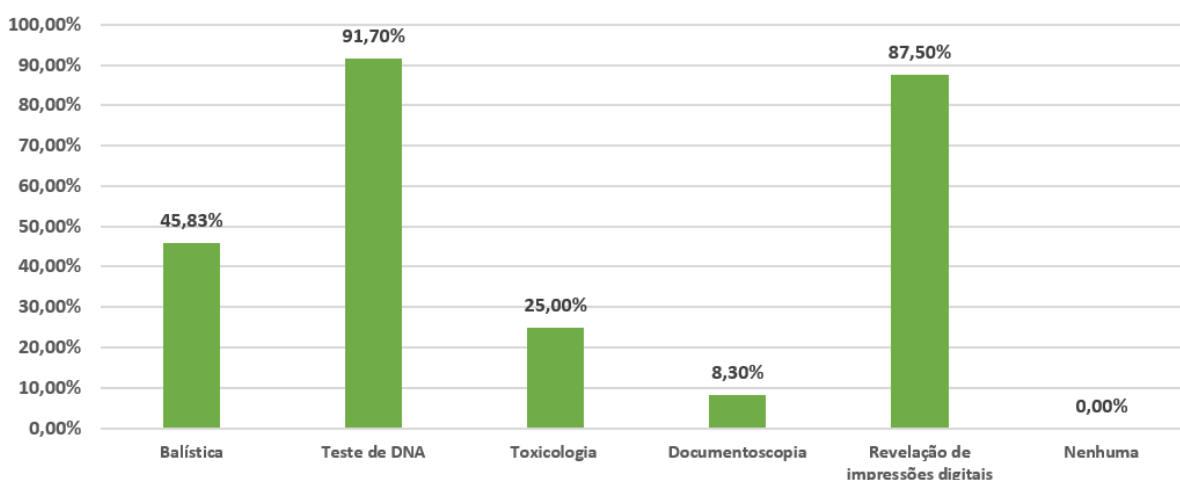
Aluno 3: “Não tenho conhecimento da palavra forense”.

Aluno 4: “Algo referente a perícia criminal”.

A área da investigação criminal vem atraindo um público cada vez maior pela abordagem em séries e filmes, logo, foi questionado se os alunos se interessam por investigações criminais, onde 41,68% dos estudantes responderam que tinham um pouco de interesse, 29,16% relataram que tinham muito interesse na área e 29,16% não se interessavam por investigações criminais.

O gráfico 1 mostra quais das principais técnicas utilizadas pela perícia criminal são mais conhecidas pelos estudantes.

Gráfico 1: técnicas utilizadas pela perícia criminal mais conhecidas pelos alunos



Fonte: elaborado pela autora

Na abordagem da ciência forense no contexto escolar, foi perguntado aos estudantes se a química tem alguma relação com a elucidação de crimes pelos peritos criminais na opinião dos mesmos, todos eles acharam que sim, a química pode se relacionar com a área da perícia.

Zarzuela (1995), aponta que a química é uma ciência que contribui para elucidação de muitos casos jurídicos e a natureza da ciência forense consente ao químico a atuação em diversas esferas da perícia.

Ainda sobre a ciência forense no contexto escolar, foi questionado se poderia ser interessante para ser trabalhado em sala de aula o tema química forense, todos os alunos afirmaram que seria um bom tema para ser contextualizado em ambiente escolar.

Com isso, Sebastiany et al. (2013) reiteram que o trabalho com temáticas relacionadas com a ciência forense e investigação criminal possibilita colocar o estudante em uma situação de pesquisador, sendo uma importante estratégia de ensino.

3.1.2. Análise dos conhecimentos prévios em química orgânica

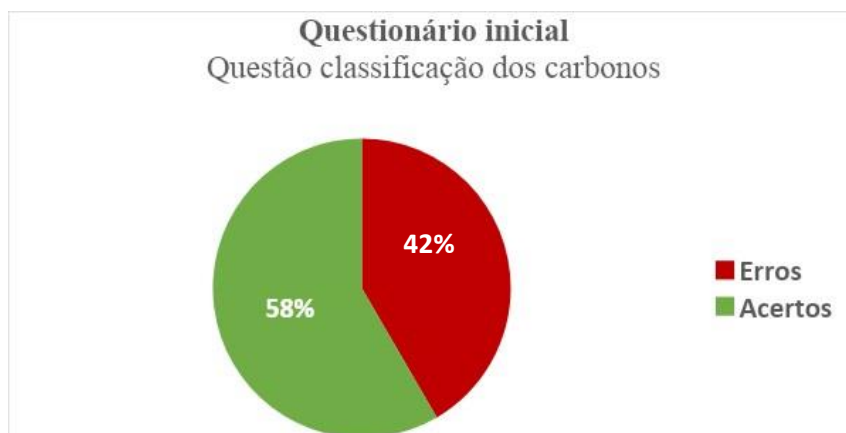
Com o objetivo de realizar uma avaliação diagnóstica do conhecimento prévio dos alunos, não apenas em relação ao tema proposto, mas também em alguns tópicos de química orgânica, foram incluídas no questionário duas perguntas específicas, a questão sobre classificação dos carbonos abordava a identificação das funções presentes na estrutura molecular da cocaína, uma droga de abuso conhecida. As opções apresentadas referem-se às possíveis combinações de funções químicas na molécula da cocaína, e o objetivo consistiu em selecionar a alternativa correta com base nas características estruturais da substância. A outra questionava a identificação de grupos funcionais, essa questão explora a estrutura molecular da metanfetamina, uma droga ilícita com alto potencial de dependência. As opções apresentadas incluem diferentes fórmulas moleculares e contagens de carbonos primários, secundários, terciários e quaternários na estrutura da metanfetamina. O objetivo consistiu em selecionar a alternativa correta baseado nessas características estruturais da substância. Os resultados dessas questões estão representados nos gráficos 2 e 3, respectivamente. É possível observar que 83% dos alunos acertaram a pergunta sobre funções orgânicas, enquanto 58% acertaram a pergunta sobre classificação do carbono.

Gráfico 2: Resultado da questão de funções orgânicas presente no questionário inicial



Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 3: Resultado da questão de classificação do carbono presente no questionário inicial



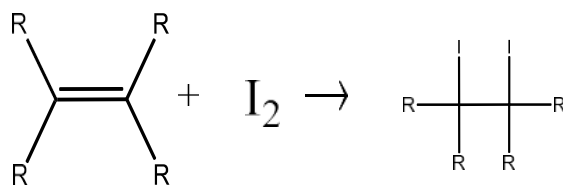
Fonte: elaborado pela autora

Os resultados iniciais indicam que os alunos demonstraram habilidades prévias notáveis e revelaram um nível significativo de competência e proficiência por parte dos alunos, principalmente na área de grupos funcionais.

3.2. Experimento com vapor de iodo para revelação de impressões digitais

Após a exposição teórica sobre a sublimação química na revelação de impressões digitais através de vapor de iodo de acordo com o esquema 1, os estudantes testaram a teoria no laboratório de ciências e voluntariaram-se para observar de perto o processo de revelação de suas próprias impressões digitais em papel filtro. Nas figuras abaixo, as imagens capturam os alunos participando ativamente da aula prática.

Esquema 1: Reação orgânica de halogenação em alceno.



Fonte: Oliveira, 2015

Figura 2: Alunos participando ativamente da aula prática em laboratório



Fonte: elaborado pela autora

3.3 Análise do estudo de caso fictício

Após a prática experimental de revelação de impressões digitais com vapor de iodo, parte demonstrativa da aula teórica expositiva em sala de aula, foi solicitado que os alunos se dividissem em três grupos para que juntos, ajudassem a elucidar um estudo de caso fictício intitulado como “Perito por um dia: O misterioso caso de Victoria Lane”.

A primeira etapa para a elucidação do caso consistiu na leitura do caso, bem como a manchete do jornal, o laudo pericial e os depoimentos dos suspeitos. Os estudantes leram o caso em conjunto e interpretaram as seções nos quais haviam os vestígios e laudos acerca do crime.

Na montagem da proposta de elucidação do caso, o grupo 1 sugeriu que “*Com base nos testes toxicológicos, teste de DNA e impressões digitais, sugere-se que os políticos subornaram a empregada para que a mesma adulterasse as cápsulas*”, enquanto o grupo 2 montou a elucidação comentando que “*Na proposta obtivemos 2 suspeitos: o político 2 e a empregada. O político 2 tem como motivação proteger a eleição do seu irmão mais novo. Nisso, lembrando que a empregada tem total acesso na casa, inclusive aos medicamentos de Victoria, já que como foi mencionado pela empregada, quando tinha visitas, ela tinha liberdade pela casa.*”

Podendo assim o político 2 ter pago para a empregada manipular os medicamentos”. Já o grupo 3 sugere que “O culpado é o político 2 devido aos cabelos grisalhos encontrados e temerem a possível campanha do irmão”.

Apesar da diferença na dinâmica dos fatos, pode-se perceber que os estudantes interpretaram os mesmos personagens como culpados. O debate auxiliou em interpretações semelhantes e novas hipóteses.

De acordo com Kasseboehmer & Ferreira (2013), os processos de argumentação, de exposição de ideias, de sua defesa ou de seu abandono diante de uma contradição são de grande valia para o espírito científico que funcionam como balizadores de aprendizagem, pois só se conhecem conceitos quando se consegue discuti-los.

Os grupos foram questionados a respeito da química presente na cena de crime, todos perceberam que na investigação dos fatos houveram técnicas que utilizam a química como impressões digitais pela casa, teste de DNA no fio de cabelo e os testes toxicológicos na vítima.

Sobre quais conteúdos já vistos podem estar associados a cena do crime, o grupo 1 e 2 responderam que a química orgânica está bastante relacionada pelas substâncias e testes realizados, enquanto o grupo 3 respondeu genética pelo uso do teste de DNA.

Foi possível considerar que os alunos conseguiram identificar os conteúdos vivenciados ao longo do ano no estudo de caso de uma forma generalizada.

Silva (2020) reitera que ao conseguir conectar o conteúdo com o que já foi vivenciado, facilita a compreensão de conhecimentos novos, ao mesmo tempo que consolida os já adquiridos pelos discentes.

Sobre a importância do químico para o esclarecimento do crime, o grupo 1 relatou que *“Sem sua investigação seria impossível solucionar o caso”*, o grupo 2 enfatizou que *“Foi importante, pois a partir do conhecimento dele foi possível chegar a solução do crime”* e o grupo 3 relatou que *“Através dos químicos são realizadas coletas de evidências, observar se houve alterações e colher impressões digitais”*.

Os estudantes, nesse caso, se voltaram para o químico forense, pouco relataram elementos fora da cena do crime, apenas discutiram sobre as técnicas e não houve destaque nas habilidades e conhecimentos do químico.

Quando perguntados acerca dos elementos importantes para a elucidação do caso, os alunos voltaram a mencionar das técnicas utilizadas na perícia criminal como depoimentos, análises toxicológicas, laudo pericial e impressões digitais.

Ao questionar se o caso investigativo facilitou a compreensão de algum conceito químico, todos responderam que sim, houve a compreensão sobre ciência forense e a

consolidação do conhecimento de química orgânica, destacando a aula experimental de impressões digitais através do vapor de iodo.

Sobre a avaliação dos alunos acerca do uso de casos investigativos para auxiliar na aprendizagem de química, o grupo 1 respondeu que “É um conceito bastante plausível, pois abrange vários conhecimentos”, o grupo 2 elencou que “Melhora a compreensão dos reagentes químicos e as funções, além de mostrar um tema novo”, enquanto o grupo 3 avaliou como “Muito bom, pois facilita a aprendizagem”.

Com isso, Paiva & Viesba (2022) apontam que a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) busca tornar o aluno protagonista do ensino e aprendizagem, construindo o conhecimento científico e proporcionando uma aprendizagem significativa estimulando o diálogo e senso investigativo.

Lopes et al (2019) reiteram que o processo de aprendizagem ABP confere a liberdade necessária ao aprendiz para que ele busque, construa e descubra conhecimentos para resolver uma situação-problema e propicia melhores condições para a aprendizagem significativa do que o ensino baseado na memorização de conteúdos fora de contexto.

3.4 Análise e discussão do questionário final

Finalizando os momentos pedagógicos, foi aplicado o questionário final, a fim de avaliar o projeto desenvolvido e realizar um comparativo com os resultados obtidos.

O questionário final foi composto por 3 questões discursivas e 5 questões objetivas, e foi respondido por 16 alunos. As questões abordaram o tema “química forense” e questões específicas de química orgânica.

Conforme indicado no questionário final, a maioria dos discentes demonstraram satisfação com a abordagem do tema “química forense” nas aulas de química, classificando-a como ótimo (62,5%), bom (31,25%) e regular (6,25%). Além disso, todos os discentes relataram que houve um aumento do conhecimento sobre o tema exposto.

Ao serem questionados se conseguiram compreender os conceitos químicos presentes na aula expositiva de química forense, 68,65% dos alunos afirmaram que sim, enquanto 31,25% afirmaram que conseguiram compreender um pouco dos conceitos químicos na aula ministrada.

Nesse sentido, é possível avaliar que a aula expositiva abordando a química orgânica de forma contextualizada através da química forense foi positiva na percepção dos alunos.

Na visão de Lobato (2008), sabe-se que o discente só estará motivado para os estudos quando o assunto trabalhado em aula despertar o seu interesse. Dessa forma, ele verá na sua aprendizagem a satisfação de sua necessidade de conhecimento.

Os estudantes citaram exemplos onde a química pode ser aplicada nas elucidações de crimes realizada pelos peritos. O aluno 1 cita que *“A química pode ser usada na detecção de alteração de medicamentos, impressões digitais, exames de DNA, detecção de drogas ilícitas, dentre outras”*. O aluno 2 menciona *“A descoberta de impressões digitais e vestígios de sangue no local do crime”*, enquanto o aluno 3 relata o *“Envenenamento e toxicologia”*.

Ao serem questionados se o experimento *“Revelação de impressões digitais com vapor de iodo”* os ajudou a relacionar a química com o trabalho dos peritos criminais, todos os alunos afirmaram relatando que *“Sim, pois mostrou como funciona na prática as reações químicas”* (aluno 1), e que *“Através do experimento, pude ver como funciona e o que um perito pode utilizar para descobrir ou reconhecer impressões digitais”* (Aluno 2). Abaixo contém a resposta de alguns alunos.

Aluno 1: *“Sim, porque a partir do experimento com vapor do iodo pode-se observar que independentemente de serem vistas a olho nu, nossas impressões digitais estão lá. Isso é perceptível através da reação química”*.

Aluno 2: *“Sim. O experimento no laboratório mostrou como a química contribui na resolução de crimes e como os peritos criminais trabalham”*.

Aluno 3: *“Sim. Já que exibiu como realmente acontece na prática”*.

Aluno 4: *“Sim. Pois no processo investigativo, muitas reações químicas são utilizadas”*.

Foi perguntado aos discentes se a investigação do caso fictício *“Perito por um dia”* os ajudou a compreender técnicas científicas utilizadas pelos peritos na investigação de crimes, todos eles afirmaram relatando que *“A partir do caso fictício observa-se como os peritos atuam na detecção de evidências para solucionar os casos e chegar numa conclusão”*. O aluno 2 respondeu que *“a investigação do caso fictício mostrou como os peritos criminais trabalham, utilizando técnicas científicas para resolver casos criminais”*. Abaixo é possível observar os apontamentos dos alunos acerca da metodologia aplicada em sala, reforçando as vantagens da utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no processo de ensino-aprendizagem.

Aluno 1: *“Sim. Para entender como realmente são realizados os processos investigativos”*.

Aluno 2: *“Sim, pois ajudou a entender melhor o assunto”*.

Aluno 3: *“Sim, pois o caso/atividade me permitiu analisar, verificar e pensar sobre os desfechos do crime. Analisar os vestígios encontrados pelos peritos e etc”*.

Aluno 4: *“Sim. É um conhecimento interessante que pode ser utilizado”*.

As respostas do questionário final e as observações em sala de aula indicaram que a aula

expositiva contextualizada com prática experimental e o uso da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) pode contribuir de forma satisfatória e efetivamente enriquecer a aprendizagem dos conteúdos proporcionando aulas mais dinâmicas, interativas e motivadoras para os estudantes.

3.2.2. Análise dos conhecimentos de química orgânica

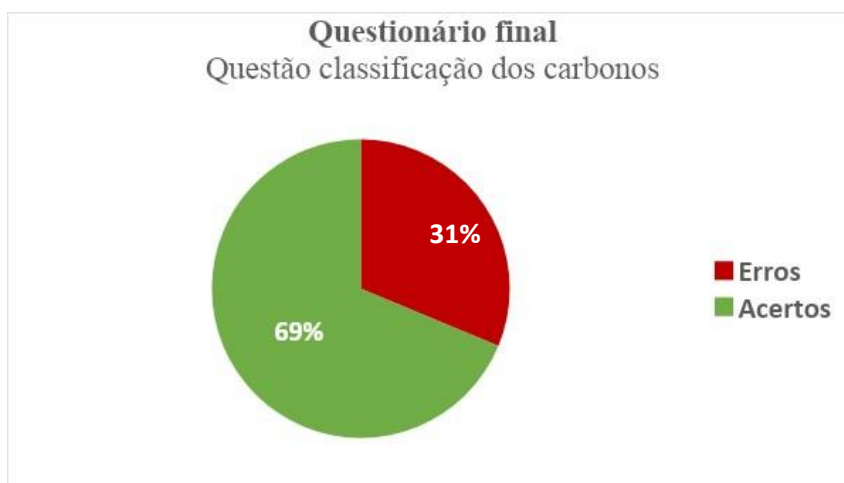
No questionário final foram incluídas duas questões de química orgânica, uma das questões abordava os grupos funcionais das substâncias orgânicas esta questão tratava da identificação das funções orgânicas presentes na estrutura do tetrahidrocannabinol (THC), o principal componente psicoativo da maconha. As opções apresentadas consistiram em diferentes combinações de funções orgânicas que podem estar presentes na molécula do THC. O objetivo foi selecionar a alternativa correta com base nessas características estruturais da substância. Enquanto a outra tratava da classificação do carbono e fórmula molecular de maneira contextualizada com o tema “química forense” esta questão explorou a estrutura molecular do ácido gama-hidroxibutírico (GHB), uma droga de abuso conhecida como "boa noite, Cinderela". As opções apresentadas incluíam diferentes fórmulas moleculares e contagens de carbonos primários, secundários, terciários e quaternários na estrutura do GHB. O objetivo foi selecionar a alternativa correta respaldado nessas características estruturais da substância. O gráfico 4 apresenta o resultado da questão sobre grupos funcionais com 100% dos alunos acertando a resposta. Já o gráfico 5 mostra o resultado da questão sobre classificação do carbono, indicando que 69% dos alunos responderam corretamente.

Gráfico 4: Resultado da questão de funções orgânicas presente no questionário final



Fonte: elaborado pela autora

Gráfico 5: Resultado da questão de classificação do carbono presente no questionário final



Fonte: elaborado pela autora

Com base nos dados coletados, é possível inferir que a metodologia adotada foi relevante no complemento do entendimento dos alunos em relação aos conteúdos abordados, já que os mesmos demonstraram competência prévia conforme evidenciado no questionário inicial, isso indica que a base de conhecimento e habilidades existentes contribuiu para resultados sólidos e positivos ao longo do estudo. Além disso, os resultados obtidos também podem servir como base para futuras melhorias e ajustes na metodologia, visando aprimorar ainda mais o processo de ensino-aprendizagem.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicam que a abordagem metodológica combinada com a temática “ciência forense” juntamente com a prática experimental contribuiu satisfatoriamente tanto para a aprendizagem quanto para o interesse dos alunos.

A adoção de uma estratégia mais abrangente e pluralista integrando a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) à ciência forense, despertou curiosidade e senso investigativo, promovendo uma aprendizagem ativa e autônoma, estímulo à criatividade e colaboração entre os alunos.

A partir da análise dos dados obtidos e das observações feitas em sala, foi possível notar que a metodologia empregada incrementou o interesse e o engajamento ao participarem das atividades propostas nas aulas de química.

Uma abordagem interessante para contribuir com pesquisas na área de química forense para promover o ensino contextualizado no ensino médio são atividades práticas que envolvam

os alunos a conhecer de perto os princípios e técnicas utilizados na área da perícia criminal como estudos de casos reais, visitas técnicas a laboratórios forenses e projetos de pesquisa na área a fim de fomentar a produção do conhecimento e sua sistematização sobre o tema abordado.

Desta forma, conclui-se que essa estratégia de ensino alcançou uma aprendizagem significativa de conceitos e complementou nos conhecimentos já adquiridos sendo possível constatar através dos resultados apresentados, bem como nos depoimentos dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. **EdllCGtiollal psychology: a cogllitive view**. Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BELTRAN N. O. e CISCATO, C. A. M. **Química**. Coleção Magistério de Segundo Grau. São Paulo: Cortez, 1991.
- BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F.; NASCIMENTO, W. J. **A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no estudo de velocidade escalar média**. Experiências em Ensino de Ciências, 2018.
- BRASIL. Ministério da educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2018.
- FARIAS, R. F. **Introdução a química Forense**. 2 ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2008.
- FERREIRA, A. G. Química forense e técnicas utilizadas em resolução de crimes. **Revista Acta de Ciências e Saúde**, 2016.
- FESTAS, M. I. F. **A aprendizagem contextualizada: análise dos seus fundamentos e práticas pedagógicas**. Educação e Pesquisa. São Paulo: Educ. pesquis., 2015.
- FRANCO, D. F. P., COSTA, R. G. M., VITÓRIO, F. A química das drogas: uma abordagem didática para o ensino de funções orgânicas. Rio de Janeiro: **Revista Educação Pública**, 2018. Disponível em <https://educacaopublica.cecierj.edu.br>. Acesso em 08 junho de 2023.
- GALINDO, C. T. **Química Forense: a aplicação da química no contexto daperícia criminal**. 2010.
- KASSEBOEHMER, A. C. & FERREIRA, L. H. Elaboração de Hipóteses em Atividades Investigativas em Aulas Teóricas de Química por Estudantes de Ensino Médio. **Química nova na escola**. 2013.
- LEITE, M. D. S. et al. **A contextualização do Ensino como fio condutor do processo de aprendizagem**: Pesquisa em temas de Ciências da Educação. 1 ed. Belém do Pará: RFB Editora, 2022.
- LOBATO, A. C. Contextualização: um conceito em debate. Belo Horizonte: **Revista Educação Pública**, 2008.
- LOPES, R. M., FILHO, M. V. S., ALVES, N. G. **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.
- MARTINI, B. S. M., OLIVEIRA, M. F. **Química forense experimental**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.
- MEC. Secretaria de Educação Média e tecnologia (Semtec). **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- MOREIRA, M. A. **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: da visão clássica à visão crítica**

Meaningful learning: from the classical to the critical view). Espanha, 2006.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Revista cultural La Laguna Espanha**, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 06 junho de 2023.

OGA, S., CAMARGO, M. M. A., BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de Toxicologia**. 4.ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

OLIVEIRA, D. F. **Química Forense**: uma abordagem teórica, lúdica e experimental para o ensino de química. Cuiabá- MT: Universidade Federal de Mato Grosso, 2020.

PAIVA, R. M., VIESBA, L. M. **Metodologias Ativas: aprendizagem baseada em problemas**. Diadema: V&V Editora, 2022.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, 2002. Disponível em: <https://goo.gl/geA25C>. Acesso em: 06 junho de 2023.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**, 9. Ed - Campinas, SP: Autores Associados, 2005.

SEBASTIANY, A. P. A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na 105 compreensão de conceitos científicos. **Didáctica de la Química**, México, 2013.

SILVA, K. K.; FILHO, T. F. F.; ALVES, L. A. **Ensino de Química: O Que Pensam os Estudantes da Escola Pública?** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2020.

SOUZA, C.M. **Ciências forense em sala de aula**. 2008. Disponível em: <http://www.webartigos.com>. Acesso em 20 de Maio de 2023.

ZARZUELA, J. L. **Química legal**. In: TOCHETTO. Tratado de perícias criminalísticas. Porto Alegre: Ed. Sagra-DC Luzzatto, 1995.

Apêndice A – Questionário inicial



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA
Pesquisadora: Jordana de Sousa Cavalcanti

Questionário Inicial

1. Gênero

() M () F

2. Faixa Etária

() 13-15 () 16-20 () 21-25 () Mais

1- Você consegue relacionar a química com o seu cotidiano?

() Sim, sempre. () Sim, as vezes. () Não, nunca.

2- Como você gostaria que as aulas de química fossem abordadas?

3- Você sente dificuldade em aprender química?

() Sim, em quase todos os conteúdos. () Sim, em alguns conteúdos () Não.

4- Na sua opinião, a que se refere o termo ciências forense?

5- Se interessa por investigações criminais?

() Sim, muito. () Sim, um pouco. () Não. () Não tenho opinião.

6- Quais destas técnicas utilizadas pela perícia criminal são mais conhecidas por você:

() Balística () Toxicologia () Revelação de impressões digitais
() Teste de DNA () Documentoscopia () Não conheço nenhuma técnica.

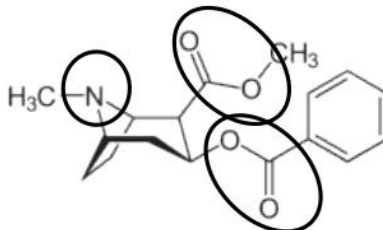
7- Você acha que a Química tem alguma relação com a elucidação de crimes pelos peritos criminais?

() Sim () Não

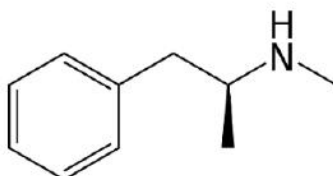
8- Você acha que o tema “Química Forense” poderia ser interessante para ser trabalhado em sala de aula?

() Sim () Não

- 9- Drogas de abuso são substâncias químicas que desencadeiam efeitos diversos, principalmente psicoativos, sendo capazes de causar dependência física e/ou psicológica quando administradas no ser humano como por exemplo a Cocaína e o Extasy cuja estrutura molecular é mostrada abaixo. Sobre a estrutura da cocaína é correto afirmar:



- a) Possui as funções amina e ácido carboxílico;
 b) Possui as funções amina e éster;
 c) Possui as funções amida e éster;
 d) Possui as funções éster e ácido carboxílico.
10. A metanfetanina é uma substância potente com um forte potencial de viciar o usuário. É uma droga ilícita, seu consumo pode resultar em alterações de personalidade, psicose, ansiedade e distúrbios cognitivos. A estrutura da metanfetanina é mostrada abaixo, de acordo com a estrutura assinale a alternativa que contém a fórmula molecular, o número de carbonos primários, secundários, terciários e quaternários presentes na estrutura.



- a) $C_{10}H_{14}N$, 2 Carbonos Primários, 6 Carbonos secundários, 1 Carbono Terciário e 1 Carbono Quarternário.
 b) $C_{11}H_{15}N$, 3 Carbonos Primários, 5 Carbonos secundários, 2 Carbonos Terciários e 1 Carbono Quarternário.
 c) $C_{10}H_{15}N$, 2 Carbonos Primários, 6 Carbonos secundários, 2 Carbonos Terciários e nenhum Carbono Quarternário.
 d) $C_9H_{14}N$, 1 Carbono Primário, 4 Carbonos secundários, 2 Carbonos Terciários e 2 Carbonos Quarternários.

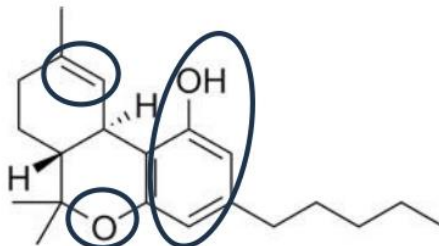
Apendice B – Questionário final

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA
Pesquisadora: Jordana de Sousa Cavalcanti**

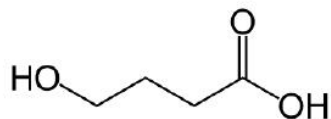
Questionário Final

- 1. Gênero**
☐ M ☐ F
- 2. Faixa Etária**
☐ 13-15 ☐ 16-20 ☐ 21-25 ☐ Mais
- 3. Qual seu grau de satisfação com a abordagem do tema ‘Química Forense’ nas aulas de Química?**
☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim ☐ Péssimo
- 4. Diante do que foi apresentado durante as aulas, você considera que houve um aumento do seu conhecimento sobre o tema ‘Ciência Forense’?**
☐ Sim ☐ Não
- 5. Você conseguiu compreender os conceitos químicos presentes na aula expositiva de química forense?**
☐ Sim. ☐ Sim, um pouco. ☐ Não.
- 6. Cite exemplos onde a Química pode ser aplicada nas elucidações de crimes realizada pelos peritos.**
- 7. O experimento “revelação de impressões digitais com vapor de Iodo” lhe ajudou a relacionar a química com o trabalho dos peritos criminais? Comente.**
- 8. A investigação do caso fictício “perito por um dia” lhe ajudou a compreender as técnicas científicas utilizadas pelos peritos na investigação de crimes? Comente.**

9. A maconha (*Cannabis sativa*) é a droga ilícita mais usada em todo o mundo. O principal componente com atividade psicoativa na maconha é o tetrahidrocannabinol (THC) cuja estrutura é mostrada abaixo. Assinale a alternativa correspondente as funções orgânicas presentes na estrutura do THC.



- a) Ácido carboxílico, éter e Álcool.
 b) Alceno, Éter e Fenol.
 c) Amina, Éter e Alceno.
 d) Alceno, Ácido carboxílico e Fenol.
10. O ácido gama-hidroxibutírico (GHB) cuja estrutura é mostrada abaixo é uma droga de abuso conhecida popularmente como “boa noite, Cinderela”. Os efeitos dessa droga podem ir de desinibição e euforia, passando por amnésia e perda da consciência até o coma. De acordo com a estrutura do GHB, assinale a alternativa que contém a fórmula molecular, o número de carbonos primários, secundários, terciários e quaternários presentes na estrutura.



- a) $C_4H_8O_3$, 2 Carbonos Primários, 2 Carbonos secundários, nenhum Carbono Terciário e Carbono Quarternário.
 b) $C_4H_9O_3$, 1 Carbono Primário, 3 Carbonos secundários, 1 Carbono Terciário e nenhum Carbono Quarternário.
 c) $C_5H_8O_3$, nenhum Carbono Primário, 4 Carbonos secundários, 1 Carbono Terciário e nenhum Carbono Quarternário.
 d) $C_4H_6O_3$, 2 Carbonos Primários, 1 Carbono secundário, 1 Carbono Terciário e nenhum Carbono Quarternário.

Apendice – Estudo de caso fictício

Estudo de caso fictício:

O MISTERIOSO CASO DE VICTORIA LANE

Venha ser perito por um dia!



Química Forense
ABP

Elaborado por: Jordana Cavalcanti: IFPI- Campus Paulistana
Paulistana- PI
2023

Especial Edition

BREAKING NEWS

Estrela de Hollywood morre aos 36 anos



No calor do verão de 1962, Hollywood estava em alarde com os rumores de uma morte misteriosa que chocaria o mundo do entretenimento. Victoria Lane, uma famosa atriz e símbolo de beleza e graça. Victoria era conhecida por seu talento e beleza, mas também por seus segredos profundos e relacionamentos complicados.

No dia 05 de Agosto, a manchete do jornal anunciava a descoberta do corpo de Victoria Lane em sua luxuosa mansão nas colinas de Bervely Hills. Ela estava morta, aparentemente devido a uma overdose de barbitúricos.

A polícia inicialmente acreditou que era um caso claro de morte acidental, mas algumas inconsistências começaram a surgir.

A primeira pista intrigante foi encontrada em seu diário, onde Victória escrevera sobre ameaças misteriosas que havia recebido nas semanas anteriores à sua morte. Ela mencionou um "homem sombrio" que a seguia e fazia telefonemas ameaçadores. Isso levantou a suspeita de homicídio.

Os investigadores também descobriram que Victoria tinha contatos com figuras poderosas e influentes em Hollywood, incluindo empresários do entretenimento, políticos e até mafiosos locais. A especulação sobre possíveis inimigos aumentou.

A medida que a investigação avançava, a perícia se aproximava da verdade descobrindo que Victoria estava prestes a revelar segredos devastadores sobre pessoas influentes em Hollywood. Seria essa a razão por trás de sua morte?



Segunda feira, 06 de Agosto de 1962

Laud* Pericial 🔍

Investigação

Coleta de evidências

A equipe de investigação forense é chamada à casa de Victoria Lane para coletar evidências. amostra de sangue, urina, cabelo e tecidos, inclusive fios de cabelos grisalhos não pertencentes à vítima são coletados para análise química posterior.

Exames de cápsulas

As cápsulas encontradas no local são examinadas para determinar se foram adulteradas ou contém outras substâncias além dos barbitúricos prescritos. A análise química revela a presença de uma substância desconhecida.

Análises de chamadas telefônicas

Os registros telefônicos são examinados para identificar chamadas suspeitas de pessoas relacionadas a Victoria na noite da sua morte. Uma chamada é recebida às 16:00 do diretor de cinema (o mesmo afirma que estava apenas preocupado com o atraso da atriz para gravações) e as 18:00 foi feita uma ligação para o político 1, 2 horas antes da sua morte (o mesmo afirma que ela ligou apenas para lhe desejar um "feliz aniversário atrasado").

Análise de impressões digitais

As impressões digitais são coletadas nas cápsulas e comparada com as de pessoas próximas à Victoria, incluindo seu círculo íntimo e funcionários. Impressões digitais da sua empregada foram reveladas (a mesma afirma que já administrou as cápsulas para a sua patroa, porém no dia em questão, Victoria havia dispensado os seus serviços).

Análises toxicológicas

As amostras coletadas são enviadas para um laboratório de química forense. Os peritos analisaram as substâncias coletadas e descobrem o DNA presente no fio de cabelo encontrado na residência de victoria, trata-se do político 2 (o mesmo afirma que teria ido até a residência da vítima alguns dias antes para lhe convidar para ser acompanhante em um jantar formal).

Reconstituição dos eventos

Com base nas evidências coletadas, os investigadores tentam reconstituir os eventos que levaram à morte de Victoria. Eles consideram a possibilidade de alguém ter administrado os barbitúricos de forma não acidental.

Suspeitos



Político 1: Afirma que somente tinha a vítima como amiga e que já estaria num namoro e Victoria sabia. Afirma também que não mancharia a sua imagem prestes a sua campanha eleitoral. Descarta também a possibilidade do seu irmão estar interessado na vítima.



Político 2: irmão mais velho do político 1. Apesar de ser amigo íntimo da vítima, não aprovava a proximidade da mesma com o seu irmão e temia que a mesma pudesse atrapalhar a campanha do irmão com um possível romance secreto.



Empregada doméstica: a mesma trabalha há 5 anos para a vítima, afirma que Victoria tinha plena confiança em seu trabalho e por isso já administrou as cápsulas. Diz também não conhecer pessoalmente os outros envolvidos no caso, pois a sua patroa não gostava de interrupções quando recebia visitas.



Diretor de cinema: renomado e com fama de exigente, estava pressionando a vítima frequentemente com interesses íntimos. Victoria seria a estrela do seu filme e o seu cachê seria o mais alto entre os atores. Afirma que não mantinham o melhor relacionamento, porém sempre se respeitaram.

A perícia criminal investigou o caso, realizou a perícia inicial externa e listou os primeiros vestígios, mas ela precisa de toda ajuda possível, imagine agora que você e seus colegas são membros da equipe forense, considerem os vestígios já coletados, façam suas análises, criem um desfecho para elucidar o caso utilizando as técnicas de química forense e respondam as questões presentes no final deste folhetim.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA
Pesquisadora: Jordana de Sousa Cavalcanti**

Questionário

“Caso fictício: O misterioso caso de Victoria Lane”

1. Monte sua proposta de elucidação do caso.
2. Onde a Química está presente nessa cena? Em que momentos?
3. Quais conteúdos já vistos por você podem estar associados a cena do crime? Por quê?
4. Qual a importância do Químico para esclarecimento desse crime? Por quê?
5. Quais elementos foram importantes para elucidação do caso?
6. O caso investigativo facilitou a compreensão de algum conceito químico?
7. Como você avalia o uso de casos investigativos para auxiliar na aprendizagem de química?