

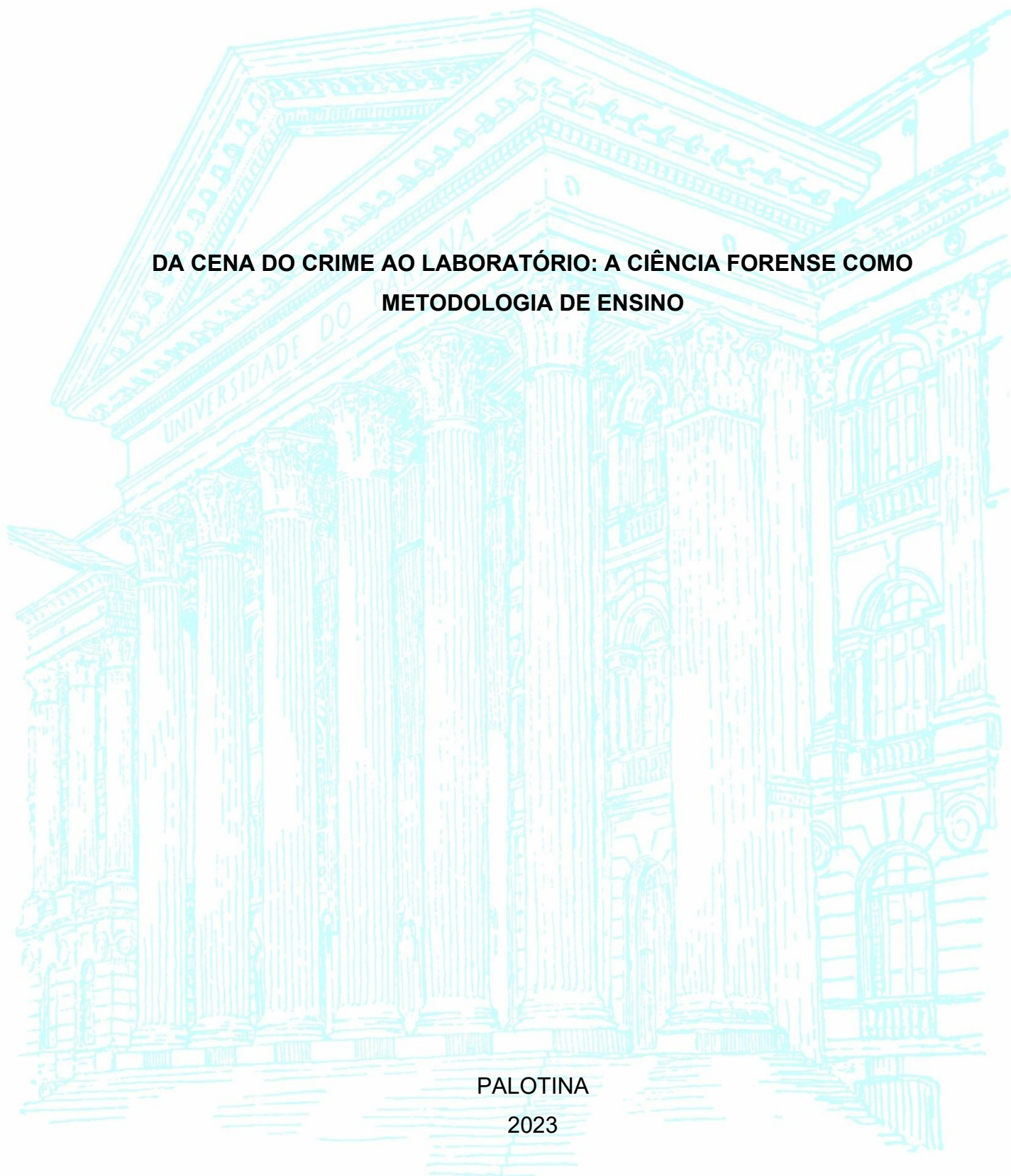
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KESSILY DA SILVA RIBEIRO

**DA CENA DO CRIME AO LABORATÓRIO: A CIÊNCIA FORENSE COMO  
METODOLOGIA DE ENSINO**

PALOTINA

2023



KESSILY DA SILVA RIBEIRO

**DA CENA DO CRIME AO LABORATÓRIO: A CIÊNCIA FORENSE COMO  
METODOLOGIA DE ENSINO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para compor parte da nota para formação no curso de Licenciatura em Ciências Exatas - Habilitação em Química da Universidade Federal do Paraná- Setor Palotina.

Orientadora: Profª Drª. Mara Fernanda Parisoto  
Co-Orientadora: Profª Drª. Leidi Cecilia Friedrich

PALOTINA

2023



## RESUMO

Contextualizar o ensino de ciências para o aluno é de suma importância, pois possibilita ao estudante uma maior compreensão dos conteúdos apresentados. Outro fator relevante para o ensino é adotar metodologias ativas que auxiliem o docente em suas aulas e que, ao mesmo tempo, permita ao aluno atuar como um sujeito ativo no seu aprendizado. Busca-se visar a formação do estudante e sua capacitação como um ser crítico e atuante na sociedade. Deste modo, o presente trabalho propõe um estudo de caso, separado em cinco etapas e conduzido por metodologias ativas e interdisciplinaridade no ensino de ciências exatas, ao utilizar como tema a ciência forense e a investigação criminal, a fim de apresentar ao estudante a aplicação das ciências na elucidação de crimes. A atividade foi baseada na participação ativa dos alunos em todo processo de coleta e análise dos dados identificados em uma cena de crime, recriada seguindo as evidências do caso “Isabella Nardoni”, assassinada em 2008. Objetiva-se que o aluno possa investigar e analisar as provas do possível crime, aplicando os conhecimentos das ciências exatas para tal finalidade. Dessa maneira, as aulas teóricas e experimentais acerca da análise de um problema, proposto nesta prática, tem por desígnio envolver o aluno e desenvolver sua cognição sobre os conceitos de exatas abordados e sua relação com a realidade.

Palavras-chave: Ciência forense. Estudo de caso. Metodologias ativas. Caso Isabella Nardoni.

## **ABSTRACT**

Contextualizing science teaching for the student is of paramount importance, as it enables the student to better understand the content presented. Another relevant factor for teaching is to adopt active methodologies that help the teacher in their classes and, at the same time, allow the student to act as an active subject in their learning. The aim is to train students and train them as critical and active beings in society. Thus, the present work proposes a case study, separated into five stages and conducted by active methodologies and interdisciplinarity in the teaching of exact sciences, using forensic science and criminal investigation as a theme, in order to present to the student the application of the sciences in solving crimes. The activity was based on the active participation of students in the entire process of collecting and analyzing data identified in a crime scene, recreated following the evidence of the case of "Isabella Nardoni", murdered in 2008. The objective is that the student can investigate and analyze the evidence of the possible crime, applying the knowledge of the exact sciences for this purpose. In this way, the theoretical and experimental classes about the analysis of a problem, proposed in this practice, are designed to involve the student and develop their cognition about the exact concepts addressed and their relationship with reality.

**Keywords:** Forensic science. Case study. Active methodologies. Isabella Nardoni case.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL DE APRENDIZAGEM.....</b>	<b>10</b>
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO DO CRIME "ISABELLA NARDONI".....	12
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
3.1	RELATO DA EXPERIÊNCIA.....	16
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>18</b>
4.1	IMPRESSÃO DIGITAL: TÉCNICA DO PÓ.....	25
4.2	MANCHAS DE SANGUE: REAGENTE LUMINOL.....	26
4.3	MARCA DO CALÇADO.....	28
4.4	QUEDA LIVRE DE UM CORPO.....	28
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>31</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>35</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>36</b>
	<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Na busca por respostas que explicassem satisfatoriamente seus questionamentos, o homem, motivado pela sua grande curiosidade, se tornou capaz de compreender e explicar inúmeros fenômenos e transformações que acontecem no mundo à nossa volta. Esse conjunto de conhecimentos adquiridos pelo homem são as ciências que hoje estudamos, e como aponta Gleiser (2009) “é o caminho para entendermos o mistério da existência humana”. Em contribuição, seus estudos nos apreciam com inúmeros avanços, tornando possível uma qualidade de vida melhor, ao mesmo tempo, enobrece a cultura e o intelecto do indivíduo.

As ciências procuram esclarecer fatos fundamentando-se em métodos científicos, ao estudá-las, somos convidados a observar o mundo e enxergá-lo mais completo, cada detalhe faz sentido ao seu conceito, por esse motivo, ao ensinar ciências, o educador busca entremear o conhecimento científico para os estudantes para que estes percebam sua relação com o mundo.

Para tornar possível o aprendizado, Santos (2007), reconhece que o ensino de ciências deve estear-se na elucidação de fatos o mais próximo do real e que, motive o aluno a observar e encontrar explicação para fenômenos da sua vivência. Estratégias de ensino que oportunizem tais experiências aos estudantes, e ao mesmo tempo estimule o professor ao acesso e aplicação dessas potentes ferramentas pedagógicas na articulação de suas aulas, sempre foram motivos de estudo de grandes educadores.

De acordo com Bacich (2017), os desafios encontrados na educação, se referem às instituições de ensino que, mesmo introduzindo tecnologias digitais e outras ferramentas no ensino, têm dificuldades em modificar as maneiras como encaram o roteiro das aulas, pois valoriza-se mais a exposição do conteúdo, como acontece no ensino tradicional, o docente consegue sim aprimorar suas aulas, sendo detentor de toda tecnologia e recursos, porém a cultura escolar só pode ser transformada com espaços de experimentação e reflexão do grupo, que favoreça momentos de interação e envolvimento entre professor, aluno e conhecimento.

Segundo Libâneo (1994), o processo de ensino-aprendizagem não se dá apenas na transmissão de conhecimentos do professor para o aluno, mas acontece através de um bom planejamento do docente para promover atividades que aguace a curiosidade do estudante. Em outras palavras, o professor, ao considerar novas

metodologias que ensinam a ciência por meio de atividades práticas, oferece aos alunos a possibilidade de investigar, questionar, debater fatos, levantar hipóteses, defender ideias, de modo que, a sua compreensão favoreça a conexão entre a ciência e a realidade.

Em seu livro publicado *Desafios da educação de adultos ante a nova reestruturação tecnológica*, Paulo Freire (2003, p. 40) afirma que: “A educação é sempre uma certa teoria do conhecimento posta em prática [...]”, na concepção desse autor a teoria e prática são inseparáveis e essa relação permite aos alunos uma reflexão sobre a ação desenvolvida, visto que, o conhecimento é um processo que depende da relação entre o professor e aluno.

Durante muitos anos o professor foi visto dentro da sala de aula como uma figura autoritária, detentor e transmissor de todo conhecimento, já o aluno, tinha uma posição totalmente submissa e dependente, tais mecanismos não favoreciam o processo de ensino, visto que, o aluno não era ativo, não participava, apenas absorvia informações, era uma relação que se baseava mais na obediência do que numa troca de conhecimentos. No entanto, devido às grandes transformações históricas e sociais o professor começa a ser visto como um mediador, respeitado e reconhecido no seu dever de apontar caminhos e orientar o aluno no processo de ensino, adotando práticas inovadoras, criando ambientes que estimulem o aluno a se tornar protagonista do seu conhecimento.

Segundo Silva e Andrade (2015) é importante que o, “professor seja um profundo conhecedor de uma metodologia pedagógica e, de uma didática que o faça pensar sobre como elevar a autoestima do educando”, ou seja, o professor deve mostrar ao aluno que ele é capaz de aprender, Paulo Freire define um bom professor como sendo aquele que:

“Consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento do seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma cantiga de ninar. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas” (FREIRE, 1996, p. 96).

Diante desta afirmação, Freire (2003) enfatiza a importância do professor em aplicar metodologias de ensino capazes de envolver o aluno na construção de seu conhecimento. Para John Dewey (1976), o processo de aprendizagem do indivíduo acontece por meio da interação com o objeto de estudo, onde experiências são

compartilhadas, oportunizando o pensamento, o raciocínio e sobretudo tornando-o um sujeito ativo. Admirado por seu um pensador na Educação Progressista, Dewey afirma que “as experiências passadas são purificadas e convertidas em instrumentos para as descobertas e para o progresso” (DEWEY, 1959). Em sua perspectiva, implementar a investigação na sala de aula por meio de métodos científicos, permite aos alunos “[...] nutrir uma compreensão e uma plena convicção da possibilidade de direção das coisas humanas [...]” (DEWEY, 1959), o que significa a reflexão sobre juízos construídos em âmbito moral e social.

Ao refletir sobre uma atividade investigativa utilizando métodos científicos que pudesse colaborar significativamente com o aprendizado do aluno, elaborou-se um trabalho voltado para investigação, com aplicabilidade da ciência forense, que promove análises críticas a respeito das diversas abordagens para um mesmo assunto, por meio da interdisciplinaridade que, permite a união das ciências para um propósito comum, ou seja, solucionar problemas (FREITAS; NEUENFELDT, 2005).

Para Poletto (2017), contextualizar o conhecimento de química, física e matemática através da Ciência Forense é uma ferramenta valiosa para o ensino de Ciências. Através de estudos de casos famosos, como por exemplo, seriados e casos de crimes que chocaram a sociedade, pode-se relacionar os conteúdos de forma interdisciplinar para a construção de um aprendizado mais interessante e produtivo. Além de que, a metodologia investigativa leva o aluno a participar do seu processo de aprendizagem, o que acarreta em abandonar a postura passiva do modelo tradicional de ensino, para adotar um modelo solícito durante este processo.

Em vista disso, a atividade proposta tem por desígnio ensinar os alunos das séries finais do ensino médio, em uma escola no interior do Paraná, através de um estudo de caso forense, como investigar, analisar e elucidar a cena de um crime utilizando os conhecimentos de química, física e matemática, através do uso de metodologias ativas de aprendizagem. Para isso, foi criada uma cena com base em algumas evidências forenses presentes no caso de “Isabella Nardoni”, criança vítima de um crime, ao ser arremessada de um prédio em São Paulo, capital, no ano de 2008. Definiu-se o que é ciência forense e sua importância para elucidação de crimes aplicando conhecimentos das ciências exatas. Após, demonstrou-se detalhadamente as etapas utilizadas para compor o ensino teórico e prático acerca do tema, a avaliação feita pelos alunos sobre a prática realizada, bem como os resultados de sua aplicação.

## 2. REFERENCIAL DE APRENDIZAGEM

A ciência forense contribui para resolução de crimes e acidentes que possam ocorrer no cotidiano e que não apresentam uma explicação clara para o fato. É através de tecnologias e conhecimento de áreas como, química, física e matemática, que a ciência reproduz cenas que podem apontar o culpado pelo crime ocorrido, estes conhecimentos nem sempre são claros para a população em geral, e pouco se estuda sobre a ciência forense no ensino fundamental e médio (POLETTTO, 2017). Trata-se de uma ciência interdisciplinar e sistemática, se atentando a crimes, criminosos e vítimas, servindo como um controle social diante das infrações legais, organizando a interpretação de crimes e delitos (GOMES, 2007). O cientista forense deve analisar provas e interpretá-las, desfrutando de seus conhecimentos junto das ciências, para que mais tarde possa confrontá-las perante o tribunal.

Trabalhar estudos de caso junto a prática com os alunos e abordando a temática forense através de um bom planejamento, pode ser uma forma valiosa de ensinar conteúdos interdisciplinares das ciências exatas, já que, oferecem um modelo de ensino diferenciado do tradicional. Como resultado os alunos são incentivados na construção de um conhecimento ativo no seu próprio processo de ensino-aprendizagem.

Já as metodologias ativas no ensino de ciências vem se tornando cada vez mais expressivas, pois trata-se de um processo de ensino-aprendizagem, no qual o estudante é estimulado e envolvido na busca por seu conhecimento. Segundo os autores Cavalcante et al., (2020), a proposta metodológica investigativa promove a divulgação científica, potencializando o ensino por meio de pesquisa e prática. As práticas empregadas seguindo as metodologias ativas e vinculadas ao assunto de criminalística despertam grande interesse dos alunos (SEBASTIANY, PIZZATE, SALGADO, 2015). Ao empregar a interdisciplinaridade no ensino, é necessário desenvolver propostas que articulem o trabalho em conjunto, o professor é responsável pela aplicação de projetos interdisciplinares, entretanto, sua ação deve ser bem regulamentada e com objetivos definidos, como afirma THIESEN (2008), a interdisciplinaridade resgata a visão de contexto de realidade, o indivíduo não aprende apenas usando o intelecto, mas é capaz de aprender também com a intuição e suas emoções.

Como discutido anteriormente, não se pode negar a poderosa ferramenta que estas metodologias ativas significam dentro da sala de aula, capazes de promover um conhecimento progressivo e mais atuante, o estudante é envolvido ativamente em todo processo. Em contrapartida, a referência de ensino padronizado em sala de aula vem sendo muito criticado, pois não há uma interação entre o sujeito e objeto de estudo, surge então a necessidade do professor em inovar sua prática docente para que ofereça um diálogo maior entre professor e aluno.

Em vista disso, no modelo de sala de aula invertida o professor passa a ser um orientador, elaborando e disponibilizando materiais necessários para seus alunos, “o professor é o grande mediador desse trabalho, e ele tanto pode contribuir para a promoção de autonomia dos alunos como para a manutenção de comportamentos de controle sobre os mesmos” (BERBEL, 2011, p. 26). Para Andrade e Coutinho (2017) a sala de aula invertida deve ter suas atividades planejadas e sinalizadas em minutos, envolvendo experiências que busquem a resolução de problemas e aplicação de assuntos teóricos vistos anteriormente.

Sendo assim, o uso da metodologia ativa rotação por estação de aprendizagem tem por finalidade planejar atividades, dividindo o ambiente a fim de proporcionar várias práticas diferentes a cerca de um mesmo tema, Godinho et al., (2020), descrevem tal metodologia quando associada a outras metodologias ativas e amparadas ao método: Predizer, Interagir e Ensinar (P.I.E), como relevantes na aprendizagem, apontando indicativos na ampliação dos conhecimentos mediante a experimentação. O júri simulado compõe as metodologias ativas deste trabalho, e segundo Veiga e Fonseca (2018), possibilita aos estudantes envolvidos na atividade a argumentarem sobre o problema proposto e, embora alguns alunos deixem de cumprir com seu papel ao longo dos trabalhos, os autores ressaltam que aos estudantes envolvidos e empenhados, essa proposta de ensino os motivou na busca por respostas, expandindo seus conhecimentos.

Com base nas afirmações dos autores é possível compreender porque a temática definida e as metodologias ativas aplicadas para este trabalho se tornam tão importantes no processo de aprendizagem do aluno, já que, resulta de um bom planejamento e pesquisas na literatura, que tem por finalidade estimular e despertar a curiosidade do aluno, tornando-se eficientes estratégias didáticas, pois promovem um ambiente motivador, diferenciado do ensino tradicional e rico em situações distintas, fundamentado em apresentar um problema, levantar hipóteses, discutir,

coletar dados, investigar, incluindo outras atividades desempenhadas ao longo da aplicação deste trabalho.

## 2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO DO CRIME "ISABELLA NARDONI"

A violência sempre esteve inserida na sociedade, e não está relacionada apenas à desigualdade social, mas também de fatores psicológicos, pessoas que têm distúrbios de personalidade e apresentam um comportamento violento independente de condições financeiras ou meio social em que vivem. Um dos crimes mais violentos que chocou o Brasil acabou vitimizando a criança Isabella Nardoni. O crime em questão aconteceu no dia 29 de março de 2008, no Edifício London, por volta das 23:00h, a pequena Isabela, então com 5 anos, foi arremessada do sexto andar do edifício, localizado na Zona Norte de São Paulo. Na versão contada pelo pai e pela madrasta à polícia, uma terceira pessoa havia entrado no apartamento e atirado a criança pela janela. O pai, Alexandre Nardoni e a madrasta Anna Carolina Jatobá, foram condenados por homicídio doloso qualificado, com sentença de 31 anos e 26 anos de reclusão, respectivamente, devido a prática de crime hediondo (LIMA; BERTONI, 2015).

Isabella de Oliveira Nardoni nasceu em 18 de abril de 2002, era filha de Ana Carolina Cunha de Oliveira e de Alexandre. A mãe engravidou da menina aos 16 anos, e não sendo bem recebida a notícia pelo pai que estava dedicado a ingressar na graduação em direito. O casal se separou quando a criança tinha apenas 11 meses, e em acordo jurídico, ficou definido para o pai pagar pensão alimentícia mensal de R\$250,00 e o direito a duas visitas ao mês. Na época da morte de Isabella, seu pai vivia com a madrasta (LIMA; BERTONI, 2015).

Os autores relatam que na noite do crime, quando a equipe de resgate chegou, constatou a morte da criança pela queda. Seu pai teria afirmado em depoimento à polícia que o prédio onde morava foi assaltado e a menina teria sido arremessada pelos próprios assaltantes. De acordo com relatos, Alexandre teria deixado a mulher e seus dois filhos no carro e levado Isabella para o quarto, para ela dormir na cama. Depois desceu para ajudar a carregar as outras duas crianças e voltar ao apartamento. Quando chegou ao apartamento encontrou a tela de proteção rasgada e viu a criança no solo já desacordada. Dias depois, através de

investigação forense constatou que a tela de proteção da janela do apartamento foi cortada para que a menina fosse jogada e que havia marcas de sangue no quarto da criança.

Os investigadores do caso desconfiaram da versão de Alexandre devido às manchas de sangue no quarto, e que a tela de proteção foi cortada propositalmente no quarto das outras crianças e não no mesmo quarto que ela foi colocada para dormir. Um tio de Isabela relatou que a relação afetiva da menina com a mãe e a família paterna era excelente, no entanto, os vizinhos de Alexandre alegaram brigas constantes entre Alexandre e a mulher toda vez que Isabella estava presente. Desde 28 de maio de 2008, Alexandre e Anna Carolina encontram-se cumprindo a pena pelo crime (LIMA; BERTONI, 2015). Mediante as informações, constata-se a relevância da ciência forense no esclarecimento deste crime.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia aplicada para esta pesquisa, desenvolveu-se através de premissas verdadeiras, e baseou-se na investigação de estudos, artigos, periódicos e livros devidamente citados. Primeiramente, descrevemos como sucedeu a pesquisa científica sobre o estudo de caso. Após, apresentou-se as metodologias de ensino que foram utilizadas para compor a atividade em sala de aula, ou seja, o caso estudado.

O trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa que “valoriza-se o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada” (GODOY, 1995), do tipo estudo de caso, que segundo Gil (2002) é caracterizado por um estudo aprofundado e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o conhecimento amplo e detalhado, na qual observa qualitativamente um fenômeno atual dentro de seu contexto de realidade. Descreve a situação analisada a partir do contexto em que está sendo feita determinada investigação, sendo de responsabilidade do pesquisador um bom planejamento na aplicação, coleta e análise de dados, a fim de reduzir ao máximo o efeito de possíveis vieses (Gil, 2002). Portanto, o estudo de caso será baseado no objetivo de aplicar metodologias ativas no ensino de Ciências em duas turmas do ensino médio de uma escola pública do interior do Paraná, utilizando como temática a ciência forense e a investigação criminal, a fim de apresentar ao estudante a importância e a

compreensão do estudo das ciências exatas na elucidação de crimes por meio da experimentação.

Para os métodos de aplicação para a atividade proposta, empregou-se a interdisciplinaridade em conjunto com metodologias ativas que apresentam concepções de ensino crítico-reflexivo, isto é, mediante os estímulos de caráter dinâmico e interativo, o estudante é conduzido a participar ativamente na construção do seu conhecimento corroborando a uma aprendizagem significativa e valendo-se dos seus conceitos prévios, que segundo a Teoria proposta por Ausubel (1982), deve ser considerado como ponto de partida no processo de aprendizado do estudante, entretanto, para validar uma aprendizagem significativa, segundo o autor, o aluno deve estar disposto a aprender e ao professor, é crucial adotar questões que introduzem problemas distintos para a sua resolução, além de, portar qualidades necessárias para a transição deste conhecimento. Entre as diversas formas de Metodologias Ativas, existe o método a partir da construção de uma situação-problema, na qual busca proporcionar uma reflexão crítica, mobilizando o aluno para buscar o conhecimento a fim de solucionar o problema apresentado. Para Freitas (2012), ao adotar a problematização como ponto de partida, o ensino passa a ser contextualizado, a aprendizagem é vivenciada de maneira ativa, interativa e colaborativa. Na metodologia da problematização, o docente apresenta um problema próximo do real ou simulado, elaborado por expertises na área de conhecimento, com temas que oportunizem o preparo ao estudante para a vida profissional e a aplicabilidade do conhecimento na vida real (SOBRAL, 2012).

Uma das outras formas do professor adotar metodologias ativas na docência é a sala de aula invertida, associada ao método P.I.E. (Predizer, Interagir e Ensinar), essa metodologia consiste em uma dinâmica diferenciada do método tradicional de ensino focado no professor, para um método na qual a aula é focada no aluno e no seu processo de aprendizagem, esse modelo de ensino fortalece a interação entre professor-aluno. A inversão de sala de aula demonstra a carência de muitos estudantes, no entanto, mostra a potente metodologia pedagógica que este modelo oferece em meio a tanta diversidade, ou seja, a inversão da sala de aula estabelece um referencial que oportuniza uma educação especializada ajustada às necessidades individuais dos alunos (BERGMANN; SAMS, 2018). O método P.I.E. é descrito como um recurso que promove o engajamento cognitivo e a interação, os alunos são convidados a predizer sobre determinado problema ou situação, após

interagem com atividade, promovendo debates, questionamentos e a observação dos resultados, por último explicam sobre seus erros e acertos acerca de suas percepções ( DORNELES, 2010).

Este processo dinâmico só ocorre quando o professor é capaz de “fazer acontecer” com que os alunos deixem sua atenção centrada ao professor e foquem em seu respectivo aprendizado. A partir de problemáticas centrais que o docente insere, o aluno é orientado a buscar a sua resolução, ficando o professor como um mediador fornecendo um *feedback* especializado. Neste formato de mediação, o professor passa a ser mais de cunho assistencial, intermediando o que o aluno apropriou de conhecimento em casa ou em outro lugar, via estudos online. Recomenda-se que o docente utilize de forma diferente o seu tempo para práticas de projetos, resoluções de problemas, promover discussões acerca do conteúdo para que haja a metodologia ativa, ou seja, o tempo em sala precisa ser reestruturado em todos os momentos de aprendizagem.

Além da sala invertida associada ao método P.I.E, para compor as metodologias ativas de ensino, será utilizada também a Rotação por Estações de Aprendizagem, que consiste no revezamento feito pelos estudantes dentro de uma sala de aula, ou seja, são organizados em grupos e cada um desses grupos realiza uma tarefa de acordo com os objetivos propostos e com um tempo estipulado pelo professor, assim cada grupo poderá analisar a cena do crime, bem como testar as provas no laboratório. “O planejamento desse tipo de atividade, os grupos funcionam de forma independentes, mas que ao final todos tenham tido a oportunidade de ter acesso aos mesmos conteúdos, integrando-se entre si” (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013; BACICH, 2016). Desta maneira, o aluno sai de uma posição passiva, para uma ação em resolução de problemas, levando em consideração os conhecimentos cotidianos e culturais. Por último, os alunos participarão de um júri simulado, trata-se de uma estratégia prático-pedagógica que, “[...] leva em consideração a possibilidade da realização de inúmeras operações de pensamento, como: defesa de ideias, argumentação, julgamento, tomada de decisão etc.” (ANASTASIOU e ALVES, 2012, p. 99).

Os conteúdos que o docente aplica são relacionados ao problema proposto que são estudados individual ou coletivamente e discutidos no grupo, o professor através dessas metodologias é capaz de despertar no aluno o sentimento de que ele é capaz de resolver questões, a partir do estudo, além de que essa proposta

minimiza a ocorrência de uma educação fragmentada (FARIAS; MARTIN; CRISTO, 2015).

A atividade proposta será baseada na participação ativa dos alunos em todo processo de coleta e análise dos dados apresentados e discussões, em uma cena de crime recriada, seguindo as evidências do caso “Isabella Nardoni”, assassinada em 2008, lembrando que aos estudantes será informado apenas se tratar de um caso real, não sendo revelado sobre a identidade da vítima, ou o crime em questão.

### 3.1 RELATO DA EXPERIÊNCIA

As atividades aconteceram a partir do estudo de caso do assassinato da menina Isabella Nardoni. Este teve sua resolatividade devido à ciência forense e análise de digitais, marcas de sangue e exame de corpo e delito, que ajudaram no esclarecimento do crime. Assim, foi formulada uma cena do crime semelhante à do caso “Isabella”, onde os estudantes através dos conhecimentos e estudos de química, física e matemática foram convidados a resolver o caso, não sendo revelado para os alunos sobre a vítima ou crime. Para isso, utilizou-se de cinco encontros com a turma, na qual foram divididos por conteúdos teóricos e científicos sobre ciência forense, a análise da simulação da cena do crime, investigação de manchas de sangue e impressões digitais encontradas no local, marcas de pegada e a queda do corpo. Ao final, os alunos participaram de um questionário de autoavaliação da atividade para mensurar se a proposta demonstrou indícios na aprendizagem dos alunos participantes. Estas etapas foram executadas em turmas dos anos finais do ensino médio. Abaixo segue o *checklist* por etapas das atividades propostas:

**Etapa 1:** Mapa conceitual sobre conhecimentos prévios dos estudantes acerca da temática, questionário pré-teste sobre o tema e apresentação do conteúdo de Ciência Forense.

**Etapa 2:** Montagem da cena do crime em uma sala de aula pela pesquisadora e participação dos alunos para coletar evidências da cena do crime. Rotação por estação, P.I.E.

**Etapa 3:** Utilização do laboratório de Química da escola para análise das provas criminais, metodologias ativas, estação por rotação, P.I.E.

Preenchimento de um formulário com as evidências colhidas, explicar como de fato ocorreram as análises.

**Etapa 4:** Apresentação e defesa das provas no júri simulado. Formulário preenchido.

**Etapa 5:** Pós-teste, aplicação da avaliação para os alunos com questões referentes à prática e conteúdos trabalhados.

Na tabela 1 podemos visualizar os objetivos de cada etapa, os instrumentos que foram utilizados e a forma que o docente avaliou a participação dos alunos.

TABELA 1 – Apresentação da metodologia de ensino por etapas

	<b>Objetivo</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Método de Avaliação</b>
Etapa 1	Contextualizar a definição de ciência forense	Mapa Conceitual; pré-teste (questionário)	Participação dos alunos na elaboração do mapa; questionário.
Etapa 2	Coletar e investigar evidências do crime	Lençol com marcas; impressões digitais no vidro; sangue artificial (tinta guache); boneco	Em pequenos grupos de alunos, realizar a coleta de evidências e medidas.
Etapa 3	Analisar as evidências coletadas.	Régua; papel; Equações matemáticas; Fórmula de aceleração em queda livre e reações químicas (peróxido de hidrogênio, álcool, caneta marca texto; técnica do pó de carvão).	Apresentar através dos experimentos químicos e cálculos as evidências encontradas.
Etapa 4	Apresentar e defender hipóteses durante o júri.	Em sala apresentar em forma de debate as provas coletadas.	Criar hipóteses sobre como se deu o crime.
Etapa 5	Avaliar a atividade realizada.	Questionário estruturado para o pós-teste.	Entregar o questionário estruturado respondido.

Fonte: A autora (2022).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em um primeiro momento os estudantes do segundo e terceiro ano do Ensino Médio (equivalente a 32 alunos no total), responderam a um pré-teste para que a docente pudesse conhecer os conceitos dos alunos e diagnosticar seus níveis de conhecimento. Para isso, utilizou-se de cinco questões acerca do tema de ciência forense que envolveram definições, conceitos e cálculos.

A primeira questão era responder a definição de ciência forense, a qual foi estruturada em palavras-chaves que os estudantes responderam para definir o conceito. As palavras foram: química, matemática, física, biologia, investigação, experimentos, crimes, conhecimentos científicos, trajetória de projéteis, força, impacto, DNA, assassinatos, psicopatas, serial killer, misturas, material genético.

A segunda questão foi a respeito da opinião dos alunos sobre como as matérias de matemática, física e química podem contribuir para o auxílio na elucidação de crimes. A maioria dos estudantes não conseguiram descrever ou relacionar exatamente o papel das ciências exatas (química, física e matemática) na resolução de crimes, apenas dois estudantes apresentaram o DNA, impressões digitais, marcas presentes no corpo da vítima, acidente, tiros, como possíveis análises feitas através das ciências exatas.

A terceira questão pedia qual o tipo de reação que acontece quando uma espécie química perde elétrons (oxida) enquanto a outra espécie ganha elétrons (reduz), havendo uma transferência de elétrons entre as espécies químicas. Apenas dois alunos responderam corretamente sobre a reação de oxirredução; cinco alunos não responderam, e o restante diz tratar de ligações elétricas ou eletrônicas.

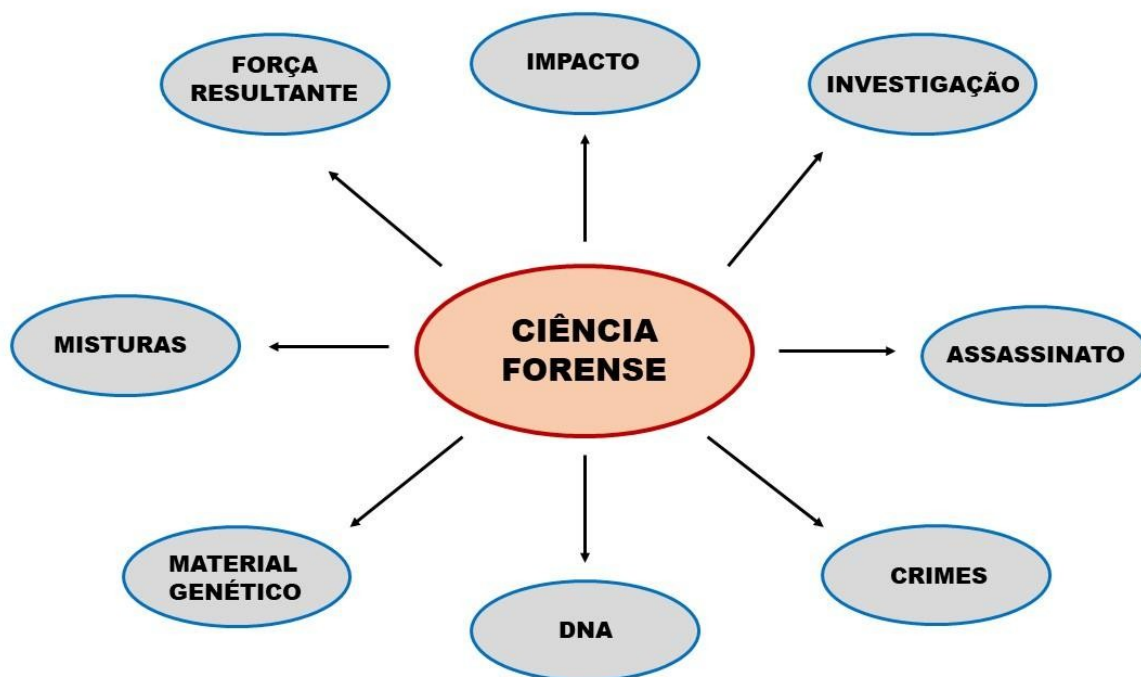
Na questão quatro, precisavam resolver uma equação de segundo grau. Do total de alunos, 12 conseguiram resolver a equação, quatro tentaram, mas não conseguiram resolver, enquanto os demais deixaram em branco.

Na última questão, responderam a um problema de queda livre, o qual tiveram que calcular e montar o gráfico do tempo (s) e a velocidade (m/s) da queda de um objeto. Oito alunos conseguiram responder ao problema, 18 deixaram a questão em branco ou escreveram não saber responder, o restante começou, mas não conseguiram concluir a resolução do exercício.

Após, foi realizado o mapa conceitual com a participação de todos os alunos sobre o que é ciência forense. Os estudantes, a partir da palavra-chave ciência

forense, foram convidados a trazer outros conceitos que acreditassem definir o que é a ciência forense. A figura a seguir ilustra como estruturou o mapa conceitual mediado pela docente em sala de aula com as principais respostas dos alunos.

FIGURA 1 – Mapa conceitual



FONTE: A autora (2022).

Na segunda etapa, a docente junto aos estudantes montaram a cena do crime em uma sala de aula, utilizando-se de quatro vestígios a serem analisados – marca de pegadas num lençol, queda livre do corpo, impressão digital nos vidros da janela e vestígios de sangue no chão. Após, os alunos realizaram a investigação e coleta das evidências do crime. Nas figuras abaixo são apresentadas a organização do cenário que representou a cena do possível crime e como ocorreu a coleta e análise das evidências.

FIGURA 2 – Coleta de impressão digital



FONTE: A autora (2022).

FIGURA 3 – Coleta de impressão digital



FONTE: A autora (2022).

FIGURA 4 – Queda Livre



FONTE: A autora (2022).

FIGURA 5 – Rotação por estações, P.I.E. para coleta de evidências



FONTE: A autora (2022).

FIGURA 6 – Marcas de pegadas



FONTE: A autora (2022).

A terceira etapa consistiu na análise das evidências observadas e coletadas na cena fictícia do possível crime. Para isso, a professora explicou e exemplificou como os estudantes deveriam proceder para realizar os cálculos das equações de matemática e física, para que fosse possível a resolução da queda livre e marcas de pegada. Para as reações químicas sobre vestígios de sangue e impressão digital apresentou-se aos estudantes algumas reações químicas que exemplificassem de maneira mais clara conceitos sobre as reações de oxirredução, quimioluminescência, forças intermoleculares e polaridade das substâncias, devidamente descritos neste trabalho. Essas atividades ocorreram no laboratório de química da escola. As figuras a seguir representam as etapas e resultados obtidos no laboratório.

FIGURA 7 – Reação quimioluminescente



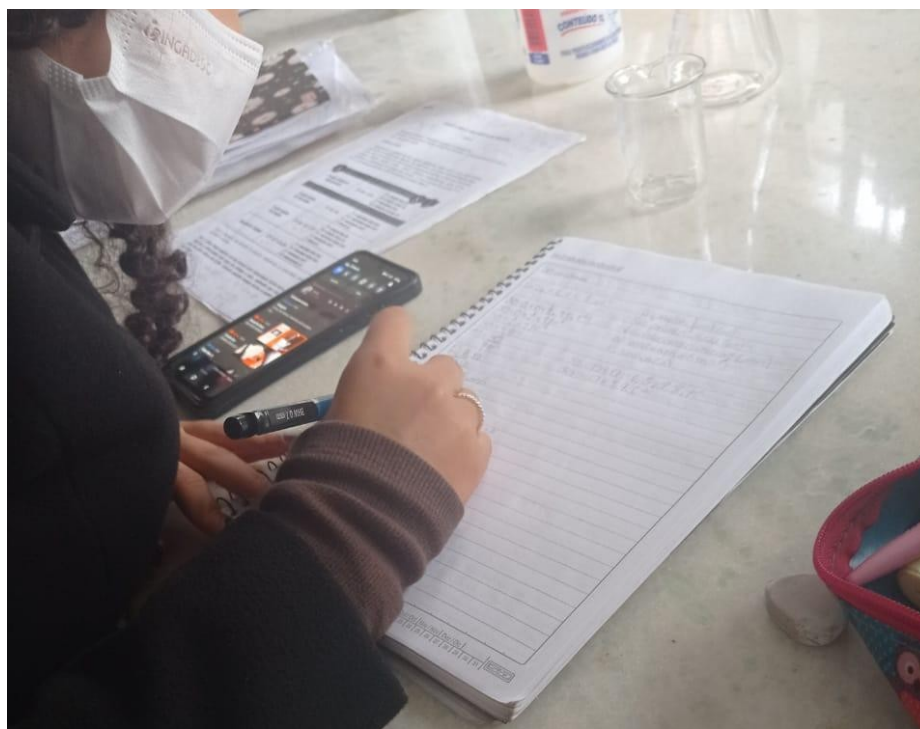
FONTE: A autora (2022).

FIGURA 8 – Forças intermoleculares e polaridade das substâncias



FONTE: A autora (2022).

FIGURA 9 – Cálculos queda livre e marcas de pegada



FONTE: A autora (2022).

#### 4.1 IMPRESSÃO DIGITAL: TÉCNICA DO PÓ

As impressões digitais se caracterizam pelas linhas formadas nas pontas dos dedos cumprindo seu papel fisiológico, sem essas linhas que são denominadas papilas dérmicas (elevações da pele), não seria possível segurar objetos sem que escorregassem. Essas impressões são únicas em cada ser humano, formadas durante o desenvolvimento do feto, suas configurações não se alteram ao longo do tempo, cada indivíduo possui um desenho específico composto pela elevação da pele, tendo em vista tais características a partir do século XX as impressões digitais se tornam métodos válidos de identificação e na aplicação forense, tal estudo denomina-se papiloscopia. Quando tocamos objetos não porosos (copos de vidro, plásticos, superfícies metálicas, etc) com as mãos o suor contido acaba deixando marcas, geralmente essas impressões digitais deixadas por alguém em locais e objetos não são vistas a olho nu, por isso, os peritos recorrem a técnica do pó, um processo físico, que consiste na aplicação de uma camada fina deste pó na superfície do local a ser analisado. Sabemos que o suor é composto por 99 % de água e o restante se constitui por materiais sólidos como aminoácidos, sais, ácidos graxos, glicídios, compostos inorgânicos como cloretos, fosfatos, potássio e sódio (CHEMELLO, 2006).

Desta forma, foram desenvolvidas técnicas utilizando compostos químicos que reagissem com alguns dos componentes do suor, sendo possível a visualização da impressão digital em cores, sendo assim, o pó revelador foca nos componentes orgânicos presentes no suor, sendo um material seco, fino e sólido, o pó, adere sobre as substâncias úmidas ou oleosas, revelando assim as marcas presentes, essa interação entre os compostos da impressão e o pó é de caráter elétrico, tipicamente forças de van der Waals e ligações de hidrogênio (CHEMELLO, 2006). Aplicando o carvão vegetal, os estudantes colheram impressões digitais deixadas na janela da sala de aula que representava umas das “cena do crime”. Já no laboratório, através da mediação feita pela docente e abordando os conceitos sobre forças intermoleculares, os alunos foram convidados a realizar um experimento ao aplicar água, óleo, vinagre e azul de metileno, demonstrando a polaridade das moléculas, bem como a força de ligação de hidrogênio, que explica a formação das marcas da impressão digital.

## 4.2 MANCHAS DE SANGUE: REAGENTE LUMINOL

Entre todas as funções que nosso sistema fisiológico possui, o sangue ocupa uma posição privilegiada, pois leva oxigênio para as células e ao mesmo tempo transporta gás carbônico a ser eliminado pelos pulmões, então é necessário para a sobrevivência humana que haja essa troca gasosa. Além disso, o sangue transporta os anticorpos para atuação do sistema imunológico, mantém a temperatura corporal em equilíbrio para o bom funcionamento dos órgãos e é responsável pelo transporte de inúmeros nutrientes, a fim de garantir um bom funcionamento.

Através de um exame de hemograma é possível identificar a composição do sangue. Ele é dividido em plasma, que é a fração líquida do sangue, e a parte celular. O plasma representa cerca de 55% do total sanguíneo, composto por grande parte de água (91%), e 9% de proteínas, sais e ácidos orgânicos. A parte celular representa os outros 45% do total sanguíneo, sendo 92% de hemácias, 7% de plaquetas e 1% de leucócitos. A dinâmica do sangue funciona da seguinte forma: as hemácias têm a função de transportar substâncias, as plaquetas são responsáveis pelo processo de coagulação e os leucócitos agem na defesa do organismo (ECKERT; JAMES, 1998).

Mais do que a sua grande importância na vida humana e procedimentos médicos, o sangue representa o papel de individualização do sujeito, ou seja, cada pessoa possui um tipo específico de sangue. Pode-se estabelecer uma relação entre o sangue e um possível suspeito em uma cena de crime, pode indicar que houve vítima e quem é a vítima, além de indicar o principal suspeito pelo ato e terceiros que contribuíram na cena. Assim, a partir de uma minuciosa análise sanguínea e da cena do crime é possível como próximo passo a análise da motivação, natureza e circunstâncias que permearam o crime (SILVA, 2015).

Além da posição da mancha de sangue, e a maneira como o líquido sanguíneo caiu na superfície da cena do crime, na área da ciência forense, o luminol (5-amino-2,3 dihidro ftalazina-1,4-diona), um sólido cristalino branco-amarelado, cuja fórmula  $C_8H_7N_3O_2$ , consegue detectar a presença de manchas de sangue presentes no local de crime, devido às suas características quimioluminescentes durante uma reação química.

Para que esta reação aconteça são necessários alguns reagentes oxidantes, os mais comuns são: o oxigênio, peróxido de hidrogênio e gases de halogênios, e

também um catalisador (metais de transição). O ferro presente no sangue apresenta oxidação +2, e quando é exposto sofre oxidação que são catalisadas por suas próprias enzimas e por outras presentes no ambiente, ocorre uma mudança, o estado de oxidação passa para  $Fe^{+3}$ . Na reação do luminol o  $Fe^{+3}$  atua como um catalisador, promovendo a oxidação do luminol pelo peróxido de hidrogênio, o agrupamento de  $Fe^{+3}$  perde um elétron na oxidação, o que resulta em intermediários instáveis contendo  $Fe^{+4}$ , que por sua vez catalisam sua oxidação, resultando na quimioluminescência (coloração azul). Portanto o luminol em contato com o sangue reage instantaneamente, possibilitando a sua identificação do sangue, mesmo que ele esteja exposto no local há muito tempo (ECKERT; JAMES, 1998).

Para esta etapa, os alunos utilizaram Peróxido de Hidrogênio, álcool, marca texto e luz negra, para representar uma reação quimioluminescente. Essa atividade permitiu demonstrar aos estudantes como acontece a emissão de luz durante uma reação química e os fatores responsáveis por esse resultado, assim como ocorre com o reagente luminol usado nas cenas dos crimes.

#### 4.3 MARCA DO CALÇADO

Para investigar na cena de um crime as marcas de pegadas, primeiramente é procurar por impressões e ir reconstruindo a cena do crime com todo conhecimento já estabelecido pelos especialistas. Assim, é possível determinar fatos importantes, como a direção de viagem, por exemplo, a direção que o suspeito conduziu ou se possuía mais de um suspeito na cena.

Como metodologia para investigação das pegadas, utiliza-se papel cartolina para desenhar o contorno da marca fixada ao chão. Após, com mistura de gesso, molde a pegada para identificar o tamanho do calçado. Com escova de dentes, molda-se as beiradas da escultura formada até ficar com o exato contorno feito de papel, assim terá a pegada moldada com precisão do sujeito investigado. Outra forma mais simples é por meio de uso de fórmula matemática, medir em centímetros o tamanho da pegada (SEBASTIANY et al., 2013). Para a determinação do tamanho do calçado utiliza-se a Equação 1:

$$S = (5 p \text{ (cm)}) + 28 / 4 \quad \text{( Equação 1 )}$$

Onde:  $s$  é número do calçado e  $p$  é comprimento da pegada encontrada em centímetros (cm). Ao medir a marca de pegada presente no lençol, os alunos utilizaram a fórmula para calcular o tamanho da pegada do suspeito.

#### 4.4 QUEDA LIVRE DE UM CORPO

Segundo consta no livro Halliday (2009, pág. 20) “a ciência e a engenharia baseiam-se em medições e comparações”. Essas medições necessitam de regras que determinam as maneiras que as grandezas serão medidas e comparadas, a Física tem o propósito de planejar e efetuar experimentos que estabeleçam unidades para tais medidas e comparações, melhor dizendo, a física estuda o movimento dos objetos. No Sistema Internacional de Unidades (SI), conhecido como sistema métrico, apresenta-se como unidades fundamentais três grandezas: comprimento, tempo e massa, com suas respectivas unidades: metro (m), segundo (s) e quilograma (kg).

Ao estudar queda livre, podemos observar que objetos pesados caem mais rapidamente do que objetos leves, no entanto, GALILEU GALILEI (1564-1642) chegou à conclusão que objetos abandonados de uma mesma altura chegam ao solo ao mesmo tempo. A explicação para tal afirmação se deve a força da resistência do ar, que atua no sentido contrário do movimento do corpo, isso significa que no vácuo (ausência de ar), esses corpos chegam juntos ao solo, porém, no ar os corpos leves demoram mais a cair no chão do que os corpos pesados.

Esse movimento que desconsidera a resistência do ar em uma queda é chamado de queda livre. A aceleração em queda livre é um movimento uniformemente acelerado e tem seu módulo representado pela letra  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , e o valor desta aceleração não depende das características do objeto, tais como, massa densidade e forma, sendo a mesma para todos. Assim, quando um corpo é abandonado de certa altura, sua velocidade inicial é nula, sendo aumentada a cada instante durante a queda livre, esse movimento é conhecido como Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Para calcular a queda livre de um corpo, antes é necessário conhecer algumas equações do movimento com aceleração constante e suas grandezas: posição, velocidade, tempo e aceleração e saber

interpretá-las. Para se calcular a queda livre de um corpo, pode-se utilizar as equações 2 e 3:

$$\mathbf{V = V_0 + at} \quad \text{(Equação 2)}$$

$$\mathbf{X - X_0 = + V_0 t + \frac{1}{2} at^2} \quad \text{(Equação 3)}$$

X = deslocamento (m)

V= velocidade (m/s)

V0 = corpo abandonado na origem com velocidade nula (m/s)

a = gravidade (9,8m/s<sup>2</sup>), aceleração constante

t = tempo(s)

Como se trata de um movimento de aceleração constante e vertical (eixo y), o x (m) será substituído por y (m), que representa a altura percorrida pelo corpo durante a queda, para calcular o tempo da queda podemos usar a equação 4:

$$\mathbf{y - y_0 = V_0 t - \frac{1}{2} at^2} \quad \text{(Equação 4)}$$

O sinal negativo indica que a trajetória foi no sentido negativo do eixo y (de cima para baixo). Para determinar a posição de cada segundo ao final da queda e a velocidade ao atingir a superfície, pode-se usar a equação 5:

$$\mathbf{V^2 = V_0^2 - 2g (y - y_0)} \quad \text{(Equação 5)}$$

Para calcular a velocidade sem conhecer a altura, apenas o tempo, pode-se utilizar a equação 6:

$$\mathbf{V = V_0 - g.t} \quad \text{(Equação 6)}$$

Através das informações apresentadas na cena de queda livre, os alunos realizaram os cálculos para descobrir o tempo de queda do corpo e a velocidade com que esse corpo chegou ao solo.

Após todas as análises, a quarta etapa consistiu-se da execução de um júri. As duas turmas do Ensino Médio (2º e 3º ano) tiveram que se organizar para uma turma defender que houve um crime diante da cena e dos fatos apresentados, e a outra turma ficou responsável por defender que não houve um crime, mas sim um acidente que resultou na morte da criança. Para isso, a professora apresentou depoimentos fictícios das suspeitas para facilitar o debate. Cada turma apresentou

dois representantes: um advogado e um perito. A turma que ficou responsável em defender que houve um crime, também teve um promotor como representante da acusação. A juíza ficou sob responsabilidade da docente. No debate trouxeram as informações coletadas e analisadas em laboratório, bem como a explicação dos fatos e possíveis erros de contaminação no momento do diagnóstico final. Foi possível problematizar de forma próxima a realidade de como é julgado um crime, e como a ciência forense é importante para elucidação dos casos.

Por fim, na quinta e última etapa foi realizado um pós-teste, no qual os alunos responderam 12 perguntas sobre o que acharam da atividade desenvolvida, se houve dificuldade de aprendizagem e se conseguiram compreender a relação entre as disciplinas de matemática, química e física para a ciência forense. Segundo os estudantes a prática correspondeu a aprendizagem dos conteúdos propostos, isto é, 21 alunos descreveram a prática como “ótima”, 10 alunos como “bom” e uma aluna como “regular”. Sobre a relação entre as disciplinas de exatas com o estudo da ciência forense, 31 alunos responderam que conseguiram compreender os conteúdos trabalhados na prática em questão, aplicada no estudo de caso realizado.

Dentre o que mais gostaram da atividade, os estudantes relataram que: a mistura de água oxigenada e álcool com a luz negra resultando em uma reação de quimioluminescência, a forma de colher as digitais, o uso do laboratório, a realização do júri, os cálculos de queda livre, realizar as reações químicas, descobrir a marca do calçado e os métodos de investigações, foram os mais relatados pelos estudantes. Segundo os alunos, a prática facilitou a compreensão dos conteúdos trabalhados durante o ensino de exatas, por demonstrar através de questões reais e experimentos a explicação para alguns fenômenos das ciências. Em relação às expectativas e as habilidades adquiridas com a atividade, os estudantes disseram que a prática atendeu suas expectativas por trazer um caso real e permitir através dos conhecimentos estudados a resolução dos problemas propostos, bem como, a maioria dos estudantes, exatos 28, conseguiram relatar a relação entre a química, matemática e física com a ciência forense.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho engloba metodologias ativas no ensino de química, física e matemática, apresentando a temática Da ciência forense com a finalidade de trazer

experiências e incentivo para docentes e alunos. Verifica-se que o estudo e planejamento do docente utilizando metodologias ativas e a interdisciplinaridade de conteúdos, proporciona aos estudantes experiências relacionadas com a sua realidade, além de despertar a sua curiosidade e facilitar o seu processo de ensino aprendizagem de uma forma lúdica e mais efetiva.

O estudante deixa de ser um mero receptor de conhecimento e passa a ser o protagonista no seu processo de aprendizado, da mesma forma, o professor deixa de ser uma figura autoritária e detentor de todo o conhecimento e se torna um facilitador neste processo. Essa metodologia de ensino concedeu aos alunos uma participação direta e ativa em todas as atividades aplicadas, por se tratar de turmas que a docente acompanhou ao longo do período escolar, ao abordar as temáticas sobre os tipos de reações químicas e polaridade das moléculas orgânicas em situações distintas, os estudantes recordaram sobre os conceitos trabalhados durante a prática, isso significa que, para as turmas integrantes da pesquisa houve indícios de uma aprendizagem significativa.

A experiência foi considerável para os estudantes e para a docente. Espera-se que professores sejam encorajados a pesquisar e aplicar tais metodologias em sala de aula, a fim de tornar a prática docente mais interativa e ao mesmo tempo, permitir a eclosão de novas habilidades dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processo de ensinagem na universidade: pressupostos para estratégias de trabalho em aula**. 10. ed. Joinville, SC: Univille, 2012.

ANDRADE, M. J. P. e COUTINHO, C.P. A sala de aula invertida e suas implicações para o ensino. **Revista Científica da Educação a distância**, v.10, n. 17, 2017.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BACICH, L. Ensino Híbrido: Proposta de formação de professores para uso integrado das tecnologias digitais nas ações de ensino e aprendizagem. In: **Anais do Workshop de Informática na escola**, p.679, 2016.

BACICH, L. Metodologias Ativas: desafios e possibilidades. **Revista Pátio**, n. 81, p.37-39, 2017.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Seminário: Ciências Humanas e Sociais**, Londrina, 2011.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida, uma metodologia ativa na aprendizagem**. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. - 1. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2018.

CAVALCANTE, K. S. B. ; SOUSA, F. R. S. ; MONTEIRO, J. P. D. ; SOUZA, J. P. P. ; NASCIMENTO, A. W. V. ; AGUIAR, A. S. S. e FONSECA, A. S. Investigação criminal e química forense: espaço não formal de aprendizagem investigativa. **Revista Química Nova Escola**, Vol. 42, N° 2, p. 129-135, São Paulo, 2020.

CHEMELLO, E. **Ciência forense: impressões digitais**. Química virtual. 2006.

CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B; STAKER, H. **Ensino Híbrido: uma Inovação Disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos**, 2013.

DEWEY, J. **Experiência e Educação**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1976.

DORNELES, P. F. T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ECKERT, W. G.; JAMES, S. H. Interpretação de Evidências de Manchas de Sangue em Cenas de Crime. 2 Ed. CRC Press, 14 de jul. de 1998.

FARIAS, P.; MARTIN, A.; CRISTO, C. S. Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percurso Histórico e Aplicações. **Rev. Bras. Educ. Méd.**, 2015.

FREIRE, P. **Desafios da educação de adultos ante a nova reestruturação tecnológica. In: Pedagogia da Indignação: cartas pedagógicas e outros escritos.** São Paulo: UNESP, 2003.

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

FREITAS, D. S.; NEUENFELDT, A. E. **Interdisciplinaridade na Escola: Limites e Possibilidades.** Rio Grande do Sul, 2005.

FREITAS, R. A. M. M. Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 403-418, abr./jun. 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLEISER, M. Ciência é o caminho para entender o mistério da existência humana. Disponível em: '[Ciência é caminho para entender o mistério da existência humana](#)', diz Marcelo Gleiser, vencedor do prêmio Templeton 2019 | Ciência e Saúde | G1 (globo.com)

GODINHO E. Z.; PARISOTO M. F.; SORANSO S. C. Análise da Integração da Metodologia de Rotação por Estações de Aprendizagem para o Ensino de Conhecimento de Luz e Cores. **Arquivos do Mudi**, v. 24, n. 3, p. 63-70, 2020.

GODOY. Arllda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 2, Mar./Abr. 1995.

GOMES M. B. Quem é culpado? O que os programas policiais da televisão nos ensinam. **Journal of Experimental Psychology: General**, v. 136, 2007.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física.* 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4; P. 20.

LIBÂNEO, J. C. **O processo de ensino na escola.** São Paulo: Cortez, 1994. P. 77-118.

LIMA, C. ; BERTONI, F. F. Caso Nardoni. Canal Ciências Criminais, 2015. Disponível em : [Caso Nardoni \(canalcienciascriminais.com.br\)](#)

POLETTTO, M. A ciência forense como metodologia ativa no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n.8, 2017. Disponível em: [https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID438/v12\\_n8\\_a2017.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID438/v12_n8_a2017.pdf). Acesso em 20 nov 2021.

POLETTI, M. A ciência forense como metodologia ativa no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n.8, 2017.

SANTOS, W. L. P. Contextualização do Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C., DEL PINO J. C.; SALGADO, T.D.M. A utilização da ciência forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. *Educ. Quím.*, 2013.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO M. C.; SALGADO T. D. M. Aprendendo a investigar através de uma atividade investigativa sobre Ciência Forense e Investigação Criminal. **R. Bras. de Ensino de C&T**, 2015.

SILVA, J. A. Análise criminal: teoria e prática. Ed. Graphium Gráfica e Editora. Salvador, Bahia, 2015.

SILVA, M. O.; ANDRADE, A. L. A. **Autoestima na educação de jovens e adultos**. 2015.

SOBRAL, F. R., CAMPOS C. J. G. Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa. **Revista Esc. Enfermagem USP**, 2012.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino- aprendizagem. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 39, 2008.

VEIGA, L. A.; FONSECA, R. L. O júri simulado como proposta didático-pedagógica para a formação inicial do professor de geografia na perspectiva da aprendizagem baseada em problemas (PBL). **Revista Geosp - Espaço e Tempo**, v. 22, n. 1, p. 153-171, 2018.



## APÊNDICE A

### PRÉ-TESTE

1- Defina ciência forense:

2- Na sua opinião como as disciplinas de ciências exatas, mais especificamente as matérias de matemática, física e química, podem ser aplicadas para auxiliar na resolução de crimes?

3- Qual o tipo de reação que acontece quando uma espécie química perde elétrons (oxida) enquanto a outra espécie ganha elétrons (reduzindo-se), ou seja há uma transferência de elétrons entre as espécies químicas?

4- Resolva a seguinte equação:  $5x^2 + 3x + 5 = 0$

5- Um garoto está na sacada do seu apartamento, localizado a cerca de 30 metros de altura, em um certo momento ele deixa cair seu carrinho, determine o tempo (s) e a velocidade (m/s) que o carrinho do garoto leva até tocar no solo, através das informações monte um gráfico com os valores obtidos.

**APÊNDICE B****PÓS -TESTE DA AULA TEÓRICA/PRÁTICA**

1- Como você avalia a prática realizada?

( ) Péssimo

( ) Ruím

( ) Regular

( ) Bom

( ) Ótimo

2- De forma geral, você conseguiu compreender o conteúdo trabalhado?

( ) Sim

( ) Não

3- Sentiu dificuldades durante a realização das atividades?

( ) Sim

( ) Não

4- Você indicaria a atividade realizada para o ensino de exatas ( matemática, física e química) ?

( ) Sim

( ) Não

5- Através da atividade aplicada é possível relacionar com mais facilidade os conteúdos de exatas abordados neste trabalho?

( ) Sim

( ) Não

6- A atividade aplicada abordou alguns conceitos de química, física e matemática. Você consegue descrever como elas estão relacionadas com as ciências forense. Se sim, justifique:

7- De maneira breve, conte o que mais gostou durante as atividades:

8- A prática realizada mudou sua visão sobre o ensino de exatas?

9- Relate, optando por frases curtas, sobre o que aprendeu após as atividades, para isso utilize em suas frases as palavras-chaves: ciência forense, matemática, física e química:

10- Quais expectativas você tinha antes do projeto? E após a prática realizada, essas expectativas foram supridas? Justifique:

11- Na sua opinião, como a prática ajuda na compreensão de conteúdo?

## **APÊNDICE C**

### **CENA DO LOCAL ANALISADO**

Vocês deverão analisar as 4 cenas no local do possível crime. Cada grupo, de forma organizada, terão 20 minutos para observar e analisar as provas. Cada grupo terá uma caixa identificada com sua numeração para colocar as provas colhidas.

O grupo terá que registrar suas observações da cena e das provas colhidas para que num próximo momento, produzam um laudo pericial.

Ao final, cada grupo, através de suas análises, anotações e discussões entre os membros deverá apresentar um laudo pericial descritivo. O grupo escolherá um ou dois representantes para defender seu laudo perante o júri, que irá julgar mediante as provas e laudos fornecidos.

Qualquer dúvida relatar ao professor, que acompanhará e auxiliará cada processo. Boa prática a todos!

**GRUPO 1 - Defenderá que houve um crime**

**GRUPO 2 – Defenderá que foi um acidente**

**NOME E SOBRENOME DE CADA PARTICIPANTE:**

**CENA 1: Impressão digital.**

Colher as impressões digitais na cena utilizando-se do pincel e carvão vegetal que foram disponibilizados para cada grupo. Já no laboratório existe uma ficha (datilograma), onde se encontra a impressão digital de 5 suspeitos. O trabalho

de cada grupo será comparar a impressão colhida na cena com as marcas presentes na ficha.

**Evidências:**

**Local periciado e técnicas utilizadas:**

**Anotações:**

## **CENA 2: MANCHAS DE SANGUE**

Na cena, deverá ser observado as manchas de sangue. Para esta cena os alunos deverão pesquisar e descrever sobre o reagente luminol e como ocorre sua reação química ao entrar em contato com o sangue. Já no laboratório, os estudantes deverão relatar o que observaram com o experimento utilizando o álcool, marca texto e peróxido de hidrogênio. Explicar o que aconteceu nesta reação:

**Evidência:**

**Local periciado e técnicas utilizadas:**

**Anotações:**

## **CENA 3 - MARCAS DE PEGADA:**

Cada grupo, utilizando uma régua, deverá medir a marca encontrada no local do crime, anotar, através dessa medição, o valor encontrado. No laboratório, realizar o cálculo, utilizando a medida encontrada e a fórmula fornecida neste formulário para determinar o tamanho do calçado do suspeito.

Fórmula a ser utilizada:  $S = (5 p (\text{cm}) ) + 28 / 4$

Onde: S é número do calçado e p é comprimento da pegada encontrada em centímetros (cm).

**Evidências:**

**Local Periciado e técnicas utilizadas:**

**Anotações:**

**CENA 4 – QUEDA LIVRE DE UM CORPO:**

Perante a cena encontrada, os alunos deverão anotar todas informações colhidas, que estarão anexadas em uma folha que estará no local do crime, como horário da queda, altura e anotar todas as informações. No laboratório deverão realizar o cálculo para encontrar o tempo de queda deste corpo e a velocidade com que toca o solo:

Equações a serem utilizadas:

$$V = V_0 + at \text{ (Equação 1)}$$

$$X - X_0 = +V_0t + \frac{1}{2} .at^2 \text{ (Equação 2)}$$

Como se trata de um movimento de aceleração constante e vertical (eixo y) , o x (m) será substituído por y (m), que representa a altura percorrida pelo corpo durante a queda, para calcular o tempo da queda podemos usar a equação 3:

$$y - y_0 = V_0t - \frac{1}{2} at^2 \text{ (Equação 3)}$$

O sinal negativo indica que a trajetória foi no sentido negativo do eixo y (de cima para baixo). Para determinar a posição de cada segundo ao final da queda e a velocidade ao atingir a superfície, pode-se usar a equação 4:

$$V^2 = V_0^2 - 2g (y - y_0) \text{ (Equação 4)}$$

Para calcular a velocidade sem conhecer a altura, apenas o tempo, pode-se utilizar a equação 5:

$$V = V_0 - g.t \text{ (Equação 5)}$$

X = deslocamento (m)

V= velocidade (m/s)

V<sub>0</sub> = corpo abandonado na origem com velocidade nula (m/s)

a = gravidade (9,8 m/s<sup>2</sup>), aceleração constante

t = tempo (s)

**Evidências:**

**Local Periciado e técnicas utilizadas:**

**Anotações:**

**Queda livre** – através das fórmulas e dos dados encontrados na cena, calcular o tempo de queda e a velocidade com que o corpo chegou ao solo.

Cálculo: