



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

CAMPUS SOUSA

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO

DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

LAURA IANCA GOMES DE OLIVEIRA

**QUÍMICA FORENSE NA SALA DE AULA: EXPLORANDO A INVESTIGAÇÃO
CRIMINAL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA**

SOUSA/PB

2024

LAURA IANCA GOMES DE OLIVEIRA

**QUÍMICA FORENSE NA SALA DE AULA: EXPLORANDO A INVESTIGAÇÃO
CRIMINAL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à Coordenação do Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal da Paraíba – Campus Sousa, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

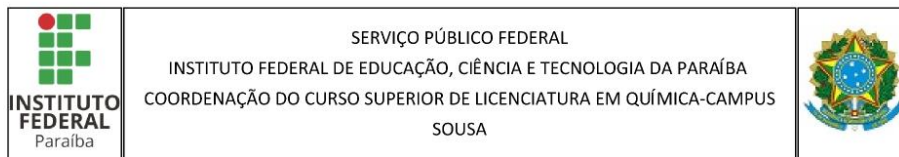
Orientador: Prof. Dr. Higo de Lima Bezerra Cavalcanti

SOUSA/PB

2024

Dados internacionais de catalogação na publicação

O48q	<p>Oliveira, Laura lanca Gomes de. Química forense na sala de aula: explorando a investigação criminal como ferramenta didática / Laura lanca Gomes de Oliveira, 2024.</p> <p>45 p.: il.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Higo de Lima Bezerra Cavalcanti. TCC (Licenciatura em Química) - IFPB, 2024.</p> <p>1. Química forense. 2. Ensino de química. 3. Proposta de ensino. I. Título. II. Cavalcanti, Higo de Lima Bezerra Cavalcanti.</p>
IFPB Sousa / BS	CDU 54:37



ATA 48/2024 - CCSLQ/DES/DDE/DG/SS/REITORIA/IFPB

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Química Forense na Sala de Aula: Explorando a Investigação Criminal Como Ferramenta Didática

Autor(a): Laura Ianca Gomes de Oliveira.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado(a) em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 29/08/2024.

Dr. Higo de Lima Bezerra Cavalcanti

IFPB – Campus Sousa/ Professor(a) Orientador(a)

Dra. Emmanuela Ferreira de Lima

IFPB – Campus Sousa / Examinadora 1

M.Sc. Valmiza da Costa Rodrigues Durand

IFPB – Campus Sousa / Examinadora 2

Documento assinado eletronicamente por:

- Valmiza da Costa Rodrigues Durand, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/08/2024 19:14:17.
- Emmanuela Ferreira de Lima, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/09/2024 16:32:07.
- Higo de Lima Bezerra Cavalcanti, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/08/2024 16:36:00.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 29/08/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código: 598496
Verificador: 099012a165
Código de Autenticação:



AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus pais, que sempre me apoiaram incondicionalmente ao longo desta jornada acadêmica. Vocês são meus maiores exemplos e inspirações, e este trabalho é tanto meu quanto de vocês.

À minha avó Raimunda, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo todo o suporte possível durante minha trajetória acadêmica. Sua presença em minha vida é um verdadeiro presente, e sou eternamente grata por tudo o que fez por mim.

À minha irmã, que considero uma grande inspiração. Sua determinação e inteligência são qualidades que admiro profundamente. Obrigado por ser um exemplo a ser seguido e por sempre estar ao meu lado.

Aos meus colegas de turma, que compartilharam comigo cada passo desta jornada juntos, enfrentamos desafios, celebramos conquistas e aprendemos uns com os outros. A amizade e o companheirismo de vocês tornaram esta experiência inesquecível. Agradeço a cada um de vocês por estarem ao meu lado, oferecendo apoio e incentivo.

Minha gratidão também ao técnico de laboratório Samuel, cuja assistência e conhecimento foram fundamentais para a realização dos experimentos e análises deste trabalho e de tantas outras práticas experimentais. Sua dedicação foram fundamentais na jornada de todos nós.

À professora Gicélia, que mesmo não estando mais na instituição, continua a ser uma fonte de carinho e inspiração para mim. Sua paixão pelo ensino e seu apoio constante deixaram uma marca na minha trajetória acadêmica.

Ao meu orientador Higo Cavalcanti, minha eterna gratidão. Suas orientações, paciência e dedicação foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua confiança em meu potencial e suas valiosas contribuições foram fundamentais para a conclusão deste TCC.

Por fim, agradeço a todos os professores que contribuíram para a minha formação acadêmica. Suas orientações, paciência e dedicação foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também à instituição de ensino por proporcionar um ambiente de aprendizado e crescimento.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero muito obrigada. Este TCC é o resultado de um esforço coletivo e de muitas mãos que me ajudaram ao longo do caminho.

*"Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria
produção ou a sua construção."*

Paulo Freire

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso apresenta uma proposta inovadora para o ensino de química no ambiente escolar, utilizando a química forense como uma ferramenta didática eficaz para tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente. A química forense, ciência responsável pela análise de evidências químicas em investigações criminais, desperta o interesse dos alunos ao conectar a teoria com a prática em um contexto intrigante e realista. Essa abordagem possibilita uma maior compreensão dos conteúdos, além de desenvolver o pensamento crítico e investigativo. A metodologia utilizada é dividida em duas fases principais. Na parte teórica, os estudantes são introduzidos ao contexto histórico da química forense, sua importância no campo da investigação criminal e os principais tipos de evidências químicas comumente encontradas em cenas de crime, como resíduos de sangue e substâncias ilícitas. Eles também aprendem sobre as técnicas científicas frequentemente empregadas nas investigações, como a cromatografia, a detecção de impressões digitais e a análise de fluidos biológicos. Na parte prática, os alunos são convidados a realizar experimentos interativos que simulam aplicações reais da química forense. Entre os experimentos, destacam-se o teste de Kastle-Meyer para detecção de sangue, a revelação de impressões digitais com vapor de iodo e a utilização da cromatografia líquida para separação de componentes químicos. Essas atividades permitem que os estudantes apliquem os conceitos aprendidos de forma concreta, desenvolvendo habilidades fundamentais, como a observação detalhada, a análise crítica e a interpretação de dados. Os resultados esperados incluem um maior engajamento dos alunos, o aprimoramento das suas habilidades científicas e o estímulo ao interesse pelos conteúdos de química. A integração entre teoria e prática, através de experimentos lúdicos e desafiadores, proporciona uma experiência educacional rica, potencializando o processo de ensino-aprendizagem e tornando-o mais significativo para o público-alvo.

Palavras-chave: Química Forense. Ensino de Química. Proposta de Ensino. Ciência Forense. Teste de Kastle-Meyer.

ABSTRACT

This thesis presents an innovative approach to teaching chemistry in the school environment by using forensic chemistry as an effective didactic tool to make learning more dynamic and engaging. Forensic chemistry, a science responsible for analyzing chemical evidence in criminal investigations, captures students' interest by connecting theory with practice in an intriguing and realistic context. This approach enables a deeper understanding of the content while fostering critical and investigative thinking. The methodology is divided into two main phases. In the theoretical part, students are introduced to the historical context of forensic chemistry, its importance in criminal investigations, and the main types of chemical evidence commonly found at crime scenes, such as blood residues and illicit substances. They also learn about the scientific techniques frequently used in investigations, including chromatography, fingerprint detection, and the analysis of biological fluids. In the practical part, students are invited to conduct interactive experiments that simulate real-world applications of forensic chemistry. Among the experiments, the Kastle-Meyer test for blood detection, the use of iodine vapor to reveal fingerprints, and liquid chromatography for separating chemical components stand out. These activities allow students to apply the learned concepts in a concrete way, developing essential skills such as detailed observation, critical analysis, and data interpretation. The expected outcomes include increased student engagement, improved scientific skills, and enhanced interest in chemistry content. The integration of theory and practice through playful and challenging experiments provides a rich educational experience, enhancing the teaching-learning process and making it more meaningful for the target audience.

Key words: Forensic Chemistry. Teaching Chemistry. Teaching Proposal. Forensic Science. Kastle-Meyer Test.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Panfleto de Introdução ao caso.....	25
Figura 2 - Lista de suspeitos.....	26
Figura 3 – Procedimento experimental de coleta de impressões digitais com o vapor de iodo.	27
Figura 4 – Procedimento experimental de detecção de sangue utilizando o reagente de Kastle-Meyer.	29
Figura 5 -Procedimento experimental de cromatografia líquida.....	31
Figura 6 - Resultados da Técnica do Vapor de Iodo.	33
Figura 7 - Resultado da Cromatografia Líquida.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVOS GERAIS	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1	QUÍMICA FORENSE: TÉCNICAS E APLICAÇÕES.....	15
3.1.1	Testes colorimétricos	16
3.1.2	Cromatografia gasosa	16
3.1.3	Cromatografia líquida.....	17
3.1.4	Espectrometria de massas.....	17
3.1.5	Técnica de coleta de impressões digitais através do vapor de Iodo	18
3.1.6	Detecção de sangue através do reagente Kastle-Meyer	18
3.2	QUÍMICA FORENSE E EDUCAÇÃO.....	19
3.3	METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO	20
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
4.1	PARTE TEÓRICA.....	23
4.2	PARTE EXPERIMENTAL	24
4.2.1	Introdução ao caso.....	24
4.2.2	Técnica 1: Coleta de impressões digitais com vapor de iodo.....	27
4.2.3	Técnica 2: Identificação de sangue com o reagente Kastle-Meyer	28
4.2.3.1	Procedimento para a preparação do reagente de Kastle-Meyer.....	28
4.2.3.2	Utilização do reagente Kastle-Meyer para a detecção de sangue	29
4.2.4	Técnica 3: Cromatografia líquida.....	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	RESULTADOS DAS TÉCNICAS FORENSES REALIZADAS E RESOLUÇÃO DO CASO	32
5.2	A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	35
5.3	A IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	36
5.4	INCLUSÃO DA QUÍMICA FORENSE NO ENSINO DE CIÊNCIAS	37
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A Química é uma disciplina que se dedica ao estudo das diversas mudanças e interações que ocorrem entre as variadas substâncias presentes no universo. Seu conhecimento é construído a partir de observações e experimentações, as quais servem como base para o estabelecimento de seus princípios, leis e teorias (Buonfiglio, 2011). Os princípios fundamentais da Química, conforme mencionados por Buonfiglio, fornecem alicerce para a Química Forense, um campo especializado que emprega essas bases para analisar e interpretar evidências criminais. Por meio de uma abordagem científica, a Química Forense investiga as transformações químicas presentes em materiais como sangue, fibras e fluidos corporais, auxiliando assim na resolução de casos legais de forma precisa e confiável.

A química forense consiste na aplicação dos conhecimentos da ciência química para solucionar questões relacionadas ao campo forense. Trata-se de um ramo específico do conhecimento químico que se dedica à investigação de aspectos de interesse jurídico. Através da análise e interpretação de evidências químicas, a química forense desempenha um papel fundamental na resolução de casos criminais, na identificação de substâncias, na determinação de autenticidade de materiais e em diversas outras áreas de investigação legal. Com base em princípios científicos e técnicas analíticas, a química forense contribui para a produção de provas e informações cientificamente embasadas, fornecendo subsídios essenciais para os processos judiciais e auxiliando na busca da verdade em questões de natureza jurídica (Cruz *et al.*, 2016).

A Química aplicada à investigação criminal, consiste em uma área interligada que integra os conhecimentos científicos da química com outras disciplinas, incluindo direito e biologia, com o intuito de oferecer suporte nas investigações criminais (Pereira, 2010). Através de perícias e análises técnicas especializadas, a Química Forense emprega métodos científicos para auxiliar na solução de crimes, identificando e examinando minuciosamente evidências, como substâncias químicas presentes em locais de crime.

Devido à sua ampla abrangência, a ciência forense engloba temas que permeiam várias disciplinas, possibilitando a criação de atividades interdisciplinares no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, é pertinente explorar essa área em sala de aula, uma vez que sua aplicação envolve a utilização de conhecimentos científicos na resolução de crimes. Ao explorar a ciência forense como tema de estudo, os alunos dispõem da oportunidade de integrar diversas áreas do conhecimento, como Química, Biologia, Física, Matemática e ciências sociais. Essa abordagem interdisciplinar não só promove uma compreensão mais

abrangente e contextualizada dos conceitos científicos, mas também estimula habilidades de análise crítica, pensamento científico e resolução de problemas (Souza, 2016). A ciência forense oferece um contexto enriquecedor para a aprendizagem, ao relacionar a teoria científica com a prática da investigação criminal, podendo despertar o interesse dos alunos e proporcionando uma visão ampla das aplicações científicas no mundo real. De acordo com as reflexões de Silva e Machado (2008), a assimilação do conhecimento em Química apresenta desafios significativos para os estudantes, evidenciando uma dificuldade crescente. Uma das razões possíveis para esse cenário é a ausência de uma abordagem didática que favoreça a integração entre os aspectos teóricos e práticos da disciplina.

Nesse contexto, é importante reconhecer a necessidade de estratégias pedagógicas que estimulem não apenas a compreensão dos conceitos químicos, mas também sua aplicação prática e contextualização, proporcionando aos alunos uma visão mais abrangente e enriquecedora do aprendizado. As atividades práticas em ciências são essenciais para a aprendizagem dos alunos, especialmente quando são investigativas e desafiadoras (Andrade; Massabni, 2011; Zanotto *et al.*, 2016). Ao envolver os estudantes em experiências que os levam a questionar, investigar e resolver problemas reais, a aprendizagem se torna mais significativa. Essa abordagem não apenas permite aplicar os conceitos teóricos na prática, mas também desenvolve habilidades cruciais como análise crítica e resolução de problemas. Ao promover a prática investigativa, os educadores capacitam os alunos a se tornarem cientistas em formação, estimulando a curiosidade e o pensamento científico.

Carbonell (2002) sugere que a inovação é um processo multifacetado que envolve diversos elementos cruciais. Entre esses elementos, destacam-se a crítica construtiva, a busca pela autonomia, a prática da negociação, o compromisso com os objetivos comuns, a integração de conhecimentos, a transformação contínua e a partilha de saberes entre os envolvidos. A inovação não é um esforço individual, mas sim uma construção coletiva que depende do engajamento político e social. Esse engajamento é necessário tanto por parte daqueles que implementam as inovações quanto por parte daqueles que se beneficiam das melhorias resultantes. Portanto, a inovação implica uma busca permanente pelo aprendizado e pela melhoria contínua, envolvendo todos os participantes em um ciclo de evolução e desenvolvimento mútuo.

Segundo Krasilchik (2011), a condução de aulas práticas muitas vezes perde a oportunidade de incentivar a criatividade dos alunos. Isso ocorre quando as atividades são estruturadas para que os estudantes sigam instruções detalhadas em busca das respostas previamente esperadas pelo professor. No contexto das aulas práticas, muitas vezes as

atividades se limitam a tarefas manuais, sem uma conexão clara com a vida cotidiana ou sem explorar a interrelação dos conceitos com o mundo real. Essa abordagem restrita pode comprometer o potencial educativo dessas experiências. Portanto, é fundamental adotar estratégias que vão além do simples manuseio de materiais. Uma alternativa fundamental é promover a exploração ativa dos conhecimentos científicos. Isso significa não apenas seguir um roteiro pré-determinado, mas também incentivar os alunos a questionar, investigar e experimentar. A curiosidade deve ser estimulada, e os estudantes devem ser encorajados a buscar respostas por meio da observação, coleta de dados e análise crítica.

A potencialidade do uso da Química Forense é um tema que pode despertar grande motivação no ensino, principalmente por ser uma área que está ganhando popularidade no imaginário das pessoas, já que segundo Cruz e colaboradores (2016) recentemente, houve um aumento significativo no interesse por essa área da ciência, em grande parte devido ao crescente número de séries televisivas que destacam as atividades de equipes forenses em seu dia a dia. Esses programas televisivos desempenham um papel importante na criação de contextos que estimulam o pensamento crítico, provocando o interesse especialmente entre o público adolescente (Souza, 2008).

Ao abordar a Química Forense em sala de aula, é possível despertar a curiosidade dos alunos, pois eles se deparam com aplicações práticas e reais da química. Esse interesse despertado facilita o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os estudantes se sentem mais engajados e motivados a explorar os conceitos e princípios químicos envolvidos na análise de evidências e na resolução de crimes. Além disso, a Química Forense estimula o desenvolvimento de habilidades como o raciocínio lógico, a investigação científica e a capacidade de análise crítica, tornando-se um campo de estudo atrativo e relevante para os alunos (Costa *et al.*, 2019). Esse tipo de aprendizado envolvente e acessível não só desperta o interesse dos alunos pela ciência, mas também os motiva a explorar e compreenderem o mundo ao seu redor de uma maneira mais profunda e significativa. Assim, o ensino da ciência forense não se limita apenas aos adolescentes ou adultos, mas é acessível e benéfico para todas as idades, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento cognitivo e o engajamento com o conhecimento científico.

Neste estudo, propõe-se a implementação de atividades práticas em sala de aula com o objetivo de simular o uso de ferramentas químicas aplicadas ao campo forense. Em um contexto fictício de investigação criminal, os estudantes serão desafiados a coletar e analisar evidências, utilizando técnicas forenses como análise de impressões digitais, cromatografia líquida e detecção de sangue através do reagente Kastle-Meyer. Essas atividades oferecem aos alunos

uma oportunidade imersiva de vivenciar o processo investigativo, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico, a capacidade de buscar informações relevantes, a formulação de hipóteses e a discussão dos resultados obtidos. Ao participarem dessa simulação, os alunos têm a chance de aprimorar habilidades práticas, aprofundar seus conhecimentos em Química e compreender de maneira mais ampla a importância da Química Forense na solução de casos criminais. A implementação dessas atividades busca engajar os alunos de forma mais significativa, promovendo uma aprendizagem ativa e despertando o interesse pela Química através de uma abordagem contextualizada e desafiadora.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

- Desenvolver uma proposta didática que utilize a Química Forense como ferramenta para dinamizar as aulas de química, tornando o aprendizado mais interativo e envolvente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar um enredo que envolva um crime fictício, permitindo que os alunos se tornem investigadores e explorem conceitos de Química Forense.
- Planejar e implementar experimentos que simulem a coleta e análise de evidências químicas, como identificação de substâncias e testes de reação.
- Promover a colaboração entre os alunos, formando grupos de investigação para que possam trabalhar juntos na resolução do crime.
- Conduzir discussões sobre a aplicação da Química Forense na resolução de crimes na vida real, destacando sua relevância e impacto social.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Química Forense: Técnicas e Aplicações

Mateo José Bonaventura Orfila (1787-1853) é reconhecido como uma figura fundamental na história da Química Forense, sendo considerado o pai dessa disciplina. Ele se destacou ao solucionar um caso emblemático por meio da aplicação da Química Forense. O caso em questão envolvia a morte de uma pessoa vítima de envenenamento. Orfila, ao examinar minuciosamente o corpo exumado, detectou a presença de Arsênio, uma substância que não é encontrada naturalmente no solo. Essa descoberta levou Orfila a confirmar que a vítima havia sido assassinada deliberadamente. A partir desse marco, a Química Forense tornou-se uma ferramenta primordial na investigação de crimes e desvendamento de mistérios.

De acordo com Mota e Di Vitta (2013), a Química forense desempenha um papel essencial na resolução de questões criminais, aplicando conhecimentos químicos para auxiliar a justiça. Por meio de análises laboratoriais e técnicas especializadas, os peritos forenses identificam substâncias, analisam evidências e contribuem para a elucidação de crimes. Na análise pericial, a química desempenha um papel fundamental, e duas das principais áreas dessa disciplina envolvidas nesse contexto são a química analítica e a Química Orgânica. Essas áreas se concentram no desenvolvimento de procedimentos e métodos específicos para identificar a presença ou ausência de compostos químicos relevantes na cena do crime. Por meio da química analítica, os químicos forenses aplicam técnicas que permitem a detecção e quantificação precisa de substâncias químicas, enquanto a Química Orgânica se concentra na análise e identificação de compostos orgânicos presentes em amostras coletadas.

A diversidade de técnicas empregadas pelos químicos forenses é vasta e abrange desde procedimentos simples até o uso de equipamentos e instrumentação avançados. As técnicas podem incluir desde testes colorimétricos básicos até a utilização de técnicas cromatográficas, como cromatografia gasosa (GC) e cromatografia líquida (HPLC), que permitem a separação e identificação de diferentes componentes de uma amostra (Nascimento, 2011). Além disso, a espectrometria de massa (MS) é amplamente utilizada para a identificação de compostos químicos com base nas características de absorção de energia ou padrões de fragmentação (Diniz, 2011).

3.1.1 Testes colorimétricos

Os testes colorimétricos são amplamente reconhecidos como uma das principais técnicas utilizadas pela Química Forense para a identificação preliminar de drogas ilícitas. Um exemplo clássico é o uso do reagente de Marquis, que muda de cor ao entrar em contato com opiáceos, como heroína e morfina, resultando em uma coloração púrpura, ou com anfetaminas, que produzem uma cor laranja a marrom. Outro reagente comum é o de Scott, usado especificamente para a detecção de cocaína, que reage mudando a coloração para azul. Esses testes são especialmente eficazes na detecção de substâncias como a maconha (*Cannabis sativa L.*) e a cocaína, oferecendo uma maneira rápida e relativamente simples de identificar a presença de drogas em amostras suspeitas.

A aplicabilidade desses testes tanto em campo quanto em laboratórios forenses contribui significativamente para a eficiência das investigações criminais, auxiliando na triagem inicial de evidências antes de serem submetidas a análises mais detalhadas. A formação de uma cor característica pode indicar a presença de uma droga ou de uma determinada classe de substâncias. No entanto, como vários compostos podem produzir resultados semelhantes, os testes colorimétricos não são específicos e não fornecem uma identificação conclusiva da substância (Linck, 2008). Por essa razão, esses testes servem como uma técnica preliminar, apontando para a possível presença do grupo alvo, sendo complementados por métodos analíticos mais avançados que determinam a composição exata da substância investigada.

3.1.2 Cromatografia gasosa

De acordo com Alencar (2022), a Cromatografia Gasosa (CG) é um método analítico utilizado para a separação e identificação de compostos em misturas contendo substâncias voláteis e semivoláteis. Esta técnica funciona com base nas diferentes interações dos componentes da mistura entre uma fase estacionária, que pode ser líquida ou sólida, e uma fase móvel, que é um gás inerte. Ao injetar a amostra vaporizada no fluxo de gás, os componentes são transportados através da coluna cromatográfica, onde ocorrem as separações baseadas nas propriedades físicas e químicas dos compostos. O funcionamento desta técnica baseia-se na injeção da amostra vaporizada em um fluxo de gás inerte, conhecido como fase móvel, que a conduz através de uma coluna preenchida com a fase estacionária. Os diferentes componentes da amostra são separados com base em suas interações com a fase estacionária e seus respectivos pontos de ebulição. Após a separação, os compostos são detectados utilizando

técnicas como detector de ionização de chama, detector de condutividade térmica ou detector de captura de elétrons, gerando um sinal proporcional à quantidade de cada analito presente na amostra. A CG oferece análises qualitativas e quantitativas com elevada sensibilidade e resolução, sendo uma ferramenta importante na identificação de drogas, explosivos, acelerantes de incêndio e outras evidências forenses. Essa técnica permite a obtenção de resultados precisos e confiáveis, essencial para a elucidação de casos criminais e a produção de provas científicas robustas.

3.1.3 Cromatografia líquida

Segundo Alencar (2022), a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) é reconhecida como uma técnica poderosa na separação e análise de componentes em misturas que incluem substâncias não voláteis ou suscetíveis a mudanças térmicas. Seu papel essencial abrange desde a identificação até a purificação desses componentes, possibilitando uma investigação minuciosa e apurada de amostras complexas. O princípio da CLAE consiste na injeção da amostra dissolvida em um solvente (fase móvel líquida) que é bombeada a alta pressão através de uma coluna contendo a fase estacionária sólida. Os componentes da amostra são separados com base em suas diferentes interações com a fase estacionária e sua solubilidade na fase móvel. Após a separação, os compostos são detectados por técnicas como absorção no UV-Vis, fluorescência ou espectrometria de massas, gerando um sinal proporcional à quantidade de cada analito. A CLAE permite análises qualitativas e quantitativas com alta sensibilidade e resolução, sendo essencial para identificação de drogas, medicamentos, toxinas e outras evidências forenses.

3.1.4 Espectrometria de massas

A Espectrometria de Massa (EM) emerge como uma ferramenta analítica de destaque, utilizada para detectar e identificar compostos de interesse. Essa técnica, baseada na análise dos átomos e moléculas, avalia a relação massa/carga dos íons presentes nas substâncias sob investigação, especialmente no estado gasoso (Alencar, 2022). Por meio dessa abordagem, é possível desvendar a composição química e estrutural das amostras, contribuindo significativamente para a pesquisa científica e a resolução de questões forenses.

Skoog (2007) afirma que, entre todas as ferramentas analíticas à disposição da comunidade científica, a espectrometria de massa se destaca por sua ampla aplicabilidade. Essa

técnica é capaz de fornecer informações cruciais sobre a composição dos elementos presentes nas amostras, a estrutura das moléculas orgânicas, inorgânicas e biológicas, bem como a composição qualitativa e quantitativa de amostras complexas. Além disso, a espectrometria de massa também permite investigar a estrutura e composição de superfícies sólidas, bem como as relações isotópicas dos átomos nas amostras.

3.1.5 Técnica de coleta de impressões digitais através do vapor de Iodo

A técnica de revelação de impressões digitais através do vapor de iodo é comumente utilizada nas investigações forenses devido à sua facilidade e eficácia. O processo envolve a sublimação do iodo sólido, que ao ser aquecido a uma temperatura de cerca de 114°C, passa diretamente do estado sólido para o estado gasoso sem passar pela fase líquida. Para que essa mudança de estado ocorra, o iodo precisa absorver calor, que pode ser proveniente do ambiente através do aquecimento desta substância. Quando sublimado, o vapor de iodo, que possui uma coloração acastanhada, entra em contato com as impressões digitais e forma um produto de coloração marrom-amarelada devido à adsorção física nas cristas papilares, sem que haja uma reação química. Uma das vantagens dessa técnica em relação a outras, como a aplicação de pó, é que ela pode ser utilizada antes de outros métodos de revelação sem causar danos à superfície analisada (Chemello, 2006; Maluque, 2006; Sebastiany *et al.*, 2013)

A técnica do vapor de iodo ganhou destaque nas décadas de 1960 e 1970, quando houve uma expansão significativa no uso de métodos científicos nas investigações criminais. Durante esse período, os avanços na química analítica e na tecnologia forense permitiram que a técnica fosse amplamente adotada por peritos em todo o mundo. A facilidade de execução, combinada com a necessidade crescente de técnicas eficientes para a identificação de impressões digitais, consolidou o uso do vapor de iodo como uma ferramenta padrão nas práticas forenses. Essa técnica continua sendo uma ferramenta valiosa na criminologia moderna, especialmente em casos que envolvem materiais porosos, onde outras técnicas de revelação podem não ser tão eficazes.

3.1.6 Detecção de sangue através do reagente Kastle-Meyer

O reagente de Kastle-Meyer é uma ferramenta extremamente importante na Química Forense, amplamente utilizada para a detecção de sangue em cenas de crime. Esse teste, que

combina simplicidade e eficácia, baseia-se na reação da fenolftaleína reduzida, que é incolor, com a hemoglobina presente no sangue (Alsheekhly; Al-Sadoon; Al-Rawi, 2019). Quando a hemoglobina atua como um catalisador, ocorre uma transformação química que resulta em uma coloração rosa brilhante. O método de Kastle-Meyer é conhecido por sua alta sensibilidade entre os testes preliminares para detectar sangue, sendo capaz de identificar vestígios hemáticos mesmo em diluições tão baixas quanto 1:10.000 (Fonseca *et al.*, 2019).

Para os peritos criminais, a agilidade proporcionada pelo teste de Kastle-Meyer é inestimável. Com um simples cotonete, o investigador pode coletar uma amostra da mancha suspeita e, ao adicionar algumas gotas do reagente em questão, observar a coloração rosa aparecer, confirmando a presença de sangue. Essa rapidez é fundamental, especialmente em situações em que o tempo é essencial para a coleta de evidências. Além disso, um dos grandes benefícios desse teste é que ele não danifica o DNA da amostra, permitindo que análises genéticas subsequentes sejam realizadas sem comprometer a integridade da evidência.

Portanto, ao considerar a relevância do reagente de Kastle-Meyer, é possível perceber não apenas sua eficácia técnica, mas também seu impacto humano nas investigações forenses, ajudando a restabelecer a justiça e a trazer respostas para as vítimas e suas famílias.

3.2 Química Forense e Educação

A divulgação crescente das ciências forenses por meio de mídias e séries televisivas tem desempenhado um papel imprescindível na conscientização pública sobre sua importância na investigação criminal. À medida que programas populares destacam o papel dos cientistas forenses na resolução de crimes intrigantes, há uma crescente curiosidade entre o público em geral. No entanto, ainda há lacunas a serem exploradas quanto à integração desses temas emocionantes e práticos no ensino das ciências, transformando essa curiosidade em uma ferramenta motivacional poderosa para explorar conceitos científicos complexos de forma acessível e relevante. Isso não apenas enriquece a educação científica, mas também conecta os estudantes com aplicações concretas e fascinantes do mundo real, inspirando um aprendizado mais engajado e significativo.

A ciência forense se destaca por sua natureza interdisciplinar, integrando áreas como Química, Biologia, Física e outras disciplinas. Esse campo tem sido eficaz para despertar o interesse dos estudantes pelas ciências, especialmente devido à influência de seriados de TV e conteúdo online que abordam o tema de forma cativante. Programas televisivos que apresentam casos reais com soluções criativas têm capturado a atenção dos jovens, incentivando-os a

explorar as ciências naturais e desenvolver uma mentalidade analítica e crítica. No entanto, é essencial reconhecer que essa representação simplificada da ciência pode criar expectativas irreais sobre sua capacidade de resolver casos instantaneamente e sem falhas.

Os estudos de Bergslien (2006) abordam o denominado “Efeito CSI”, que se refere à influência dos seriados de televisão sobre as expectativas da população em relação à capacidade da ciência em solucionar crimes. Esse efeito é assim chamado devido à popularidade das séries de televisão que retratam investigações criminais resolvidas de maneira rápida e quase infalível, utilizando técnicas científicas avançadas. Embora esse fenômeno tenha um lado positivo, ao aumentar o interesse do público pelas ciências forenses e estimular o desejo de aprender mais sobre o campo, ele também possui um aspecto negativo significativo. A expectativa gerada pelos rápidos desfechos das tramas televisivas frequentemente conduz a uma falta de compreensão sobre o funcionamento real das ciências forenses, que na prática são muito mais complexas e demoradas. Como resultado, tanto os estudantes quanto o público em geral acabam com uma percepção distorcida das verdadeiras interações entre ciência e justiça. Essa visão equivocada pode levar a frustrações e mal-entendidos sobre o que é realisticamente possível na resolução de crimes através de métodos científicos.

Ao incorporar a ciência forense no currículo educacional, os educadores podem oferecer aos alunos a oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos em situações práticas. Isso não só desenvolve habilidades de investigação e análise, mas também promove a resolução de problemas. Sequências de ensino investigativas, que envolvem a interação dos alunos com objetos de aprendizagem, permitem a troca e negociação de ideias, a proposição de hipóteses e a elaboração de justificativas baseadas em conhecimento científico.

Essa metodologia pode ser aplicada em diversos níveis de ensino, desde a educação básica até o ensino superior, promovendo o aprendizado integrado e envolvente de conceitos científicos. Além disso, a ciência forense é eficaz na promoção de competências sociais e de comunicação, bem como no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.

3.3 Metodologias Ativas No Ensino

No contexto atual, tanto o cenário global quanto as demandas do mercado de trabalho têm impulsionado a busca por indivíduos mais autônomos e dotados de senso crítico aguçado em relação aos acontecimentos sociais. Nesse sentido, conforme apontado por Marin e colaboradores (2010), tem-se valorizado a adoção de metodologias ativas no âmbito

educacional. Essas abordagens pedagógicas, que ganharam destaque nas últimas décadas, visam não apenas transmitir conhecimento, mas também estimular a participação ativa dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de habilidades essenciais para o enfrentamento dos desafios contemporâneos

As metodologias ativas têm se destacado como uma abordagem promissora no ensino de química. Diferentemente das aulas tradicionais, baseadas predominantemente em exposições teóricas e exercícios repetitivos, as metodologias ativas buscam envolver ativamente os estudantes no processo de aprendizagem. Estratégias como a aprendizagem baseada em problemas, a sala de aula invertida e os jogos didáticos permitem que os alunos assumam um papel central na construção do conhecimento. Ao explorar conceitos de maneira mais dinâmica e contextualizada, os estudantes são desafiados a pensar criticamente, trabalhar em equipe e aplicar os conhecimentos adquiridos em situações reais. Essa abordagem tem demonstrado resultados positivos no que diz respeito à motivação e ao engajamento dos alunos, refletindo-se diretamente na compreensão dos conteúdos. A adoção de metodologias ativas no ensino das ciências no geral, surge como uma alternativa promissora para tornar a disciplina mais atrativa, eficaz e relevante para os educandos.

Conforme apontado por Barbosa e Moura (2013), para criar um ambiente de aprendizado mais dinâmico e participativo, é fundamental adotar métodos que incentivem a atuação ativa dos alunos. Essas metodologias incluem estratégias que, durante as aulas, envolvem os estudantes em atividades práticas e reflexivas, tanto individualmente quanto em grupo. Durante esses momentos, os alunos são encorajados a realizar tarefas, refletir sobre suas ações e se engajar em um diálogo constante que abrange ouvir, observar, questionar, debater, praticar e compartilhar conhecimentos. Essas interações promovem uma aprendizagem mais profunda e significativa, onde os alunos não apenas absorvem o conteúdo, mas também o aplicam e discutem, enriquecendo seu entendimento de maneira prática e colaborativa.

Rocha (2014) destaca diversos tipos de metodologias ativas que são amplamente utilizadas, entre elas: Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, *Peer Instruction*, *Just-in-Time Teaching*, Aprendizagem Baseada em Times, Métodos de Caso e Simulações. A Aprendizagem Baseada em Problemas envolve os alunos na resolução de problemas reais ou hipotéticos, estimulando o pensamento crítico e a resolução de problemas. A Aprendizagem Baseada em Projetos permite que os alunos desenvolvam projetos ao longo de um período, integrando diversas disciplinas. *Peer Instruction* é uma técnica onde os alunos ensinam e aprendem uns com os outros, promovendo a colaboração. *Just-in-time Teaching* ajusta o conteúdo da aula com base nas necessidades imediatas dos alunos, usando

feedbacks rápidos. A Aprendizagem Baseada em times envolve o trabalho em equipe para resolver problemas ou realizar tarefas complexas. Métodos de Caso utilizam estudos de casos reais para aplicar teorias e conceitos em situações práticas. Simulações recriam situações reais em um ambiente controlado para prática e aplicação de conhecimentos. Além dessas metodologias, recursos didático-pedagógicos como modelagem, que consiste na criação de modelos representativos de fenômenos ou conceitos, e atividades de confecção, que envolvem a criação de materiais didáticos pelos alunos, também são eficazes na promoção das habilidades inerentes ao modelo de metodologias ativas (Ferreira *et al.*, 2007; Zóboli, 1990).

Assim, as metodologias ativas representam uma abordagem pedagógica fundamental para promover a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Incluindo técnicas como Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, *Peer Instruction*, *Just-in-time Teaching*, Aprendizagem Baseada em Times, Métodos de Caso e Simulações, além de recursos didático-pedagógicos como modelagem e atividades de confecção, essas metodologias enriquecem o ambiente educacional. Elas incentivam o desenvolvimento de habilidades críticas e práticas, facilitando uma compreensão mais profunda e aplicada dos conceitos. Portanto, as metodologias ativas não apenas engajam os alunos, mas também aprimoram significativamente a qualidade do aprendizado, tornando-o mais interativo, colaborativo e relevante para a vida real.

Neste estudo é proposta uma atividade baseada em uma metodologia investigativa que utiliza a Química Forense como ferramenta didática. Esse modelo é estruturado para a busca do conhecimento, que se assemelha ao método científico já que envolve uma série de etapas como por exemplo: identificar um problema ou questão de pesquisa, formular hipóteses, planejar e conduzir investigações e chegar a conclusões e estabelecer resultados. Esta abordagem está alinhada com as metodologias ativas de ensino segundo Morán (2013), promovem o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem, incentivando a construção do conhecimento por meio da investigação e da experimentação. A aplicação de técnicas forenses, como a revelação de impressões digitais com vapor de iodo, é uma estratégia eficaz que permite contextualizar conceitos químicos em situações práticas do cotidiano, facilitando a aprendizagem de forma mais significativa. A aprendizagem significativa, segundo Ausubel, (1980) acontece quando os alunos conseguem relacionar novos conhecimentos com o que já sabem. Para ele, o que o aluno já conhece é fundamental para que a aprendizagem ocorra de forma eficaz.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia deste trabalho foi estruturada para integrar uma abordagem teórica e prática, com o intuito de aplicar conceitos de Química Forense para turmas do ensino médio, especificamente para estudantes do segundo e terceiro anos. A escolha desse público-alvo foi baseada na maturidade acadêmica e na familiaridade dos alunos com conceitos básicos de química, necessários para a compreensão das técnicas forenses apresentadas de maneira envolvente. O objetivo é voltado para elaborar uma proposta pedagógica que explore a Química Forense como um recurso para tornar as aulas de química mais dinâmicas, proporcionando um aprendizado mais interativo e atrativo. Para alcançar esse objetivo, a metodologia foi dividida em duas partes principais:

4.1 Parte Teórica

Nesta etapa, os alunos serão introduzidos aos conceitos fundamentais da Química Forense através de aulas expositivas que terão duração de 50 minutos cada aula, totalizando 1h40min de conteúdo teórico. Serão abordados temas como análise de substâncias, identificação de compostos químicos e técnicas de investigação forense, como mostra o quadro 1.

Quadro 1 – Planejamento para aulas teóricas.

<p>Aula 1: Introdução à Química Forense e Vapor de Iodo</p>	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Compreender o que é Química Forense. ➤ Aprender sobre a técnica do vapor de iodo. <p>Tópicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ O que é Química Forense? ➤ Importância da Química Forense. ➤ Técnica do Vapor de Iodo: Sublimação do iodo e revelação de impressões digitais.
<p>Aula 2: Identificação de Sangue e Cromatografia Líquida</p>	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entender a identificação de fluidos biológicos. ➤ Aprender sobre o teste de Kastle-Meyer e cromatografia líquida.

	<p style="text-align: center;">Tópicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Importância da Identificação de Sangue. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Teste de ➤ Kastle-Meyer: Reagentes utilizados, mudança de cor e reação química. <ul style="list-style-type: none"> ➤ O que é Cromatografia? ➤ Princípios da Cromatografia Líquida. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Separação de substâncias.
--	---

Fonte: Autoria própria.

4.2 Parte Experimental

A atividade prática será realizada por meio de experimentos que simulam técnicas forenses reais. Os alunos participarão de uma simulação de investigação criminal, onde aplicarão os conceitos aprendidos para resolver um crime fictício. Essa abordagem prática visa garantir a segurança e acessibilidade dos experimentos, ao mesmo tempo em que torna o aprendizado mais interativo e envolvente.

A combinação dessas duas abordagens permitirá aos alunos não apenas compreender os conceitos teóricos da Química Forense, mas também aplicá-los de forma prática, desenvolvendo habilidades críticas e analíticas essenciais para a resolução de problemas.

4.2.1 Introdução ao caso

Os alunos serão introduzidos ao caso do crime fictício ocorrido na Escola Estadual Monte Verde através de um panfleto que simula o jornal da escola (Figura 1). Esse material apresenta os detalhes do incidente e as principais pistas, proporcionando um contexto inicial para que os alunos possam aplicar técnicas forenses na investigação do caso.


Em seguida, os alunos serão apresentados às imagens (Figura 2) dos três principais suspeitos de cometerem o crime, o que permitirá uma análise mais detalhada de cada um. Com as fotos e informações adicionais sobre os antecedentes e comportamentos dos suspeitos, os alunos poderão avaliar as possíveis motivações de cada suspeito, considerando aspectos como conflitos anteriores com o Sr. Oliveira e comportamentos suspeitos antes e depois do incidente.

Figura 1 - Panfleto de Introdução ao caso

Monte Verde News

27 de Agosto Escola Monte Verde

O ENIGMA DA COMPETIÇÃO: UM CRIME QUÍMICO NA ESCOLA MONTE VERDE



Durante a aguardada competição de ciências na Escola Estadual Monte Verde, um incidente perturbador interrompe as atividades: o professor de Química, Sr. Oliveira, é encontrado inconsciente em seu laboratório. Ao lado dele, uma faca manchada com uma substância suspeita e uma carta ameaçadora, escrita à mão, deixam claro que o ataque foi premeditado. A mensagem na carta, "Isso é apenas o começo. Você nunca deveria ter se metido onde não era chamado," sugere que o agressor tinha a intenção de intimidar e silenciar o professor. Alarmada, a direção da escola imediatamente chama a polícia para conduzir uma investigação detalhada. Com o prestígio da competição em jogo e o clima de tensão crescente, todos estão ansiosos para descobrir quem é o responsável por esse crime.




Figura 2 - Lista de suspeitos

Monte Verde News

27 de Agosto Escola Monte Verde

QUEM ESTÁ POR TRÁS DO MISTÉRIO NA ESCOLA MONTE VERDE???



Ana Clara – A Aluna Brilhante, Mas Pressionada:

Recentemente criticada por seu projeto de pesquisa, Ana Clara ficou visivelmente abalada e ressentida com o Sr. Oliveira. Testemunhas a viram estudando intensamente após a discussão, o que levanta suspeitas sobre um possível desejo de vingança.



Carlos – O Funcionário Ressentido:

Após uma reprimenda pública do Sr. Oliveira sobre a negligência no laboratório, Carlos, o responsável pela manutenção da escola, se tornou um forte suspeito. Sua presença frequente perto do laboratório e seu histórico de conflitos reforçam as dúvidas sobre seu envolvimento.



Beatriz – A Colega de Trabalho Ressentida:

Beatriz, professora de Biologia, foi humilhada pelo Sr. Oliveira durante uma reunião pedagógica, o que gerou um ressentimento crescente. A descoberta de suas impressões digitais na carta ameaçadora levanta suspeitas iniciais sobre seu envolvimento no crime.



Fonte: Autoria própria.

Após a introdução ao caso e a apresentação dos suspeitos, os alunos utilizarão as técnicas forenses para analisar as evidências e confirmar a identidade do culpado. Através da cromatografia líquida, da análise de impressões digitais e da identificação de resíduos de

sangue, eles poderão conectar as pistas e determinar quem realmente está por trás do crime na Escola Monte Verde.

4.2.2 Técnica 1: Coleta de impressões digitais com vapor de iodo

A primeira técnica forense será a coleta de impressões digitais da carta deixada pelo criminoso. Os investigadores (alunos), ao analisarem a carta, percebem que ela pode conter impressões digitais. Para revelá-las, eles utilizam a técnica do vapor de iodo.

Materiais Utilizados: para realizar este experimento serão utilizados o iodo sólido, uma chapa de aquecimento, um béquer, um vidro de relógio, papel sulfite cortado em tiras e uma capela.

Figura 3 – Procedimento experimental de coleta de impressões digitais com o vapor de iodo.



Fonte: Autoria própria.

Procedimento Experimental: Para realizar a coleta de digitais utilizando vapor de iodo é essencial realizar o experimento dentro de uma capela para garantir a segurança e evitar a inalação dos vapores de iodo. Primeiramente, deve-se adicionar uma pequena quantidade de iodo sólido em um bécker e posicioná-lo sobre a chapa de aquecimento, conforme pode ser observado na Figura 3, acima. Liga-se a chapa e ajusta-se a temperatura para que o iodo comece a sublimar lentamente, passando do estado sólido diretamente para o gasoso, criando vapores roxos. Utilize o vidro de relógio para segurar o papel sulfite (carta deixada pelo suspeito) na área onde deseja coletar as impressões digitais e exponha-o aos vapores de iodo com cuidado para não tocar a área onde as digitais estão. O papel deve ser mantido exposto ao vapor de iodo até que as impressões digitais se tornem visíveis. Os vapores de iodo reagirão com os compostos presentes nos resíduos das digitais, como ácidos graxos e outras substâncias, tornando-as visíveis como manchas marrons ou amareladas. O papel sulfite pode então ser retirado da exposição ao vapor de iodo e colocado sobre o vidro relógio para observar melhor as impressões digitais.

4.2.3 Técnica 2: Identificação de sangue com o reagente Kastle-Meyer

O segundo experimento que pode ser realizado é a identificação de sangue através do reagente Kastle-Meyer para confirmar se a substância vermelha encontrada na faca encontrada no local do crime é realmente sangue. Para isso os investigadores (alunos) utilizarão o teste de Kastle-Meyer. Os procedimentos experimentais descritos neste tópico não puderam ser realizados conforme o planejado, devido à indisponibilidade de zinco em pó no laboratório onde os experimentos foram conduzidos.

4.2.3.1 Procedimento para a preparação do reagente de Kastle-Meyer

Materiais Utilizados: Para realizar a preparação do reagente Kastle-Meyer de acordo com Polleto (2017) são necessários materiais como 20g de hidróxido de sódio (NaOH), 90mL de água destilada, um béquer, 1g de fenolftaleína, 10mL de etanol, uma chapa de aquecimento, 20g de zinco metálico em pó, e um frasco âmbar para armazenamento da solução.

Procedimento Experimental: Para a preparação do reagente de Kastle-Meyer, de acordo com Poletto (2017), inicia-se a pesagem de 20g de hidróxido de sódio (NaOH), que deve ser adicionado a 90mL de água destilada em um béquer. É fundamental garantir que o NaOH

se dissolva completamente, o que pode ser feito por meio de agitação cuidadosa. Em seguida, procede-se à dissolução de 1g de fenolftaleína em 10mL de etanol, assegurando que a fenolftaleína esteja totalmente dissolvida antes de avançar para a próxima etapa. Após a preparação das soluções, a fenolftaleína é combinada com a solução de hidróxido de sódio no béquer. Essa mistura deve ser homogeneizada adequadamente. Em seguida, adicionam-se 20g de zinco metálico em pó à solução. O béquer é então colocado em uma chapa de aquecimento, onde a mistura deve ser aquecida a 150°C, com agitação constante, por aproximadamente 1 hora. Durante esse processo, observa-se uma mudança na cor da solução, que passa de rosa para um tom levemente amarelo ou incolor, enquanto um depósito de zinco metálico se forma no fundo do béquer. Após o aquecimento, a solução deve ser cuidadosamente transferida para um frasco âmbar, garantindo que o zinco metálico permaneça no fundo do frasco. A solução deve ser armazenada em um ambiente refrigerado para preservar sua forma reduzida.

4.2.3.2 Utilização do reagente Kastle-Meyer para a detecção de sangue

Materiais Utilizados: Hastes flexíveis (cotonetes), Soro fisiológico, Água oxigenada (peróxido de hidrogênio a 3%), Faca, Pedaco de carne crua, reagente de Kastle-Meyer (solução de fenolftaleína)

Figura 4 – Procedimento experimental de detecção de sangue utilizando o reagente de Kastle-Meyer.



Fonte: Dias Filho e Antedomenico, 2010, p. 69

Procedimento experimental: Para realizar a detecção de sangue seguindo o procedimento experimental descrito por Dias Filho e Antedomenico (2010) utilizando o reagente de Kastle-Meyer, inicie o procedimento experimental fazendo cortes em uma carne com a faca que será utilizada para coleta de sangue. Em seguida, peça aos alunos que passem uma haste flexível levemente umedecida em soro fisiológico na lâmina da faca, coletando possíveis vestígios de sangue. Depois, solicite que pinguem uma gota do reagente de Kastle-Meyer na haste flexível, seguido de uma gota de água oxigenada. Quase instantaneamente, será possível visualizar a mudança de cor para um tom rosado como mostra a Figura 4, indicando a presença de sangue.

4.2.4 Técnica 3: Cromatografia líquida

A cromatografia deverá ser realizada para identificar a origem de uma amostra de tinta encontrada na cena do crime próximo a carta encontrada. A técnica permite separar os componentes das tintas de diferentes canetas, revelando padrões únicos de cada uma.

Materiais Utilizados: Para a realização da cromatografia líquida são necessários papel cromatográfico ou papel de filtro, solvente (Acetona, Álcool, Água...), caneta hidrocor, copos ou béqueres, pipetas ou conta-gotas.

Procedimento Experimental: As tiras de papel cromatográfico ou papel de filtro deverão ser cortadas com aproximadamente 2 cm de largura e 10 cm de comprimento. Uma linha horizontal será desenhada a cerca de 2 cm da base de cada tira com um lápis, servindo como linha de partida. Pequenas gotas de cada tinta de caneta, incluindo a amostra da cena do crime, serão aplicadas na linha de partida de cada tira de papel e deixadas secar completamente. Em seguida, um copo ou béquer será preenchido com uma pequena quantidade de solvente (cerca de 1 cm de profundidade). As tiras de papel cromatográfico serão posicionadas de modo que a linha de partida fique acima do nível do solvente, sem tocar diretamente no solvente. O solvente subirá pelo papel por capilaridade, carregando os componentes da tinta com ele como mostra na Figura 5. Quando o solvente estiver próximo do topo da tira de papel, as tiras serão retiradas do copo e deixadas secar. Os padrões de separação das cores para cada amostra de tinta serão observados e registrados. Esses padrões serão comparados com a amostra da cena do crime para identificar qual caneta foi utilizada, ajudando a determinar o possível autor do crime

Figura 5-Procedimento experimental de cromatografia líquida.



Fonte: Autoria própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção será dividida em tópicos que discutirão, primeiramente, a resolução das técnicas forenses propostas e o desfecho do caso fictício. Cada técnica forense apresentada nesta proposta será cuidadosamente conduzida com o objetivo de alcançar a resolução final esperada. A simulação do caso investigativo, além de ilustrar a aplicação prática das técnicas forenses, visa engajar os alunos de forma interativa, permitindo que eles participem ativamente do processo de resolução. A discussão sobre o desfecho do caso fictício ajudará a conectar os resultados obtidos nos experimentos com o conteúdo teórico abordado.

Em seguida, será apresentada uma análise sobre a importância das metodologias ativas no ensino de química. Estudos indicam que a inclusão de atividades práticas, lúdicas e investigativas, como as que serão sugeridas nesta proposta, contribui significativamente para o aumento do interesse e motivação dos alunos. Além disso, essas metodologias facilitam a compreensão de conceitos mais complexos ao associar a teoria com aplicações reais. Embora esta proposta ainda não tenha sido implementada, ela está estruturada para futuras aplicações com o objetivo de criar um ambiente educacional mais dinâmico e significativo, fortalecendo o processo de ensino-aprendizagem no contexto da química.

5.1 Resultados Das Técnicas Forenses Realizadas e Resolução do Caso

Nesta proposta, três técnicas forenses foram sugeridas para investigar o crime fictício ocorrido na Escola Estadual Monte Verde: análise de impressões digitais, cromatografia líquida para análise de tinta e identificação de sangue utilizando o reagente Kastle-Meyer, porém apenas dois procedimentos experimentais foram realizados pela autora. Os resultados obtidos de cada técnica fornecem evidências que podem ser discutidas em termos de sua relevância e contribuição para a resolução do caso.

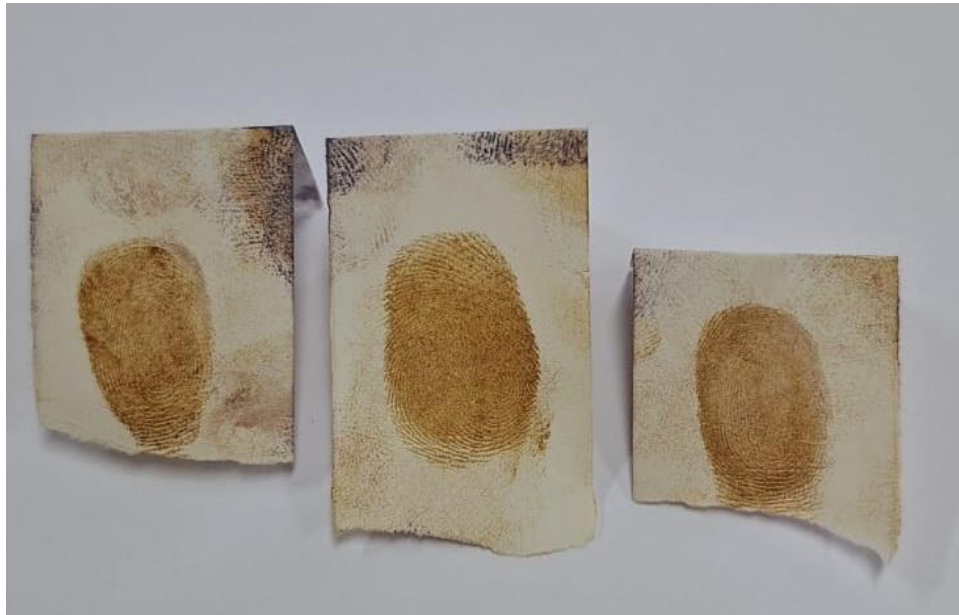
Resultado da Análise de Impressões Digitais

A análise das impressões digitais foi realizada utilizando o procedimento com pó de iodo na carta ameaçadora encontrada ao lado do professor. Durante o processo, as impressões digitais se tornaram visíveis na superfície do papel (Figura 6).

A comparação das impressões revelou a presença das digitais de Beatriz, a professora de Biologia, na carta. Embora a identificação das impressões digitais de Beatriz tenha sugerido

que ela esteve em contato com a carta, essa evidência, por si só, não foi conclusiva para determinar sua culpabilidade. É possível que Beatriz tenha manuseado a carta em outro momento, o que destaca a necessidade de considerar o contexto ao interpretar as evidências

Figura 6 - Resultados da Técnica do Vapor de Iodo.



Fonte: Autoria própria.

Figura 7 - Resultado da Cromatografia Líquida



Fonte: Autoria própria.

Resultado da Cromatografia Líquida para Análise da Tinta

A cromatografia líquida realizada (Figura 7) foi utilizada para analisar a tinta da carta deixada na cena do crime, comparando-a com as tintas de canetas pertencentes aos suspeitos. A análise revelou que a tinta correspondia exatamente à de uma caneta pertencente a Ana Clara, uma das alunas suspeitas. A correspondência da tinta indicou que Ana Clara possuía a caneta utilizada para escrever a carta. No entanto, como se tratava de um modelo de caneta comum, a evidência não foi suficiente para estabelecer de forma definitiva sua participação no crime. Isso ressalta a importância de utilizar várias técnicas forenses para corroborar as evidências.

Identificação de Sangue com Reagente Kastle-Meyer

A terceira técnica envolveu a identificação de resíduos de sangue encontrados em uma faca próxima ao local onde o professor foi atacado. O reagente Kastle-Meyer confirmou a presença de sangue humano, e a análise de DNA subsequente revelou que o sangue pertencia a

Carlos, o funcionário de manutenção da escola. A identificação do sangue de Carlos foi a evidência mais determinante, ligando-o diretamente ao ataque ao professor. A confirmação dessa evidência foi fundamental para a resolução do caso, levando à confissão de Carlos e confirmando sua responsabilidade pelo crime.

Resolução do Caso

Combinando as evidências forenses, a polícia chega à conclusão de que Carlos, o funcionário ressentido, é o responsável pelo ataque. Embora as impressões digitais de Beatriz e a tinta da caneta de Ana Clara tenham levantado suspeitas, foi o sangue encontrado na faca que desvendou o caso. A amostra de DNA obtida do sangue corresponde a Carlos, que confessou o crime após ser confrontado com as evidências. Carlos revelou que atacou o Sr. Oliveira com a intenção de intimidá-lo e causar-lhe danos suficientes para afastá-lo da competição de ciências. Para isso, Carlos usou um composto químico, que ele sabia que estava no laboratório, para deixar o professor inconsciente. Ele aplicou o composto em um lenço, que foi colocado sobre o nariz e a boca do Sr. Oliveira, induzindo-o rapidamente à inconsciência. Depois, em um ato de desespero, Carlos deixou a carta ameaçadora ao lado do professor e se feriu acidentalmente com a faca ao tentar manuseá-la, deixando o rastro de sangue que o incriminou. Assim, o caso é resolvido, e a competição de ciências é retomada, mas a escola fica marcada pelo incidente e pela revelação do plano de Carlos.

5.2 A Importância Da Experimentação No Ensino De Ciências

Estudos como o de Moreira (2011) mostram que a experimentação é fundamental para o desenvolvimento do pensamento científico nos alunos, ao possibilitar que eles relacionem teoria e prática de maneira concreta. Além disso, os resultados corroboram a pesquisa de Carvalho e Gil-Pérez (2007), que enfatiza a importância da experimentação no ensino de Ciências como uma forma de aproximar os alunos da realidade científica, tornando o aprendizado mais significativo e contextualizado. A interação direta com os materiais e os fenômenos estudados facilita a aprendizagem dos conceitos, algo que é menos provável de ocorrer com métodos de ensino somente expositivos. Carvalho e Gil-Pérez argumentam que "a prática experimental não só esclarece conceitos, mas também motiva os alunos ao mostrar-lhes a aplicação prática do que estão aprendendo".

Outro ponto importante foi a observação de que a experimentação contribui para a motivação dos alunos. Segundo os estudos de Krasilchik (2011), alunos motivados tendem a se

envolver mais nas atividades escolares e a apresentar um melhor desempenho acadêmico. No presente estudo, a motivação foi evidenciada pela participação ativa dos alunos nas atividades experimentais e pelo interesse demonstrado em aprofundar seus conhecimentos sobre os temas abordados. Krasilchik destaca que "o envolvimento dos alunos em atividades práticas aumenta seu interesse e curiosidade, elementos essenciais para um aprendizado duradouro e eficaz".

A prática experimental também promoveu a cooperação e a socialização entre os alunos. Durante as atividades, os estudantes foram incentivados a trabalhar em grupos, compartilhar ideias e discutir suas observações. Esse ambiente colaborativo não apenas facilitou na construção do conhecimento, mas também desenvolveu habilidades interpessoais importantes. Carvalho e Gil-Pérez (2007) ressaltam que a experimentação em grupo ajuda a desenvolver habilidades de comunicação e trabalho em equipe, essenciais tanto para o aprendizado quanto para a vida profissional futura.

Os resultados do estudo também mostraram que a experimentação ajudou a reduzir a resistência dos alunos em relação às disciplinas de Ciências, muitas vezes consideradas difíceis ou abstratas. A abordagem prática tornou os conteúdos mais acessíveis e menos intimidantes, o que foi fundamental para aumentar a confiança dos alunos em suas próprias capacidades de aprendizado. Moreira (2011) reforça essa ideia ao afirmar que a experimentação tem o potencial de desmistificar a ciência, tornando-a mais acessível e compreensível para todos os alunos.

Em síntese, a implementação de experimentação em sala de aula se mostrou uma ferramenta poderosa no ensino de Ciências, promovendo não apenas a compreensão teórica, mas também o desenvolvimento de habilidades práticas e comportamentais.

5.3 A Importância Da Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa é um conceito essencial na educação, especialmente no ensino de Ciências. Diferente da simples memorização de fatos, essa abordagem permite que os alunos realmente entendam e integrem os conteúdos estudados. David Ausubel, pioneiro nesse conceito, e Moreira (2011), que aprofundou suas ideias no Brasil, enfatizam a importância de conectar novos conhecimentos aos conceitos que os alunos já possuem.

Durante o estudo, observou-se que a aprendizagem significativa promoveu um ambiente de sala de aula mais engajado e motivador. Quando os alunos conseguem relacionar novos conceitos com o que já sabem, eles se tornam mais participativos e interessados nas aulas. Moreira (2011) explica que a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno consegue

relacionar, de maneira não arbitrária e substantiva, o novo conhecimento com os conceitos que ele já possui. Isso é facilitado por métodos de ensino que valorizam a interação e a aplicação prática dos conhecimentos.

Além disso, Antunes (2008) destaca que a aprendizagem significativa ajuda no desenvolvimento de habilidades cognitivas avançadas, como análise crítica e resolução de problemas. Antunes observa que os alunos quando incentivados a ligar novos conceitos com suas experiências anteriores, eles não apenas memorizam informações, mas também desenvolvem uma compreensão mais profunda e crítica do conteúdo. Isso é importante no ensino de Química, onde entender os fenômenos depende de integrar teoria e prática.

A motivação dos alunos é outro benefício da aprendizagem significativa. Segundo Ausubel (1980), a motivação é um fator crucial para a aprendizagem significativa, pois o aluno precisa estar disposto a relacionar o novo conhecimento com o que já sabe. No estudo, os alunos mostraram mais interesse e participaram ativamente das aulas, sugerindo que essa abordagem pode melhorar o desempenho acadêmico.

Um aspecto crucial observado foi a capacidade da aprendizagem significativa de facilitar a retenção de longo prazo dos conteúdos aprendidos. Ausubel (1980) argumenta que os conteúdos aprendidos de forma significativa são mais bem retidos e lembrados pelo aluno. Durante o estudo, os alunos demonstraram maior facilidade em lembrar e aplicar os conceitos aprendidos em diferentes contextos, indicando que a aprendizagem significativa não apenas melhora a compreensão imediata, mas também contribui para um conhecimento mais sólido e duradouro.

A aprendizagem significativa também promove a autonomia dos alunos em seu processo de aprendizado. Paulo Freire (1996) afirma que a educação deve ser um processo em que os alunos sejam sujeitos ativos, capazes de questionar, refletir e construir seu próprio conhecimento. Este estudo mostrou que, ao conectar novos conhecimentos com suas experiências anteriores, os alunos se tornaram mais autônomos e confiantes em suas capacidades de aprendizado.

5.4 Inclusão Da Química Forense No Ensino De Ciências

A Química Forense é a aplicação dos princípios e técnicas da química para a resolução de crimes. Ela envolve a análise de substâncias químicas encontradas em cenas de crime, como drogas, venenos, explosivos e resíduos de disparos de armas de fogo. A popularidade de séries

de televisão como “*CSI: Crime Scene Investigation*” tem contribuído para o aumento do interesse dos jovens por essa área.

Estudos têm demonstrado que a utilização da Química Forense no ensino de química pode aumentar significativamente o engajamento dos alunos. Segundo Silveira (2019), a introdução de atividades práticas e experimentais baseadas em casos forenses pode tornar as aulas mais dinâmicas e interativas, facilitando a compreensão de conceitos abstratos e complexos. Além disso, a contextualização dos conteúdos de química por meio de temas forenses pode contribuir para a formação cidadã dos alunos, ao mostrar a importância da química na sociedade e na resolução de problemas reais.

A pesquisa de Santos (2020) destaca que a Química Forense pode ser utilizada como um tema contextualizador no ensino de química, promovendo uma aprendizagem significativa. O autor desenvolveu uma atividade didática baseada na análise de um crime fictício, onde os alunos deveriam aplicar conhecimentos de química para resolver o caso. Os resultados mostraram que os alunos se sentiram mais motivados e envolvidos nas aulas, além de apresentarem uma melhor compreensão dos conteúdos abordados.

Outro estudo relevante é o de Silva e Rosa (2013), que utilizaram episódios da série “*CSI*” para ensinar conceitos de química no ensino médio. Os autores relataram que os alunos demonstraram um maior interesse e participação nas aulas, além de uma melhor retenção dos conteúdos. A utilização de materiais midiáticos e a simulação de situações reais de investigação criminal contribuíram para tornar as aulas mais atrativas e significativas.

Portanto, a inclusão da química forense no ensino de Química apresenta diversos benefícios, como o aumento do interesse e engajamento dos alunos, a facilitação da compreensão de conceitos complexos e a promoção de uma aprendizagem significativa. A contextualização dos conteúdos de química por meio de temas forenses pode contribuir para a formação cidadã dos alunos, ao mostrar a importância da química na sociedade e na resolução de problemas reais. Assim, a química forense se apresenta como uma estratégia pedagógica inovadora e eficaz para o ensino de química.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, foram desenvolvidas atividades práticas utilizando técnicas de química forense, adaptadas para aplicação no ambiente escolar. Essas técnicas foram escolhidas com base nos objetivos gerais e específicos da proposta didática, que visa tornar as aulas de química mais dinâmicas e interativas. O foco principal foi desenvolver uma metodologia que utilizasse a química forense como ferramenta para dinamizar o aprendizado, aproximando os alunos da realidade científica através de um enredo de crime fictício, onde eles assumem o papel de investigadores.

As atividades práticas propostas, como a cromatografia líquida e a análise de impressões digitais utilizando vapor de iodo, alinham-se diretamente aos objetivos específicos de planejar e implementar experimentos que simulem a coleta e análise de evidências químicas. A cromatografia líquida foi aplicada para separar os componentes da tinta de uma carta fictícia, utilizando acetona comercial e papel filtro, permitindo que os alunos observassem a separação das misturas. Já a análise de impressões digitais revelou como o vapor de iodo adere às substâncias oleosas, facilitando a visualização das digitais deixadas no papel. Essas práticas possibilitaram a exploração de conceitos químicos de maneira prática e contextualizada, fomentando a colaboração entre os alunos, que trabalharam em grupos de investigação para resolver o crime proposto.

É importante ressaltar que, embora a metodologia proposta ainda não tenha sido aplicada em campo, sua estrutura foi planejada de forma a atender os objetivos de promover a interação entre os alunos, desenvolver habilidades como pensamento crítico, trabalho em equipe e resolução de problemas, e estimular discussões sobre a relevância da química forense na vida real. O uso de metodologias ativas, como a simulação de investigações criminais, visa engajar os alunos no processo de ensino-aprendizagem, permitindo uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos químicos.

Além disso, a escolha das técnicas empregadas, como a cromatografia, a revelação de impressões digitais com vapor de iodo e a identificação de sangue com o reagente Kastle-Meyer, reflete o compromisso com a aplicação de experimentos que, embora simples, são eficazes para ilustrar conteúdos teóricos de forma prática. No entanto, a implementação dessas práticas deve levar em consideração as limitações de infraestrutura de algumas escolas, que podem não dispor dos reagentes ou equipamentos necessários.

Ao concluir esta proposta didática, torna-se evidente que a química forense, combinada com metodologias ativas, tem o potencial de enriquecer o ensino de química, tornando-o mais envolvente e relevante para os alunos. Essa abordagem interdisciplinar e contextualizada não apenas desperta o interesse dos estudantes, mas também contribui para a formação de indivíduos críticos, criativos e preparados para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea. Assim, a proposta apresentada está plenamente alinhada aos objetivos traçados, sendo uma alternativa promissora para transformar o ensino de química no ambiente escolar, preparando os alunos para uma aprendizagem significativa e duradoura.

Além disso, vale destacar que a introdução de técnicas forenses no ensino de química não apenas enriquece o conteúdo curricular, mas também desperta nos alunos um senso de curiosidade e pertencimento ao contexto científico. Ao vincular os conhecimentos teóricos a cenários práticos e intrigantes, como a resolução de crimes, os estudantes passam a perceber a aplicabilidade da química em situações do cotidiano, o que pode despertar novas vocações e incentivar o interesse por áreas científicas e tecnológicas. Essa estratégia pedagógica não só potencializa o aprendizado, mas também atua como um catalisador para o desenvolvimento de uma mentalidade investigativa e analítica, muito relevante para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, K.; DE GOES SAMPAIO, C.; ALVES, F. A. F. Toxicologia forense: estudo bibliográfico sobre as técnicas relacionadas à química analítica nas investigações criminais. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 11, n. 1, p. 59-64, 2022.

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

ANTUNES, C. **Como desenvolver as competências em sala de aula**. Petrópolis: Vozes, 2008.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

BERGSLIEN, E. Teaching To Avoid the “CSI Effect”. **Journal Of Chemical Education**, v. 83, 2006.

BUONFIGLIO, A. Uma didática história da química: da filosofia grega à contribuição dos alquimistas da antiguidade, as ideias, os experimentos e teorias que configuraram a química como ciência. **ComCiência**, n. 130, p. 1-2, 2011.

CARBONELL, J. **A aventura de inovar: a mudança na escola**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002. 120p. (Coleção Inovação Pedagógica, n.1).

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2007.

CHEMELLO, E. (2006) **Ciência forense: impressões digitais**. Química Virtual. Retirado no dia 17/05/17, de <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAALTkAC/ciencia-forense-impressoes-digitais>.

COSTA, M. J.; DA SILVA, N. E.; MALHEIROS, J. B.; DOS SANTOS, D. S. Experimentação de química forense como instrumento de aprendizagem para o ensino de química no ensino médio. In: **59º Congresso Brasileiro de Química**, 2024. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2019/trabalhos/6/142926490.html#:~:text=Este%20trabalho%20prop%C3%B5e%20que%20a,da%20qu%C3%ADmica%20de%20forma%20significativa.>

Acesso em: ago. 2024.

CRUZ, A. A. C.; RIBEIRO, V. G. P.; LONGHINOTTI, E.; MAZZETTO, S. E. A Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação Investigativa e Lúdica. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 167-172, 2016.

DIAS FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E. A perícia criminal e a interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Naturais. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 67-72, 2010.

FERREIRA, P. F. M.; QUEIROZ, A. S.; MENDONÇA, P. C. C. Modelagem e representações no ensino de ligações iônicas: análise em uma estratégia de ensino. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS**, 6., 2007, Florianópolis-SC. **Anais...** Florianópolis-SC: ABRAPEC, 2007.

FONSECA, R. I. B. et al. Actual trends in the use of the Kastle-Meyer test: applications in different species and verification of the limit of detection of sensitivity and vestigiality. **J Dairy Vet Anim Res**, v. 8, n. 4, p. 166-170, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Edusp, 2011.

LINCK, D. L. H. **Métodos colorimétricos de identificação de drogas de abuso**. Novo Hamburgo-RS: Centro Universitário Feevale, 2008.

MALUQUE, F. A. “**Química forense: Papel e desafios na investigação criminal**”, v. 3, n. 7, ano II, jan.-mar. 2016.

MARIN, M. J. S. et al. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 34, n. 1, p. 13-20, 2010.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. São Paulo: Papirus, 2013.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

MOTA, L.; DI VITTA, P. B. **Química forense: utilizando métodos analíticos em favor do poder judiciário**. Dissertação (Mestrado) - Centro de Pós-graduação Oswaldo Cruz, 2013.

PEREIRA, C. B. C. **A utilização da Química Forense na investigação criminal**. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA - Assis, 2010. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

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

ROCHA, H. M.; LEMOS, W. de M. Metodologias ativas: do que estamos falando? Base conceitual e relato de pesquisa em andamento. In: **SIMPÓSIO PEDAGÓGICO EM COMUNICAÇÃO**, 9., 2014, Resende. **Anais...** Resende, 2014. p. 1-12.

SANTOS, F. R. **Proposta de uma atividade usando a química forense para a contextualização no ensino de química**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

SEBASTIANY et al. A utilização da Ciência Forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educación Química**, v. 24, n. 1, p. 49-56, 2013.

SILVA, P. S.; ROSA, M. F. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 123-134, 2013.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos: um estudo de caso. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008.

SILVEIRA, A. M. **Química forense no ensino de Química: o que nos diz a literatura? 2019. Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.


SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos da Química Analítica**. Tradução da 8ª edição norte-americana. São Paulo: Thomson, 2007. p. 797-800.

SOUZA, C. M. **Ciências forenses em sala de aula**. 2008. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/ciencias-forenses-em-sala-de-aula/9772/>. Acesso em: jun. 2024.

SOUZA, T. A. **Ciência forense como lugar interdisciplinar no Ensino Médio: uma experiência docente**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016.

ZÓBOLI, G. **Práticas de ensino: subsídios para a atividade docente**. São Paulo

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Sousa - Código INEP: 25018027
	Av. Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorriândia III, CEP 58805-345, Sousa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0004-18 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Trabalho de Conclusão de Curso

Assunto:	Trabalho de Conclusão de Curso
Assinado por:	Laura Oliveira
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Laura lanca Gomes de Oliveira, ALUNO (201918740006) DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - SOUSA**, em 16/09/2024 16:15:41.

Este documento foi armazenado no SUAP em 16/09/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1250235

Código de Autenticação: 7eaa4b48a8

