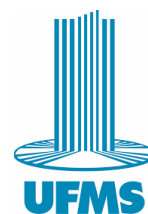




**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA**



ARTHUR RODRIGUES DE MENDONÇA

**CASOS INVESTIGATIVOS SOBRE QUÍMICA FORENSE: UMA
ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO**

CAMPO GRANDE-MS

2026

ARTHUR RODRIGUES DE MENDONÇA

**CASOS INVESTIGATIVOS SOBRE QUÍMICA FORENSE: UMA ABORDAGEM NO
ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Química, da
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito parcial para a
obtenção do título de Licenciado em
Química.

Orientadora: Prof.^a Dra. Daniele
Correia

**CAMPO GRANDE-MS
2026**

ARTHUR RODRIGUES DE MENDONÇA

**CASOS INVESTIGATIVOS SOBRE QUÍMICA FORENSE: UMA
ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO**

Campo Grande, MS, 23 de Junho de 2026

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. ^a Dra. Daniele Correia
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof.^a Me. Larissa Ávila
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof.^a Me. Miriã Codignola
Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso do Sul

APRESENTAÇÃO

Neste momento ímpar, sinto-me grato pela trajetória traçada até aqui. Sempre gostei de dar aulas de música e, com o incentivo do professor Fabio do Vale, meu professor do ensino médio, comecei a pesquisar sobre o curso de Química e fiquei encantado. Iniciei a graduação com o intuito de ministrar aulas para o ensino médio e ter meu próprio curso na área, porém a vida nos reserva surpresas.

Atualmente, sou Guarda Civil Metropolitano, representante comercial e músico em cerimônias de casamento. Meu objetivo hoje é seguir com carreiras policiais e, quem sabe, na perícia criminal. Mesmo que eu não esteja atuando na docência ou que ela não seja minha pretensão principal no momento — uma linda profissão, que forma todas as outras —, sei que muitas oportunidades podem surgir e, com certeza, estarei de braços abertos para elas.

O curso de Química sempre terá um espaço de grande relevância na minha formação pessoal. Durante a graduação, pude fazer um grande amigo, o Brunno Laburu, que se transformou em um verdadeiro irmão para mim. Os programas PIBID, PIBIC e Residência Pedagógica também foram fundamentais para o meu crescimento.

Com toda a certeza, após estes anos de universidade, tanto o conhecimento científico quanto as vivências acadêmicas fizeram de mim um ser humano melhor e ampliaram imensamente minha visão de mundo

E por fim gostaria de agradecer aos meus pais por sempre estarem comigo, minha namorada Victoria Matta pelo apoio em todos os momentos, aos amigos pela parceria e à Deus pela dádiva de viver e progredir.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mecanismo de reação do Luminol.....	15
Figura 2 - Imagem ilustrativa do luminol em cena de crime.....	166
Figura 3 - Impressão digital revelada com vapor de iodo.....	17
Figura 4 - Etapas da sequência didática.....	19
Figura 5 - Estudantes voluntários para o experimento.....	21
Figura 6 – Publicação no Instagram da aula ministrada.....	22
Figura 7 – Respostas dos estudantes para o caso 1.....	31
Figura 8 – Respostas dos estudantes para o caso 2.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características do Luminol.....	14
Quadro 2 - Sequência de aulas.	19
Quadro 3 – Características do caso “O caso da viúva negra”.....	24
Quadro 4 – Características do caso “Mistério do fundo do poço”.....	26
Quadro 5 – Descrição das habilidades relacionadas ao estudo de caso.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. ESTUDO DE CASOS.....	12
2.1 Química forense como agente motivador	13
2.2 Luminol.....	14
2.3 Revelação de digitais com a técnica de vapor de iodo	16
3. METODOLOGIA	17
3.1 Sequência das aulas	18
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	29
4.1 Respostas do Estudo de Caso 1	29
4.2 Respostas do Estudo de Caso 2	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6. REFERÊNCIAS.....	38

ARTIGO – CASOS INVESTIGATIVOS SOBRE QUÍMICA FORENSE: UMA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO

Resumo: Atualmente, discute-se muito a respeito da dificuldade dos estudantes em aprender conceitos químicos. Constatou-se que aulas tradicionais ainda são muito utilizadas e não promovem uma aprendizagem efetiva. Mesmo que a química esteja presente no cotidiano dos alunos, realizar a conexão da teoria com o mundo real ainda é um desafio. Gráficos, fórmulas e conceitos abstratos sem contextualização fazem com que os educandos vejam a química com desinteresse. Neste cenário, a química forense entra como um agente motivador, despertando a curiosidade e o interesse. Há diversos trabalhos que demonstram que, por meio do "Efeito CSI", a abordagem de conteúdos que envolvem a ciência forense tem obtido grandes resultados. Até mesmo alunos que até então não participavam das aulas, através da temática forense, mostraram-se motivados com o tema. Ademais, como uma forma de dinamizar e desenvolver a autonomia e o pensamento crítico, temos as metodologias ativas, como o Estudo de Caso. Nele, os alunos desenvolvem a aplicação dos conteúdos de forma mais autônoma, na qual propõem soluções e discutem acerca do problema com os colegas e o professor. Aliando a química forense ao estudo de caso, temos um recurso promissor para desenvolver uma aprendizagem efetiva. Neste contexto, este trabalho, de caráter qualitativo, envolveu estudos de casos com temática forense para alunos de uma escola da rede estadual em Campo Grande – MS. O objetivo foi trabalhar dois estudos de casos que abordam as técnicas de luminol e de revelação de digitais com vapor de iodo, para investigar as contribuições dos casos no processo de aprendizagem em conhecimentos de química. Além disso, durante as aulas, foi realizada uma visita técnica dos peritos da Polícia Científica de Mato Grosso do Sul. A metodologia de análise de conteúdo de Bardin foi utilizada para a análise de dados. Os resultados foram obtidos a partir de uma turma multisseriada com 21 alunos, durante a Disciplina Eletiva na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Os dados mostraram que os discentes obtiveram uma aprendizagem efetiva através da formulação de respostas condizentes e variadas aos estudos de casos, além dos experimentos e oficinas que ampliaram as experiências, promovendo a formação cidadã e apresentando a química de forma mais interessante e contextualizada.

Palavras-chave: química forense; estudo de caso; ensino de química.

ARTICLE – INVESTIGATIVE CASES ON FORENSIC CHEMISTRY: AN APPROACH IN HIGH SCHOOL

Abstract: Currently, there is much discussion about the difficulty students have in learning chemical concepts. It is observed that traditional classes are still widely used and do not promote effective learning. Even though chemistry is present in students' daily lives, connecting theory to the real world remains a challenge. Graphs, formulas, and abstract concepts without contextualization cause students to view chemistry with disinterest. In this scenario, forensic chemistry emerges as a motivating agent, sparking curiosity and interest. Several studies demonstrate that, through the extensive CSI effect, the approach to content involving forensic science has yielded great results. Even students who previously did not participate in classes have shown themselves to be motivated by the topic of forensics. Also, as a way to make learning more dynamic, develop autonomy, and foster critical thinking, we have active methodologies such as the Case Study. In this method, students develop the application of content more autonomously, proposing solutions and discussing the problem with other classmates and the teacher. By combining forensic chemistry with case studies, we have a promising resource for developing effective learning. In this context, this qualitative study involved forensic case studies for students at a state school in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. The objective was to work with two case studies addressing the techniques of luminol and iodine vapor fingerprinting to investigate the contributions of these cases to the learning process in chemistry knowledge. In addition, a technical visit by experts from the Scientific Police of Mato Grosso do Sul was conducted during the classes. Bardin's content analysis methodology was used for data analysis. The results were obtained from a multi-grade class of 21 students during an elective course in Natural Sciences and Technologies. The data showed that the students achieved effective learning through the formulation of appropriate and varied responses to the case studies. Furthermore, experiments and workshops broadened their experiences, promoting civic education and presenting chemistry in a more interesting and contextualized way.

Keywords: forensic chemistry; case study; chemistry teaching.

1. INTRODUÇÃO

É notória a importância da química para a formação de alunos e futuros cidadãos. Esta matéria tem grande potencial de relacionar os fenômenos do cotidiano dos discentes com os conceitos teóricos. Porém, ainda é um desafio implementar novas estratégias pedagógicas para superar as aulas tradicionais, nas quais os estudantes têm dificuldade. Com o intuito de fomentar os estudantes para reconhecerem a aplicabilidade da química no mundo e promover a aprendizagem, aliou-se o “Novo Ensino Médio” com química forense e estudo de casos.

No ano de 2018 foram implementadas as novas diretrizes do ensino médio. Várias habilidades relacionadas à autonomia e pensamento crítico são propostas nesta nova estrutura de ensino. Neste contexto, os alunos devem saber relacionar o mundo científico aos problemas do cotidiano, a fim de solucioná-los ou propor soluções. Segundo o Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul:

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias oportuniza o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados na etapa anterior. Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens científicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais. (Mato Grosso Do Sul, 2021, p. 96).

Além disso, consta no novo modelo, a inserção de Unidades Curriculares Eletivas (UC), nas quais este trabalho foi aplicado. A UC é o momento em que será realizado o aprofundamento dos estudos, relacionar com outras disciplinas, possibilitar outras vivências e aprendizados. De forma intencional e sempre conduzida por um professor, mas fugindo de aulas tradicionais, elas possuem um alto teor de criatividade e contextualização para que ocorra o engajamento dos alunos. O docente desenvolve uma postura de mediador, para conduzir o aprendizado dos alunos e assim de forma conjunta construir valores para a vida e aprendizagem efetiva.

É proposto também que sejam usadas metodologias ativas para desenvolver e alcançar as habilidades acima descritas. Como por exemplo, o Estudo de Casos, uma variação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e um recurso pedagógico promissor. Desta

forma superando o modelo tradicional de ensino e promovendo a autonomia dos discentes. No âmbito da Química Forense, tal abordagem se potencializa ao explorar a curiosidade inerente dos alunos por investigações criminais — muitas vezes estimulada pelo "Efeito CSI" —, convertendo o interesse midiático em ferramenta para a compreensão de conceitos científicos abstratos e de difícil assimilação.

A química forense é a vertente que aplica os conhecimentos e métodos da ciência química para auxiliar na resolução de crimes. Ela desempenha um papel crucial na investigação de crimes, fornecendo técnicas analíticas avançadas e rigorosas que permitem identificar substâncias, analisar vestígios em cenas de crime e produzir provas científicas indispensáveis para o esclarecimento da justiça.

A fim de materializar essa proposta pedagógica e investigar suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem, este trabalho adotou uma abordagem qualitativa do tipo pesquisa-intervenção, realizada no contexto de uma Unidade Curricular Eletiva voltada à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias em uma Escola da Rede Estadual de Ensino em Campo Grande – MS. A intervenção estruturou-se a partir do desenvolvimento e da aplicação de dois estudos de casos específicos, intitulados "O caso da viúva negra" e "Mistério do fundo do poço". Essas narrativas foram desenhadas com o intuito de contextualizar conteúdos fundamentais de química por meio do exame de fenômenos práticos e cotidianos das ciências forenses.

Para enriquecer a experiência e dar suporte teórico e experimental à resolução dos casos, a sequência didática articulou momentos teóricos, práticos e de interação profissional, com destaque para a realização de experimentos laboratoriais e a visita técnica de peritos da Polícia Científica de Mato Grosso do Sul. O primeiro caso focou na técnica de revelação de impressões digitais latentes por meio do vapor de iodo, integrando conceitos sobre transições de estado físico, forças intermoleculares e o processo de adsorção física. O segundo caso direcionou o olhar dos discentes para a técnica do luminol, explorando o mecanismo de reações de quimiluminescência, a ação catalisadora do ferro presente na hemoglobina, a correlação direta com o Modelo Atômico de Bohr e demais variações da aplicação da técnica.

Nesse cenário interativo e investigativo, o objetivo geral é analisar a contribuição dos estudos de casos com temática forense no processo de aprendizagem. Os objetivos específicos deste trabalho são: abordar e descrever a química forense, em especial o uso das técnicas de luminol e vapor de iodo; elucidar o funcionamento do luminol, sua reação com o sangue, os interferentes e sua sensibilidade; elucidar o funcionamento da técnica de iodo, sua reação com as partículas de suor e sua durabilidade; e demonstrar, através do experimento, os conceitos

vistos na aula teórica. Pretende-se, por conseguinte, avaliar em que medida a articulação entre as metodologias ativas e a temática forense pode atuar como agente motivador, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico, da argumentação científica e de uma aprendizagem potencialmente significativa na educação básica.

2. ESTUDO DE CASOS

O Estudo de Casos é uma variante da Aprendizagem Baseada em Problemas. Inicialmente, foi criado na Escola de Medicina da Universidade de MacMaster e por muitos anos seu uso restringiu-se aos profissionais da área da saúde. Este recurso didático, baseado em situações reais, simula casos onde o aluno será protagonista no processo de ensino e aprendizagem. Neste contexto, o aluno não será apenas um ouvinte como em aulas tradicionais, mas sim um sujeito ativo, desenvolvendo habilidades como tomada de decisões (Queiroz, Cabral, 2016).

Segundo Sá, Francisco e Queiroz (2007), outras habilidades são trabalhadas no estudo de casos, como por exemplo: promover relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade; colocar os estudantes em uma posição central no processo educacional; desenvolver habilidades de pensamento crítico de ordem superior dos estudantes, que incluem a identificação de questões chaves e de informações relevantes para a resolução dos casos; melhorar as habilidades de comunicação dos estudantes e favorecer a troca de conhecimentos entre eles (Queiroz, Cabral, 2016). Além disso, o professor atua como um mediador ou facilitador, podendo dar contribuições, mas no final o aluno sempre desenvolve a autonomia do raciocínio.

Podemos ressaltar também a contribuição de Clyde Freeman Herreid, professor de Biologia na Universidade de Buffalo, nos Estados Unidos. Ele defende que um bom caso deve ser envolvente, desafiador, baseado em fatos e dados reais, e estimular a reflexão crítica dos estudantes. Além disso, o caso deve fornecer informações suficientes para os estudantes formularem hipóteses e tomar decisões, sem que eles fiquem entediados ou percam o estímulo devido à falta de dados, promovendo assim um ambiente de aprendizado interativo e colaborativo. Assim baseado em Herreid (1998), estas são as principais características que devem ser consideradas na elaboração de um “bom” caso. Assim, um bom caso deve:

- Narrar uma história;
- Despertar interesse pela questão;

- Ser atual;
- Criar empatia com os personagens;
- Ter citações;
- Ter utilidade pedagógica;
- Provocar conflito;
- Forçar decisões;
- Ser curto.

2.1 Química forense como agente motivador

Um dos maiores desafios no ensino de química é relacionar os conceitos químicos, fórmulas e gráficos com o cotidiano dos estudantes. Não ocorrendo tal conexão entre a teoria e a realidade, isso faz com que os alunos vejam a disciplina como algo sem contexto e desinteressante (Cunha, 2004). Neste cenário, Cruz *et al.* (2016) conclui que ao promover atividades, por meio da contextualização e experimentação, os alunos assimilam e demonstram interesse pelos conceitos. Sendo umas das formas de dinamizar e conquistar o interesse dos alunos pela química, a ciência forense mostra um grande potencial para tal finalidade. Segundo Silva (2013), os estudantes se interessam cada vez mais pela temática forense, sendo consequência também do Efeito CSI. Este efeito se deve às séries televisivas, como o próprio CSI - Crime Scene Investigation, Cold Case, Criminal Minds, Medical Detectives que tratam sobre investigações criminais.

Sendo um tema contextualizado e que amplia o horizonte dos alunos, a ciência forense coloca os conceitos científicos já aprendidos ou a serem abordados em prática, através da tentativa e pensamento crítico, visto que na elucidação de crimes, são várias técnicas envolvidas, fazendo com que proponham soluções. Inúmeras são as formas de trabalhar as áreas que envolvem a investigação forense, além de ampliar o “leque de fenômenos da vida social cotidiana”, contribuindo para a formação cidadã. (Sebastiany *et al.*, 2013)

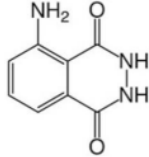
Trazendo o olhar químico para a ciência forense, observamos que a química se constitui uma disciplina de suma importância para formação discente. Ela se constitui na ligação entre os fenômenos e transformações do mundo e a compreensão deste pelos alunos, assim desconstruindo a ideia de informações isoladas. Utilizando a química forense como agente motivador, torna-se um recurso didático para promover a construção do conhecimento de forma integral (Adorni, Silva, 2019). Na literatura há diversos trabalhos que demonstram o quanto interessante se torna a química, ao ser trabalhado o tema química forense. É possível

notar que nem sempre é o conteúdo em si que gera dificuldade nos alunos, mas como é aplicado e relacionado com o cotidiano. Conforme Santos e Amaral (2020) ao serem executadas atividades com temática forense, foi possível o diálogo e discussão acerca dos fenômenos. Nele os alunos puderam, através da curiosidade sobre o tema, relacionar conceitos químicos com o seu cotidiano. Por meio da interação dialógica houve o envolvimento dos estudantes com o tema e posteriormente através de avaliação, pôde-se perceber que houve uma aprendizagem potencialmente significativa.

2.2 Luminol

O luminol, representado no Quadro 1, ou 5-amino-2,3-dihidro-1,4-ftalazinadiona é uma molécula que têm se tornado cada vez mais conhecida nos últimos anos, visto que é apresentada em seriados de investigação forense para identificação de vestígios de sangue. O nome “Luminol” foi utilizado pela primeira vez por Huntress, em 1934, e significa “Produtor de luz” (BARNI *et al.*, 2007).

Quadro 1 - Características do Luminol.

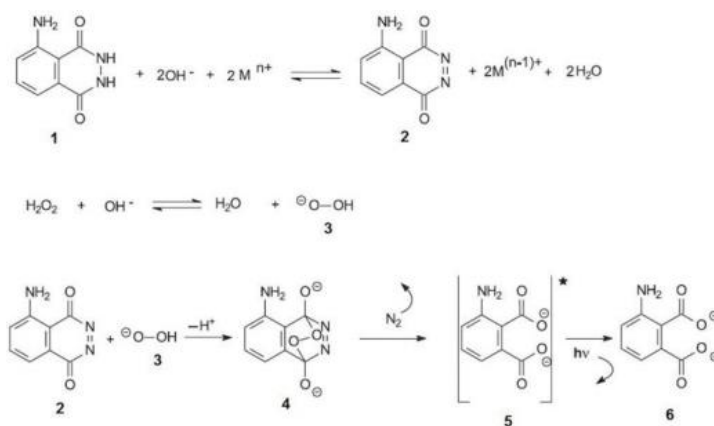
Nome	5-amino-2,3-dihidro-1,4-ftalazinadiona
Fórmula molecular	$C_8H_7N_3O_2$
Fórmula estrutural	
Massa molecular	177,16 g/ mol
Ponto de fusão	319 – 320 ° C
Solubilidade em água	< 0,1 g/ 100 mL à temperatura ambiente
Propriedades físicas	Sólido cristalino amarelo (cristais granulados)

Fonte: Souza e Ferreira (2018).

Esta substância em meio básico e quando oxidado por peróxido de hidrogênio (H_2O_2), apresenta o fenômeno da quimiluminescência (liberação de energia na forma de luz, decorrente de uma reação química), porém a reação é lenta. Quando em contato com o sangue, que possui o metal ferro (encontrado na molécula hemoglobina), a reação ocorre de

forma mais rápida, gerando o fenômeno da luz azul, característica do luminol. (Ferreira, Rossi, 2002), representado na Figura 1.

Figura 1 - Mecanismo de reação do Luminol



Fonte: Souza e Ferreira (2018).

É possível observar no mecanismo que há um estado excitado, que ao voltar para seu estado fundamental libera uma quantidade de energia representada por $h\nu$. Conforme Souza e Ferreira (2018):

A quimiluminescência ocorre devido à dispersão de radiação eletromagnética correspondente ao excesso de energia de uma molécula. Este fenômeno acontece em razão do rompimento de ligações dotadas de ampla energia, as quais sempre estiveram existentes na molécula ou surgiram devido aos rearranjos decorrentes da formação de intermediários (com ligações de alta energia). No caso do 5-amino-2,3-dihidro-1,4-ftalazinadiona, essas ligações não existem inicialmente, mas aparecem em virtude do rearranjo molecular, promovendo a formação do 3-amino-ftalato (*composto 5*) excitado. (Souza, Ferreira, 2018, p. 39).

Vale ressaltar que toda reação quimiluminescente é exotérmica, uma vez que parte da energia liberada é em forma de calor. Nesse tipo de reação (quimiluminescente), o reagente (R) possui energia suficiente, devido ao choque entre as moléculas ou na forma de tensão estrutural, para levá-lo ao estado de transição (\ddagger), que possui energia superior ao estado eletrônico excitado do produto (P^*). Logo, o produto formado no estado excitado perderá esta energia excedente, retornando ao seu estado fundamental pela liberação da energia excedente em forma de quimiluminescência. (Souza, Ferreira, 2018, p. 40).

Tal efeito pode ser visualizado na Figura 2:

Figura 2 - Imagem ilustrativa do luminol em cena de crime.



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/curiosidades/luminol-contra-crime.htm>

Tendo visto o mecanismo de reação do luminol, a sua aplicação na ciência forense é a principal utilidade deste composto. Desde a sua descoberta em 1937, no Instituto Universitário para Medicina Legal e Ciências Criminalísticas de Jena na Alemanha, após pesquisas, constatou-se que a identificação de sangue latente poderia ser realizada pelo uso do luminol. Desde então, este composto tornou-se grande aliado da Polícia Forense (Barni *et al.*, 2007). Outras informações a respeito do luminol são úteis, como: 1) Mesmo após anos, o sangue ainda é detectado, em torno de 8 anos; 2) Algumas substâncias podem mascarar o efeito luminescente, mostrando um falso positivo, desta forma ocorrendo a luminescência, mas sem o sangue em si. Algumas substâncias que fazem este feito são: enzimas *peroxidases* capazes de catalisar uma reação mediante a presença de um peróxido (permanganato de potássio (KMnO_4), iodo (I_2), hipoclorito (ClO^-), encontrados em produtos de limpeza), o rábano (*Armoracia rusticana*), alguns tipos de colas e óleos. Os produtos de limpeza mesmo produzindo a quimiluminescência, demonstram uma pequena diferença na coloração azul, a quimiluminescência produzida por alvejantes é emitida num comprimento de onda em torno de 431 nm e a quimiluminescência produzida pelo sangue é emitida em torno de 425 nm. Através desta diferença, um perito saberá conduzir tal procedimento; 3) É um método muito sensível, visto que é possível detectar o sangue numa diluição de até 1:10.000.000, independente da superfície. (Souza, Ferreira, 2018).

2.3 Revelação de digitais com a técnica de vapor de iodo

Sabemos que é muito comum a datiloscopia civil, na qual é recolhida a digital e anexada a um documento com fim de identificação de pessoas. Num conceito geral da

datiloscopia, cada indivíduo possui desenhos únicos das impressões digitais dos dedos e não existem padrões iguais, tanto entre pessoas como entre os dedos do mesmo indivíduo. Assim, a técnica de revelação de digitais com vapor de iodo também é um recurso muito utilizado na ciência forense, com o intuito de confirmar ou descartar suspeitos em cenas de crime (Chemello, 2006). Além disso, é uma técnica não destrutiva, ou seja, não danifica as provas da investigação (Dias *et al.*, 2016).

Conforme a ciência mostra, as impressões digitais são formadas no útero materno, durante o desenvolvimento do feto. Dois processos estão envolvidos nessa etapa: o pregueado aleatório da epiderme (o que explica por que é que as impressões digitais são únicas para cada indivíduo) e o crescimento dos nervos digitais palmares (Farias, 2007).

O Iodo é uma substância que possui capacidade de sublimar, que é realizar a passagem direta do estado sólido para o gasoso, após absorver energia na forma de calor e em seu estado sólido possui coloração cinza-violeta e volátil. Porém, quando entra em contato com a impressão digital na forma de vapor, coloração da digital revelada passa a ser marrom amarelada. A interação que ocorre pode ser descrita através do conceito de adsorção física. (Francez, Correia, 2021).

Conforme a figura 3, quando as moléculas de iodo no estado gasoso interagem com as que compõem o sangue (água, sais minerais, lipídios e gorduras do suor do corpo), as forças intermoleculares do tipo Van Der Waals fazem com que elas fiquem presas. Ocorre atração pela diferença de polaridade, através de dipolos instantâneos ou induzidos (Andia, 2009). Porém esta interação é fraca e pela volatilidade do iodo, a revelação se desfaz ao longo do tempo, sendo necessário algum tipo de registro ou aplicar substâncias fixadoras para ser útil nas investigações.

Figura 3 - Impressão digital revelada com vapor de iodo.



Fonte: <https://forensichemistry.science.blog/category/datiloscopia/>

3. METODOLOGIA

Este trabalho possui uma abordagem qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 47) “[...] na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal”. Conforme será descrito a seguir, os dados foram retirados de uma sala de aula com turma multisseriada do ensino médio. Esta pesquisa de cunho qualitativo é do tipo pesquisa intervenção pedagógica, que segundo Damiani *et al.* (2013) consiste em uma investigação que busca promover avanços e melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos participantes, seguido de avaliação da eficácia dessas intervenções. A seguir será apresentada a sequência na qual as atividades foram realizadas.

3.1 Sequência das aulas

As atividades foram realizadas na Escola Estadual Severino de Queiroz, Campo Grande – MS, em uma turma multisseriada de Unidade Curricular Eletiva no período vespertino, através do Programa Residência Pedagógica (PRP)¹. Este programa era composto pela professora orientadora Dra. Daniele Correia (UFMS), residentes (PRP) e a professora titular da escola para que de forma conjunta orientassem e contribuíssem com a formação dos residentes. A turma era composta por alunos do 1º, 2º e 3º anos, devido à grade curricular que a Rede Estadual adotou naquele ano. Conforme a Resolução/SED N. 3.410, de 6 de fevereiro de 2018, que além de ampliar a carga horária, estabelece que serão instituídos:

Art. 4º As Atividades Integradoras, que compõem a Parte Diversificada da Matriz Curricular, serão ofertadas por meio das disciplinas denominadas Projeto de Vida, Pós-Médio, Estudo Orientado e Atividades Eletivas I, II e III.

§ Art. 4.3 Atividades Eletivas I, II e III correspondem ao tempo de estudo destinado ao desenvolvimento de atividades relativas aos campos de ação pedagógico-curricular: Iniciação Científica e Pesquisa; Línguas Adicionais/Estrangeiras; Cultura Corporal; Produção e Fruição das Artes; Comunicação, Uso de Mídias e Cultura Digital e/ou Protagonismo Juvenil. (Mato Grosso do Sul, 2018).

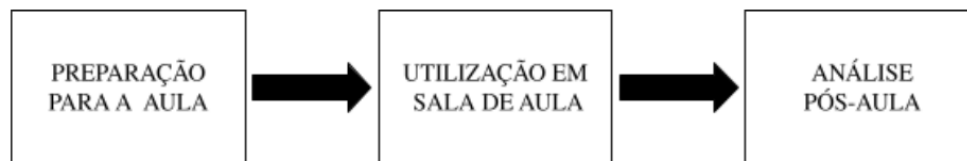
Acrescenta-se também que, segundo a portaria, esta organização da grade tem por finalidade educar pela pesquisa, dentro da perspectiva de uma educação científica, a partir da

¹ Segundo a Portaria Gab N° 82, de 26 de Abril de 2022, O Programa Residência Pedagógica é um programa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, que tem por finalidade fomentar projetos institucionais de residência pedagógica implementados por Instituições de Ensino Superior, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação inicial de professores da educação básica nos cursos de licenciatura.

construção do conhecimento como algo contínuo, um compromisso com o processo de aprendizagem escolar. Sendo assim, os professores da escola definiram as áreas/temas, onde cada aluno poderia se inscrever, conforme seu interesse. Foi neste cenário que as atividades deste trabalho foram realizadas na Eletiva de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Tendo em vista as recomendações de Serra e Vieira (2006), este trabalho foi desenvolvido em três momentos distintos, representado na Figura 4.

Figura 4 - Etapas da sequência didática.



Fonte: Serra e Vieira (2006).

A sequência de aulas seguiu conforme o Quadro 2:

Quadro 2 - Sequência de aulas.

Aulas	Carga horária	Descrição	Responsável
Aula 01 - Luminol	2 aulas - 100 minutos	Embasamento teórico para o estudo de caso e experimento	Residente
Aula 02 – Revelação de digital através de Pó de iodo	2 aulas - 100 minutos	Embasamento teórico para o estudo de caso, experimento	Residente
Visita dos peritos	2 aulas - 100 minutos	Palestra e oficinas	Peritos e residente
Estudo de caso	2 aulas - 100 minutos	Aplicação de estudo de caso das aulas 1 e 2	Duplas, com supervisão do residente

Fonte: O autor, 2026.

A primeira aula, realizada no dia 26 de outubro de 2023, se embasou no e-book Química Forense: Atividades Investigativas e Estudo de Casos. É discutido, para cada tema a ser trabalhado, a explicação sobre a técnica, juntamente com os fenômenos químicos envolvidos, uma sugestão de experimento e posteriormente o estudo de caso. No caso do Luminol, tema da aula 01, o livro elucida sobre o objetivo de revelar manchas de sangue e

como isso pode trazer informações acerca de cenas de crime. Após isso, explica brevemente sobre o mecanismo de reação e que a técnica do luminol é uma reação de quimiluminescência. Dando continuidade no embasamento da aula, o e-book trata sobre o Modelo Atômico de Bohr, descrevendo sobre a energia quantizada e que o elétron ao receber energia, transita entre eles e libera energia na forma de fóton. Relacionando assim com a quimiluminescência: “O modelo de Bohr está estritamente ligado à quimiluminescência, que é a emissão de luz através de uma reação química, onde ocorre a excitação eletrônica através de uma reação química e, ao decair para o estado fundamental, há emissão de luz” (Francez, Correia, 2021).

Inicialmente foi perguntado aos alunos se sabiam sobre as séries mais famosas que tratam sobre perícia e investigação. Prontamente interagiram e demonstraram interesse sobre o assunto da aula. Seguiu-se a mesma estrutura do e-book. Pensando na dificuldade dos alunos de compreender este conceito químico (quimiluminescência do luminol), a aula, apresentada na forma de slides, contemplou, de forma mais minuciosa, o mecanismo de reação. O objetivo não era que os alunos soubessem o que acontece em cada etapa, mas sim de entender que o ferro (M^{N+}) do sangue é um catalisador da reação do luminol, que faz com que a reação seja mais rápida (Souza, Ferreira, 2018).

Foi explicado que há um estado excitado que, relacionando com o Modelo de Bohr, ao voltar para seu estado fundamental ocorre a liberação do fóton. Além disso, foi tratado sobre a diluição de 1:10.000.000 do sangue, sua detecção pelo luminol até 8 anos depois, os interferentes que podem mascarar a reação e como alguns produtos de limpeza e óleos podem mostrar um falso positivo na detecção do sangue. Todos estes conceitos também foram mostrados na visita dos peritos da Polícia Científica de Mato Grosso do Sul, atividade que será descrita mais a frente.

Finalizada a aula, deu-se início ao experimento. Os materiais foram organizados e a solução de luminol preparada previamente. O residente realizou o procedimento e os alunos assistiram. Uma pequena amostra de sangue bovino foi colocada sobre uma tira de papel e inserida dentro de uma caixa de sapato, para que a reação fosse observada num ambiente escuro. Após isso, antes de tampar a caixa, foi borrifada a solução de luminol. Através de um pequeno furo, os alunos observariam a coloração azul da quimiluminescência. Apesar do experimento ter seguido o roteiro experimental do e-book, usado como guia, não foi possível observar o efeito visual esperado. Neste momento o experimento não obteve êxito, mas na visita dos peritos, que será descrito mais à frente, a reação ocorreu e os alunos puderam visualizar.

A segunda aula, realizada no dia 9 de novembro de 2023, também foi retirada do e-book e apresentada na forma de slides. Os tópicos abordados na aula foram: importância da revelação de digitais em cenas de crimes, composição da impressão digital e sua formação, a molécula de iodo e sua propriedade de sublimação, forças intermoleculares e como ocorre a interação do iodo com as moléculas da digital. Nesta aula, também foi realizado o experimento que prevê o e-book. O residente conduziu o experimento, manipulando os reagentes com a ajuda de 5 voluntários conforme a Figura 5, que forneceram suas digitais em superfícies de papel e vidro, revelou-as com o iodo na forma de gás. Foi utilizada uma vela, para que elevasse a temperatura do Iodo no estado sólido, que estava dentro do tubo de ensaio. Após alguns minutos, uma fumaça roxa saiu e ao aproximar, os papéis e vidros com as digitais, da abertura do tubo, a digital com cor amarelada foi revelada.

Figura 5 - Estudantes voluntários para o experimento.

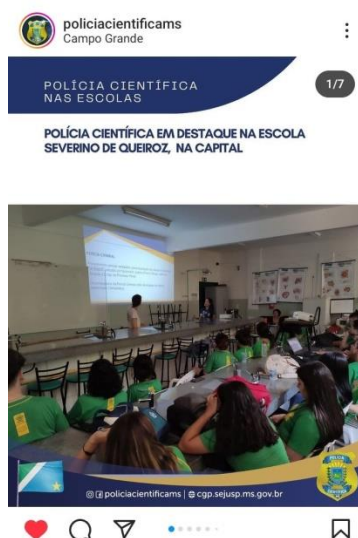


Fonte: Registrado pelo autor, 2023.

No terceiro momento, no dia 16 de novembro de 2023, ocorreu a Visita dos Peritos da Polícia Científica de Mato Grosso do Sul. Esta atividade teve o objetivo de enriquecer o contato dos alunos com a química forense, tanto auxiliando na compreensão do tema como diversificar as aulas. Neste dia houve uma palestra e 3 oficinas. Na palestra foram abordadas as áreas de atuação, fotos de cenas de crimes elucidados, os tipos de investigação, rotina dos peritos, dentre outros aspectos. Posteriormente, os alunos formaram 3 grupos que passariam pelas oficinas. A primeira foi sobre o luminol, onde os alunos puderam ver a coloração azul da reação. A segunda, sobre os tipos de drogas e a terceira sobre os testes para identificá-las.

Além disso, a visita rendeu uma publicação na rede social oficial da Polícia Científica, conforme a Figura 6.

Figura 6 – Publicação no Instagram da aula ministrada.



Fonte: Instagram @policiacientificams

O intuito dessas atividades foi, por meio de aulas com mais exemplos, imagens e vídeos, e principalmente da elucidação da química envolvida, levar os alunos a uma melhor compreensão para a resolução do estudo de caso.

No quarto momento, no dia 23 de novembro de 2023 foi aplicado os casos a seguir. Posteriormente, serão explicadas as características que fazem um bom estudo de caso, juntamente com o contexto da utilização em sala de aula, a coleta e análise dos dados obtidos. Para a realização desta atividade os alunos formaram duplas, poderiam interagir entre si e tirar dúvidas com o residente para elaborar as respostas.

Vejamos o primeiro caso:

O caso da viúva negra

Em uma madrugada fria do dia 27 de julho, Anne recebeu uma ligação com a notícia de que seu irmão, Felipe, se matara dentro do próprio caminhão. Suspeitavam que ele ingerira uma alta dose de comprimidos. Rapidamente, a jovem se dirigiu ao local da tragédia, um posto de gasolina na rodovia BR 277, próximo à cidade onde residiam, Foz do Iguaçu.

Anne estava desesperada, chegando ao local, o pai, Otávio, já a aguardava, tentou abraçá-la, mas Anne queria ver Felipe, quando buscava se aproximar alguém gritou: “Não se aproxime!”, era um dos profissionais que faziam a perícia, que disse:

- Senhora, entendo que o momento é delicado, mas devo continuar o meu trabalho. Sou a perita responsável pela análise desta cena, e me chamo Ângela. Acreditamos que foi suicídio, pois, Felipe era alérgico aos comprimidos que ingeriu, como nos informou o pai, e encontramos uma carta de despedida, que, após análise, será disponibilizada à família. Sabemos mais somente depois que a investigação estiver completa. Agora, afastem-se, por favor.

Anne apenas pode observar de longe toda a movimentação e o trabalho da perícia, e percebeu a coleta de um papel, que parecia uma carta, e chamou a perita Ângela para obter explicações, mas dessa vez, a profissional não deu atenção.

Horas depois, o corpo de Felipe foi liberado, o velório começou, a jovem se viu diante da dolorosa hipótese de que seu irmão tirara a própria vida. Felipe era seu parceiro de brincadeiras e sonhos. Quando ele se casou com Helen, o convívio foi se tornando raro, apesar de toda a família morar na mesma cidade. Mas agora, com Felipe separado, estavam voltando a se encontrar com frequência. Felipe parecia até mais feliz!

Os pensamentos de Anne a levaram a questionamentos como: “seria realmente um suicídio?”, “a ex-mulher de Felipe não aceitou bem a separação”, “por que Felipe faria isso?”, “ele me disse que estava feliz”.

Na manhã seguinte, Anne foi até a polícia para ver a tal carta, mas os investigadores não permitiram, porém, Anne conversou com Ângela, que lhe mostrou uma cópia. Em um texto digitado, Felipe se despedia de todos, agradecendo à família pelo apoio e pedindo perdão por sua fraqueza e pela decisão de se matar.

- Encontramos a carta no porta-luvas do caminhão – disse Ângela. É comum que suicidas deixem uma carta, digitada ou escrita, despedindo-se, implorando perdão. Encerramos a investigação; seu irmão se matou devido a dívidas, está bem claro na carta. A autópsia detectou altos níveis do anti-histamínico a que ele era alérgico. Foi suicídio, não há dúvidas.

Mas Anne não ouvia o que a mulher dizia.

- Essa carta não foi escrita pelo meu irmão! Pode ter sido a minha ex-cunhada! Ela o matou, eu sei! Por favor, ajude-me!

Ângela sabia que aquela jovem à sua frente não desistiria. Embora o suicídio estivesse claro, talvez eles pudessem ter investigado mais profundamente. Suspirou e respondeu:

- Anne, o que posso fazer é pedir que minha equipe de peritos reabra o caso e análise mais detalhadamente as provas, evidências, em sigilo. Agora sente e comece a falar.

Anne revelou suas suspeitas em relação à cunhada, como ela afastou Felipe da família, sua frieza diante da morte do ex-marido no velório.

Convencida, a perita resolveu reabrir o caso e convocou sua equipe para dar início às análises necessárias, examinando, novamente, todas as provas coletadas.

Atenção, leitor!

Você faz parte da equipe forense da perita Ângela. Como você poderia auxiliar nesta investigação? Quais testes você faria, baseando-se no que você aprendeu durante as aulas teóricas e experimentais sobre química forense? Descreva os conceitos químicos envolvidos e apresente alternativas para solucionar o crime.

Analisando, segundo Herreid, as características para um bom caso, conforme o Quadro 3:

Quadro 3 – Características do caso “O caso da viúva negra”.

Características de um bom Caso	Trecho
Narra uma história	-
Atual	A jovem se dirigiu ao local da tragédia, um posto de gasolina na rodovia BR 277, próximo à cidade onde residiam, Foz do Iguaçu
Desperta o interesse	Por que Felipe faria isso?
Citações	- Encontramos a carta no porta-luvas do caminhão – disse Ângela
Força uma decisão	Convencida, a perita resolveu reabrir o caso e convocou sua equipe para dar início às análises necessárias, examinando, novamente, todas as provas coletadas.
Um bom Caso provoca um conflito	Anne recebeu uma ligação com a notícia de que seu irmão, Felipe, matara-se dentro do próprio caminhão

Utilidade pedagógica	É comum que suicidas deixem uma carta, digitada ou escrita, despedindo-se, implorando perdão. Encerramos a investigação; seu irmão se matou devido a dívidas, está bem claro na carta. A autópsia detectou altos níveis do anti-histamínico a que ele era alérgico. Foi suicídio, não há dúvidas.
Cria empatia com os personagens	Você faz parte da equipe forense da perita Ângela. Como você poderia auxiliar nesta investigação?
Um bom caso é curto	-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Agora o segundo caso:

Mistério do fundo do poço

Em uma tarde do início de julho, a equipe criminalística da delegada Marcela Borges chegou à uma bela mansão localizada na Aldeia dos Camarás, perto de Camaragibe, pertencente ao Dr. Denilson, desaparecido desde maio, para investigação.

Jussara, esposa de Denilson, deu queixa de seu desaparecimento em meados de junho, depois de quase vinte dias. Intrigada, a delegada questionou:

- Por que a senhora demorou tanto tempo para tomar uma atitude?

A mulher apenas deu de ombros, alegando que o marido costumava sumir de vez em quando, sem dar notícias a ninguém. Despretensiosamente, ela respondeu:

- Inclusive, Doutora, ele falou que se “desse na telha”, iria pra Rússia, assistir à Copa.

Segundo a cronologia, no dia 30 de maio, o médico cancelou uma viagem que faria aos EUA, com a esposa e, no dia seguinte, desapareceu. O instinto da delegada se mostrou certo, pois, soubemos, ao interrogar o caseiro da mansão, que, no dia 12 de junho, a patroa o mandara colocar e cimentar uma tampa em um antigo poço, sem uso. Ao fazê-lo, o caseiro sentiu um forte odor e viu muitas moscas no local e avisou à patroa. “Joguei um gato morto lá dentro, deve ser por isso”, ela dissera. Além disso, foram colocados dois enormes e pesados vasos sobre a tampa.

Por isso estamos aqui, pois Jussara se tornou oficialmente uma suspeita.

- D. Jussara, temos um mandado para investigar sua casa.

Então, ela disse:

- Não tem nada aqui, só esse poço velho. É melhor olhar no resto da casa.

Pensei que ela fosse desfalecer quando começamos a quebrar a tampa, mas ela logo se recuperou, atenta aos peritos. O golpe inicial fez com que um cheiro de morte tomasse o ar. Removida a tampa, vimos que o poço estava preenchido com pedregulhos e entulho, além de uma substância química que os peritos identificaram como cloro. Tudo indicava que aquele seria o túmulo do Dr. Denilson. De modo frio, ante o horror que se descortinava, Jussara se limitava a dizer que perdera seu “provedor”.

Após cavarem por cerca de 25 m, os bombeiros acharam partes de um cadáver humano, que pareciam carbonizadas.

Dentro da residência, as evidências desvelaram uma história macabra. Nos dois banheiros, os peritos detectaram tanto sangue que a parede e o piso brilharam feito um holofote. Ficou claro que um corpo havia sido arrastado até o poço.

- Você está presa. Homicídio e ocultação de cadáver – disse a delegada.

Cada vez que passamos por Aldeia, os pelos do meu braço se arrepiam e meus colegas costumam perguntar quando aqueles muros revelarão outra história sinistra.

- Que não seja no meu turno – penso eu. Já assisti ao filme e não quero reprise.

Atenção, leitor!

Você faz parte da equipe forense que investigou o caso. Baseando-se no que você aprendeu durante as aulas teóricas e experimentais sobre química forense, explique que técnica vocês utilizaram para detectar os vestígios de sangue e materiais de limpeza. Descreva os conceitos químicos envolvidos e apresente alternativas para solucionar o crime.

Analisando, segundo Herreid, as características para um bom caso, conforme o Quadro 4:

Quadro 4 – Características do caso “Mistério do fundo do poço”.

Características de um bom Caso	Trecho
Narra uma história	-
Atual	A equipe criminalística da delegada Marcela Borges chegou à uma bela mansão localizada na Aldeia dos Camarás, perto

	de Camaragibe
Desperta o interesse	Deu queixa de seu desaparecimento em meados de junho, depois de quase vinte dias.
Citações	Despretensiosamente, ela respondeu: Inclusive, Doutora, ele falou que se “desse na telha”, iria pra Rússia, assistir à Copa.
Força uma decisão	D. Jussara, temos um mandado para investigar sua casa.
Um bom Caso provoca um conflito	Ao fazê-lo, o caseiro sentiu um forte odor e viu muitas moscas no local e avisou à patroa.
Utilidade pedagógica	Nos dois banheiros, os peritos detectaram tanto sangue que a parede e o piso brilharam feito um holofote
Cria empatia com os personagens	Você faz parte da equipe forense que investigou o caso. Baseando-se no que você aprendeu durante as aulas teóricas e experimentais sobre química forense, explique que técnica vocês utilizaram para detectar os vestígios de sangue e materiais de limpeza.
Um bom caso é curto	-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Além destas características, a sequência de atividades foi pensada para se alinhar à Grade Curricular de Referência da Secretaria Estadual de Educação. Confirme é proposto para a Unidade Curricular Eletiva:

A elaboração da Unidade Curricular Eletiva é responsabilidade da escola, e deve possibilitar a experimentação em diferentes temas, vivências e aprendizagens, ancorada em um trabalho pedagógico intencional, estruturado, com a participação ativa dos estudantes, e pautada na flexibilização, na criatividade e na interdisciplinaridade (Mato Grosso Do Sul, 2021, p. 107).

A opção por uma metodologia ativa deve considerar que os estudantes desenvolvam mecanismos de problematização, para que tenham a possibilidade de examinar, refletir, posicionar-se de forma crítica, aprender a expor sua opinião e a respeitar pensamentos diferentes; dessa forma, o planejamento deve ser pautado nas

necessidades e interesses dos estudantes, por meio de práticas pedagógicas que os envolvam no próprio processo de aprendizagem (Mato Grosso Do Sul, 2021, p. 108).

Observa-se também que, além do dinamismo promovido pelos momentos 3 e 4, o próprio estudo de caso aplicado possui outros conceitos científicos da mesma referência curricular. Sendo estes listados e relacionados conforme o Quadro 5:

Quadro 5 – Descrição das habilidades relacionadas ao estudo de caso.

Código da habilidade	Descrição das habilidades
MS.EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
MS.EM13CNT307	<p>Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas e/ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis, considerando seu contexto local e cotidiano.</p> <p>Utilizando variedade de produtos e substâncias em diferentes estados de agregação e, a partir do desenvolvimento do conhecimento específico, analisar as propriedades físicas e químicas de viscosidade, condutividade elétrica, composição química, magnetismo, luminescência, dentre outras, na compreensão da estrutura microscópica e macroscópica nos diversos estados da matéria. Sugere-se que a sistematização das informações seja descrita no formato de um relatório e/ou parecer descritivo, indicando possíveis aplicações das propriedades da matéria, na elaboração de novos materiais e dos produtos que possibilitam ações sustentáveis para os contextos locais e cotidianos, promovendo a comunicação a partir de meios tecnológicos, inovadores e criativos.</p>

Fonte: Mato Grosso do Sul, 2021.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados analisados foram coletados a partir das respostas dos dois estudos de casos aplicados e do questionário sobre todas as atividades: aulas, visita dos peritos e estudo de casos. Eles foram analisados conforme a metodologia de análise de conteúdo de Bardin, com foco nas etapas de codificação e categorização, para analisar as respostas dos estudantes. Essas etapas foram realizadas manualmente, com o objetivo de identificar respostas similares e organizá-las em categorias, representando as percepções dos alunos. Inicialmente, cada resposta foi analisada, trechos dos textos foram destacados e associados a códigos iniciais que resumiam a ideia principal de cada fala. Em seguida, foram agrupados em categorias de respostas. No Estudo de Caso, uma resposta era referente à uma dupla e o questionário foi respondido de forma individual.

4.1 Respostas do Estudo de Caso 1

Analisando o estudo de caso 1, as respostas das duplas se embasaram nas aulas teóricas e também na visita dos peritos. O objetivo inicial deste estudo de caso, de acordo com o e-book, era trabalhar a técnica de revelação de digitais com vapor de iodo, porém a palestra dos peritos trouxe outros exemplos de técnicas que ajudam nas investigações e os alunos também utilizaram estes conceitos para formular suas respostas.

Das 10 duplas que responderam, serão analisadas as respostas das duplas 4, 3, 5 e 8, começando pela dupla 4 conforme descrito abaixo:

Dupla 4: eles precisam reabrir o caso e realizar o teste com o vapor de iodo na carta e no carro para identificar se possui digital da ex-mulher da vítima. Pois caso ela tenha entrado em contato com a carta e o carro, o vapor de iodo irá reagir com as gorduras deixadas pela pele da suspeita, provando onde ela estava presente na cena do crime e se é culpada.

Esta resposta evidencia que os alunos compreenderam a interação dos lipídeos da impressão digital com o vapor de iodo. O termo “reagir” demonstra que os conceitos mostrados na aula expositiva tiveram seu objetivo alcançado, pois, o iodo ao passar do estado sólido para o estado gasoso (sublimação), interage com os componentes da digital e esta é revelada com uma cor acastanhada. Dessa forma, sendo possível confirmar ou descartar a

suspeita sobre crime e isso também foi colocado na resposta. Mais duas duplas responderam de forma similar a esta resposta da dupla 4.

Dupla 3: uma das possibilidades a ser feita é a identificação das impressões digitais concentradas na carta. Pois ao tocar na carta foi deixado os vestígios gordurosos que ao entrar em contato com o gás do iodo, ocorre a adsorção, após esse processo a digital fica aparente. Assim poderemos comparar as digitais.

Nesta resposta é possível observar que além de compreender como a impressão digital é revelada, a dupla utiliza um termo diferente e que demonstra um saber mais aprofundado. A palavra “adsorção” faz referência ao tipo de interação que ocorre com as moléculas de iodo e gorduras. Conforme Dias (2016) e exposto em aula, as moléculas interagem e são fixadas por meio das forças intermoleculares fracas, sem fazer ligação química. Sendo assim denominado adsorção. Ao escrever este termo na resposta, nota-se que os estudantes obtiveram um aprendizado mais aprofundado e com mais conceitos envolvidos. Analisando com as 10 respostas, apenas esta dupla obteve este entendimento mais refinado

Dupla 5: exame de corpo de delito para avaliar se ele tem vestígios materiais em seu corpo, exame de datiloscopia e análise da caligrafia presente na carta. Depois do exame de delito se caso tivesse machucados com sangue usaríamos luminol.

A dupla cinco representa outro grupamento de respostas, onde os alunos se embasaram em outros conceitos para responder. O termo exame de corpo de delito, é um termo geral utilizado para se referir às investigações das provas da cena do crime. Esta referência veio da palestra dos peritos. Assim, foi mais uma forma de ampliar o conhecimento e adquirir repertório de situações do cotidiano. Outro termo utilizado foi a análise de caligrafia, na qual são analisadas pequenas frações das letras, para diagnosticar padrões e comprovar a autoria da carta. Isso revela também outro conceito abordado na visita dos peritos. E por fim, esta dupla propôs outra técnica para ajudar nas investigações, a revelação de manchas de sangue através do luminol.

Segundo a proposta teórica do estudo de caso, os alunos possuem autonomia e através das tentativas propõem soluções. Na tentativa de resolver o caso, esta dupla e outras 3 responderam de forma similar, foi colocado que seria necessário realizar a análise da caligrafia, porém no texto do caso é informado que o texto da carta era digitado, não sendo possível proceder com essa técnica. Além, disso, propuseram a utilização do luminol. No

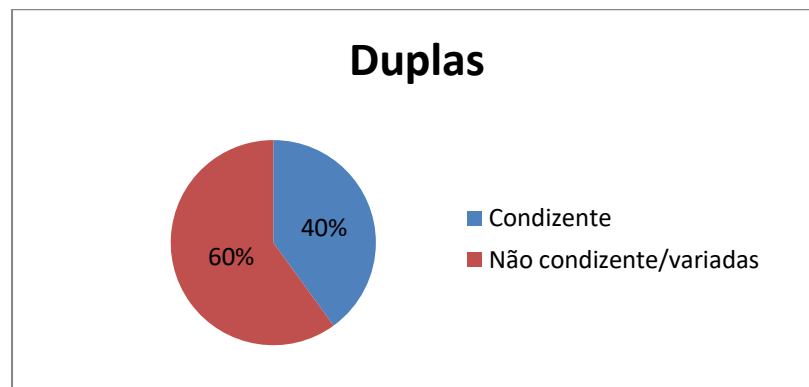
entanto, em nenhum momento é mencionado sobre manchas de sangue ou agressões para dar indícios de utilizar o luminol. Mesmo que não tenha sido condizente com a proposta de resolução deste caso, a tentativa foi válida para resolver o crime, conforme evidenciado no excerto da dupla 8:

Dupla 8: certificaria novamente os exames de corpo de delito para ter certeza de que não houve agressão ou se a vítima foi imobilizada por algema ou cordas. Logo após analisaria a ortografia da carta para saber se de fato foi escrito pela vítima.

E por fim, a dupla 8 e mais uma dupla responderam de forma similar. Para esta resposta cabe a mesma análise feita para da resposta da dupla 5, onde tentou-se resolver o caso com outras técnicas, mas esquecendo de mencionar a técnica do vapor de iodo, que era o foco principal. A tentativa foi válida para o aprendizado e aplicação da proposta de metodologia ativa.

A partir da análise das respostas dos estudantes para o caso 1 apresentado, foi possível classificar os dados de acordo com a Figura 7.

Figura 7 – Respostas dos estudantes no caso 1.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

É constatado que para o estudo de caso 1, 40% compreenderam os conceitos e respondeu de forma mais condizente para a resolução do caso. Os outros 60% abordaram outros conceitos, se distanciando da técnica de revelação de digitais com pó de iodo. Porém, dentro da proposta de estudo de caso a tentativa é válida, assim é construída autonomia e senso crítico na formação cidadã.

4.2 Respostas do Estudo de Caso 2

Diferente do primeiro caso, onde os alunos compilaram várias ideias para formular suas respostas, no segundo caso o próprio enunciado da questão direciona sobre a técnica do luminol, conforme pode ser observado no seguinte trecho: “explique que técnica vocês utilizaram para detectar os vestígios de sangue e materiais de limpeza”. Portanto era esperado que os alunos discutissem, segundo (Souza, 2018), sobre a técnica, seu mecanismo e as variações na aplicação.

Seguindo a mesma análise do estudo de caso 1, segue a discussão sobre as respostas. Na seguinte resposta, a dupla 1 compreendeu que a técnica para identificar vestígios de sangue é o luminol. O termo “reage com o ferro”, conforme exposto em aula, remete ao fato do ferro catalisar a reação do luminol. Mesmo não aparecendo a palavra catalisador, é possível observar que a ideia do ferro, sendo o componente do sangue que reage diretamente com o luminol foi compreendida. Além disso, a dupla entendeu que mesmo que o local do crime, onde teve contato com o sangue, tenha sido lavado, o luminol mantém a reação de identificação. Esta dupla e mais 3 responderam de forma similar, conforme a transcrição a seguir:

Dupla 1: o método utilizado para identificar o sangue presente no banheiro foi luminol, pois o mesmo reage com o ferro presente no sangue tornando visível sangue no local, mesmo que tenha sido utilizado produtos de limpeza.

Na resposta da dupla 2, apesar de ser parecido com a resposta da dupla 1, é possível observar um termo diferente. O termo “brilhe” refere-se, conforme exposto em aula, ao fato da reação do luminol produzir luz com coloração azulada. Além do entendimento da técnica apropriada para identificar vestígios de sangue, mencionaram sobre a produção de luz e os produtos químicos que mesmo que tenham sido utilizados, não impedem a reação do luminol. No montante de respostas, apenas esta dupla teve este tipo de resposta, de acordo com o excerto a seguir:

Dupla 2: para descobrir o que aconteceu será necessário primeiramente utilizado o luminol, que mesmo que não seja possível ele ver ou se o local tiver sido limpo o luminol reage com sangue e faz com que ele brilhe.

A dupla 3, além de citar o luminol para identificar os traços de sangue, acrescentaram uma busca pela possível arma do crime. Esta dupla e mais 3 responderam de forma similar, conforme o trecho a seguir retirado da análise das respostas:

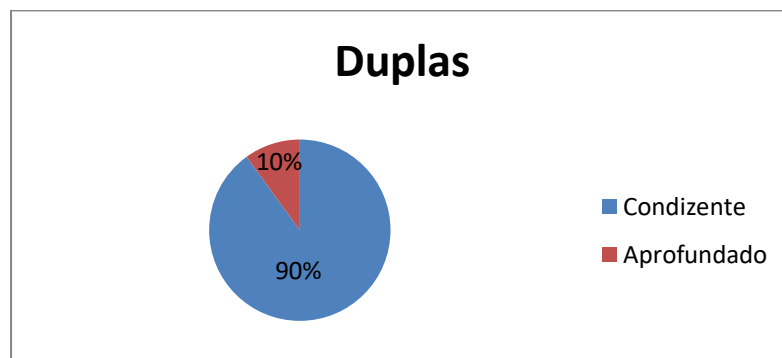
Dupla 3: O luminol, ele reagiria com o ferro presente no sangue e nos mostraria os vestígios de sangue presente no local. Mas como o homem foi morto e buscaríamos a arma do crime e para detectar os materiais de limpeza, utilizaremos a mesma técnica do luminol e para detectar olharíamos a cor que ficou ao reagir a superfície.

Na dupla 7, o termo “catalisador” escrito na resposta chamou muito a atenção. Conforme exposto em aula, não são os outros componentes do sangue que reagem como luminol, como plaquetas, glóbulos entre outros. É o metal, ferro da hemoglobina, que catalisa a reação que está em meio básico. Dessa forma esta dupla demonstrou que houve um aprendizado mais aprofundado durante as aulas. Isto revela se apropriaram melhor dos conceitos referentes ao mecanismo de reação do luminol. Além disso, o termo “o local fica azul”, pode ser atribuído ao experimento, no qual os estudantes puderam visualizar a coloração azul da reação. Apenas esta dupla apresentou este entendimento mais aprofundado em relação ao mecanismo de reação do luminol.

Dupla 7: é preciso revelar as manchas de sangue no local do crime, utilizando luminol. O luminol age como um produtor de luz, que ao entrar em contato com o ferro do sangue, o local fica azul. O sangue é o catalisador que ajuda a ocorrer uma ação de forma imediata.

A partir da análise das respostas dos estudantes para o caso 2 apresentado, foi possível classificar os dados de acordo com a Figura 8.

Figura 8 – Respostas dos estudantes para o caso 2.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

Neste estudo de caso as 10 duplas responderam de forma apropriada, mencionando e explicando a técnica de revelação de manchas de sangue com luminol. Destacou-se uma dupla que mencionou um termo específico, demonstrando uma compreensão mais aprofundada da técnica.

Além dos estudos de casos aplicados, para obter uma devolutiva das atividades em geral, foi aplicado um questionário com perguntas referentes aos pontos negativos e positivos das aulas, o que aprenderam e sobre a visita dos peritos, conforme descrito no Quadro 5. As respostas foram transcritas fidedignamente de acordo com os textos dos estudantes, além disso, também foram selecionadas de forma aleatória as respostas.

Quadro 5 – Respostas ao Questionário.

Respostas sobre as aulas de luminol e revelação de digitais com vapor de iodo.	Resposta 1: “Eu gostei muito, pois o assunto era relacionado a coisas que eu costumo ver no meu tempo. Eu aprendi o processo de identificação da digital de um indivíduo no qual eu não fazia ideia de como ocorria, e a identificação de resquício de sangue em determinado local (particularmente foi a melhor aula, pois eu já tinha afinidade com esse assunto, e conhecer mais a fundo foi bom).
	Pontos positivos: foi o momento da prática e o ponto para melhorar é a forma de explicar, pois nem todos são do terceiro ano.”
	Resposta 2: “Foram aulas muito boas que interessam a seguir tal profissão, além de ser um tópico que me interessa bastante, aprendi sobre os pólos dos ímãs, as reações luminol ou ferro, foi um conteúdo muito interessante de uma área que eu não esperava, a vinda dos peritos foi uma ótima ideia, e não sei pontos a melhorar.”
	Resposta 3: “Uma temática interessante, em que facilmente prende os alunos, principalmente pelo fato dos experimentos que foram feitos, por exemplo, na aula de iodo. Ainda nessa aula do iodo, pude aprender que o iodo reage com a gordura da pele,

	<p>então pode-se ver a digital de uma superfície.</p> <p>Outro fato que muito me impressiona foi que aprendi na aula sobre luminol que mesmo depois de oito anos após o sangue ter entrado em contato com a superfície, o luminar é capaz de ser detectado”</p> <p>Resposta 4: “A chama aula diferente e divertida, aprendi sobre as reações de redução que ocorre entre o ferro do sangue em contato com o ar”</p> <p>Resposta 5: “Eu gostei bastante, disso descobri de fato como as coisas funcionam na perícia. Aprendi sobre a composição de algumas drogas como ocorre um teste em drogas e como encontrar digitais. Os pontos positivos: ótima explicação. Pontos a melhorar: tempo, pois foi muito corrido o tempo e tinha assuntos que eles não podiam aprofundar mais.”</p> <p>Resposta 6: “interessante, entendi algumas questões que eu assisti em filmes e série. Aprendi bastante sobre o trabalho de perícia e o uso do luminol e seus efeitos.</p> <p>Positivos: explicativos, dinâmicos e curioso</p> <p>Negativo: pouco tempo de duração para muito conteúdo”</p>
Respostas sobre a visita dos peritos.	<p>Resposta 7: “a visita dos peritos foi sensacional, de verdade como a aula que me prendeu muito. A parte mais legal foi a que exporam as drogas. Aprendi que Dependendo da forma que o modificar a droga ela não é proibida. A prática do luminol foi legal mas não consegui ver muito.”</p> <p>Resposta 8: “A parte mais interessante foi a de analisar os diferentes tipos de drogas, seus efeitos, composições, legislações entre outros. Aprendi que existem diferentes cores de cocaína, que o luminol não sai lavando, que existem muitas formas de investigação e instrumentos. Eu achei a palestra incrível, conteudista e prática.”</p> <p>Resposta 9: “A parte mais interessante foi a explicação bem detalhado de como eles descobrem com uma pessoa morreu e as drogas, além de aprender o falso positivo, um método utilizado</p>

	para distinguir se realmente é a droga ou apenas o dipirona. Gostei bastante da palestra e por terem mostrado depois como os processos ocorrem.”
	Resposta 10: “Na hora que a gente foi no depósito ver como que o produto reage com o sangue, aprendi como realmente funciona a profissão, achei bem interessante a palestra, aprendi coisas que eu não fazia a mínima noção, a prática eu achei mais legal ainda.”

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Na resposta 1, fica evidente que a química forense é um tema que atrai a atenção dos alunos, dessa forma a química se torna interessante aos olhos dos estudantes. A junção das atividades, experimentos e visita dos peritos foi intencional para contribuir com o processo de aprendizagem e melhorar a visão da química pelos alunos. O ponto negativo deve-se ao fato da turma ser multisseriada, assim nem todos viram os mesmos conteúdos.

A resposta 3 relembra um conceito visto em sala e por mais que não tenha aparecido nas respostas do estudo de caso 2, o aluno compreendeu mais um conceito que chamou a sua atenção. Da mesma forma a resposta 4, que evidencia outro conceito visto em sala: o sangue após certo tempo exposto ao ambiente tem o número de oxidação do ferro alterado, mas a reação do luminol ocorre da mesma maneira.

Na resposta 5 é constatada a contribuição da palestra, na qual foi explicado o cotidiano dos peritos e as técnicas envolvidas. As duas aulas destinadas para os peritos foram para palestra e para as oficinas, dessa forma citando alguns tópicos do trabalho da perícia, deixando os alunos com interesse de descobrir mais sobre a profissão.

A resposta 6, verifica-se mais uma vez que a química forense faz parte do cotidiano dos alunos. Ao relacionar o cotidiano com a ciência, o ensino e aprendizagem se tornam mais efetivos.

Durante as oficinas, os peritos utilizaram um depósito da escola, pois era necessário um ambiente escuro para visualizar a luminescência do luminol, conforme consta no comentário 7. Porém, por algum motivo de posicionamento especial ou pessoal do aluno não foi possível ver de forma mais clara a reação. Ainda sim, os outros conceitos e a palestra fizeram com que o aluno tivesse uma opinião positiva referente às atividades. Já no comentário 10 é possível verificar que o aluno conseguiu visualizar o fenômeno e que as atividades significaram de forma positiva.

As respostas 8 e 9 também mostram que as aulas, juntamente com a palestra e oficina contribuíram de forma significativa para o aprendizado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados, é possível concluir que a aplicação de estudos de casos com a temática de Química Forense promoveu de forma significativa a autonomia e o senso crítico dos estudantes. A estratégia pedagógica com metodologias ativas conseguiu romper com o panorama tradicional de desinteresse pela química, conectando de maneira palpável conceitos abstratos como: forças intermoleculares, processos de adsorção e o modelo atômico de Bohr, à realidade prática.

Durante as aulas expositivas e os experimentos, os alunos se mostraram altamente interessados e motivados, o que contribuiu diretamente para o engajamento e posterior resolução dos estudos de caso em sala de aula. A curiosidade despertada pelo chamado "Efeito CSI" provou ser um excelente agente motivador.

Na palestra e oficinas aplicadas pelos peritos da Polícia Científica de Mato Grosso do Sul, o aprendizado foi enriquecido por meio do contato direto com a rotina profissional da área forense, permitindo aos estudantes ampliar o repertório sobre a investigação criminal e a elucidação de crimes. As oficinas desempenharam um papel fundamental, especialmente ao viabilizar a visualização do fenômeno da quimiluminescência do luminol em ambiente escuro, superando as limitações técnicas enfrentadas na primeira etapa experimental conduzida na primeira aula. Ademais, a interação dialógica com os profissionais reforçou os conceitos, como o mecanismo de reações catalisadas pelo ferro sanguíneo, a detecção de substâncias entorpecentes e a interpretação de resultados falsos-positivos.

A análise das respostas dos estudantes revelou que, mesmo diante das barreiras impostas por uma turma multisseriada em uma Unidade Curricular Eletiva, houve uma apropriação adequada de termos científicos e uma evolução na argumentação das duplas. Enquanto o primeiro caso prático exigiu dos educandos o exercício de formulação de hipóteses e tomada de decisões sob cenários de incerteza, o segundo direcionou com sucesso a aplicação correta dos fundamentos químicos da técnica do luminol. Apesar das respostas do estudo de caso 1 não serem as mais assertivas, o fato das duplas formularem hipóteses, mostra que estão num processo autônomo de compilar conceitos e propor soluções. Não foi possível retornar à escola para esclarecer os erros e acertos, tendo em vista que era o último bimestre e, após o término das atividades, ocorreu a realização das provas e posteriormente férias.

É válido ressaltar que para futuras aplicações desta sequência didática, seria interessante a aplicação de um pré-teste para fazer um comparativo e obter uma melhor evidência da evolução dos alunos. Nesta questão configura-se uma limitação deste trabalho. Porém, a professora da escola relatou alguns meses depois que os alunos ainda perguntavam sobre futuras atividades ou oficinas com o tema forense. Desta forma, evidenciando que as atividades marcaram a vida escolar dos alunos e alguns podem até escolher a química ou a perícia como profissão. Confirmando mais uma vez, a ampliação da visão de mundo e contribuição na formação cidadã.

Portanto, os objetivos propostos neste Trabalho de Conclusão de Curso foram plenamente alcançados. A articulação entre a Química Forense e a metodologia de Estudo de Casos mostrou-se um recurso didático promissor e eficaz para o Novo Ensino Médio. Esta abordagem facilitou a ocorrência de uma aprendizagem potencialmente significativa e contribuiu para a formação de sujeitos mais críticos, investigativos e conscientes acerca do papel da ciência na sociedade.

6. REFERÊNCIAS

ADORNI, Dulcinéia da Silva; SILVA, Marta Brito da. Contextualização do ensino de química e motivação para a aprendizagem: a percepção dos alunos do ensino médio. **Seminário Gepráxis**, Vitória da Conquista, v. 7, n. 7, p. 2569-2583, maio 2019.

ANDIA, Javier Paul Montalvo. **Remoção de boro de águas e efluentes de petróleo por adsorção**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/14605/14605_5.PDF. Acesso em: 10 abr. 2026.

BARNI, Filippo *et al.* Forensic application of the luminal reaction as a presumptive test for latent blood detection. **Journal Talanta**, Itália, v. 72, p. 896-913, 2007.

BOGDAN, Robert Charles; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. p. 15-80.

CHEMELLO, Emiliano. Ciência forense: impressões digitais. **Química Virtual**, p. 1–11, dez. 2006.

CRUZ, Antônio Alvernes Carneiro; RIBEIRO, Viviane Gomes Pereira; LONGHINOTTI, Elisane; MAZZETTO, Selma Elaine. A ciência forense no ensino de química por meio da experimentação investigativa e lúdica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 167–172, maio 2016. DOI: 10.5935/0104-8899.20160022.

CUNHA, Marcia Borin da. Jogos de química: desenvolvendo habilidades e socializando o grupo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 12., 2004, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: ENEQ, 2004. p. 28.

DAMIANI, Magda Floriana *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. Pelotas: [s. n.], UFPel, p. 57–67, 2013.

DIAS, Wesllaiana Fernanda *et al.* Vapor de iodo na identificação de impressões digitais. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA, 10., 2016, Uberaba. **Anais [...]**. Uberaba: Universidade de Uberaba, 2016. 6 p.

FARIAS, Robson Fernandes. **Introdução à química forense**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2007.

FERREIRA, Ernesto Correa; ROSSI, Adriana Vitorino. A quimiluminescência como ferramenta analítica: do mecanismo a aplicações da reação do luminol em métodos cinéticos de análise. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 1003-1011, 2002.

FRANCEZ, Carla Cristina; CORREIA, Daniele. **Química forense: experimentação, investigação e estudo de casos no ensino de química**. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2021. 1 e-book.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul: Ensino Médio**. Campo Grande, MS: SED, 2021. Disponível em: <https://www.sed.ms.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/Curriculo-Novo-Ensino-Medio-v1.1.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2026.

MONTENEGRO, João Batista *et al.* **Identificação humana através de impressões digitais 11 meses após a morte**. Recife: [s. n.], 2012.

QUEIROZ, Salete Linhares; CABRAL, Patrícia Fernandes de Oliveira (org.). **Estudos de caso no ensino de ciências naturais**. São Carlos: Art Point Gráfica e Editora, 2016. Disponível em: https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/06/2016-estudos_de_Caso.pdf. Acesso em: 16 abr. 2026.

SÁ, Luciana Passos; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudos de caso em química. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/nyCvcHWck6yN3pNq6KpKMtd/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 13 abr. 2026.

SANTOS, Fábio Rocha dos; AMARAL, Carmem Lúcia Costa. A química forense como tema contextualizador no ensino de química. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, e198932772, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2772>. Acesso em: 3 abr. 2026.

SEBASTIANY, Ana Paula; PIZZATO, Michelle Camara; DEL PINO, José Cláudio; SALGADO, Tania Denise Miskinis. A utilização da ciência forense e da investigação

criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educación Química**, Cidade do México, v. 24, n. 1, p. 49-56, 2013.

SERRA, Ferra; VIEIRA, Patrícia Serra. **Estudos de Casos**: como redigir, como aplicar. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 98 p.

SILVA, Priscila Sabino da; ROSA, Mauricio Ferreira da. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 148–160, set./dez. 2013. DOI: 10.3895/S1982-873X2013000300009.

SILVA, Sonjenaria Guedes da. As principais dificuldades na aprendizagem de Química na visão dos alunos do ensino médio. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 9., 2013, Currais Novos. **Anais...** Currais Novos: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2013. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/1037/76>. Acesso em: 16 abr. 2026.

SOUZA, Beatriz Salgueiro de; FERREIRA, Julieta Adriana. Funcionamento do luminol e sua utilização para a identificação de sangue latente. **Revista Científica da FHO|Uniararas**, Araras, SP, v. 6, n. 1, p. 37–46, 2018. DOI: 10.55660/revfho.v6i1.52. Disponível em: <https://ojs.fho.edu.br:8481/revfho/article/view/52>. Acesso em: 12 mar. 2026.