



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS e
MATEMÁTICA

ALLISON DE QUEIROZ MOURA

**O USO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS PARA A
ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NA
APRESENTAÇÃO DA TEMÁTICA DE QUÍMICA FORENSE**

Caruaru

2024

ALLISON DE QUEIROZ MOURA

**O USO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS PARA A
ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NA
APRESENTAÇÃO DA TEMÁTICA DE QUÍMICA FORENSE**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Educação
em Ciências e Matemática do Centro
Acadêmico do Agreste da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para a obtenção do título de mestre
em Educação em Ciências e Matemática.
Área de concentração: Educação em
Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Freitas da Silva

Caruaru
2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Moura, Allison de Queiroz.

O Uso da aprendizagem baseada em problemas para a análise do desenvolvimento do pensamento crítico na apresentação da temática de química forense / Allison de Queiroz Moura. - Recife, 2024. 125f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2024.

Orientação: Ana Paula Freitas da Silva.

Inclui referências e apêndices.

1. Ensino por investigação; 2. Imersão discente; 3. Raciocínio lógico. I. Silva, Ana Paula Freitas da. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

ALLISON DE QUEIROZ MOURA

**O USO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS PARA A ANÁLISE DO
DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NA APRESENTAÇÃO DA
TEMÁTICA DE QUÍMICA FORENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática. Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática.

Aprovado em: 24/10/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Paula Freitas da Silva (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Jose Ayrton Lira dos Anjos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Ricardo Lima Guimaraes (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e pela força espiritual para a realização desta dissertação.

Agradeço de forma carinhosa à minha mãe, Dona Mazé por absolutamente tudo. Cada um de seus atos é uma oportunidade que tenho para crescer e me tornar o que sou confesso que pude aprender demais com sua jornada vital, tudo o que passamos me fortaleceu cada vez mais e cá estou eu preste a alcançar mais um degrau graças a seus ensinamentos e, cada vitória é tão sua quanto minha.

Agradeço à minha orientadora, professora, amiga e conselheira Dra. Ana Paula Freitas da Silva, pela sua disponibilidade, interesse e receptividade com que me recebeu mais uma vez, pela prestatividade com que me ajudou, obrigado por todas as palavras ditas e conselhos dados e por sempre segurar minha mão quando todos soltam.

Agradeço a algumas pessoas que passaram pela minha vida acadêmica, vocês são importantes na construção do meu ser pessoal e profissional. Agradeço em especial a Michely Albuquerque, por ser a minha amiga até os dias atuais, a Ivani Santos que mesmo estando distante nunca deixou que eu desistisse, de verdade sabe que és. Obrigado meninas por estarem sempre dispostas a me ajudar, por puxar minha orelha quando preciso e principalmente por me ensinar a ser uma pessoa melhor.

Agradeço a Ana Clara Perim (Naperim) e a Chirleanny (tcharlly) por estarem sempre do meu lado e falar as verdades que eu tenho que ouvir obrigado por transbordar energia positiva em minha vida e percorrer esse caminho árduo comigo, nunca me esquecerei de cada risada que demos juntos nem de cada lágrima que enxugamos um do outro, obrigado por existirem.

Agradeço a Alisson Luiz (monocelha) e a Alvanires Francksuellen, por participar de minha vida dentro e fora da universidade, obrigado por me ajudar a seguir todas as vezes que tentei desistir, obrigado pelos momentos partilhados durante a graduação e obrigado principalmente por me ouvir sempre que eu precisava desabafar vocês são os melhores.

Agradeço a Vanessa Alves, Rosalia Pontes, Macedo Henrique, Francisco Rocha, Pedro Antônio, Cibely Cavalcante, Tereza Torres, Jorge Espindola, Maria do Carmo (Netinha) e Joice Eduarda, por termos compartilhado todos os momentos bons de estudo, de apoio, carinho e amizade, obrigado pela prestatividade nos trabalhos coletivos mesmo sabendo das minhas limitações com seminários, nunca soltaram minha mão, amo vocês.

Agradeço de forma especial ao meu companheiro Renato Villar, pela força, carinho e apoio que sempre me deu. Agradeço por ter me compreendido e me acalmando nos momentos de aflição, por ter me encorajado quando o medo me assustava, por ter acreditado em mim quando ninguém mais acreditava, por estar presente quando ninguém mais estava. Obrigado por se dispor a me ajudar sempre, por me ensinar a ser uma pessoa melhor a cada dia, por estar em minha vida e por me aturar tanto tempo (tu realmente me ama), obrigado por existir, eu te amo.

Agradeço de forma carinhosa ao meu amigo Messias Coiffeur que sempre se dispõe a me visitar, me liga e se importa comigo, obrigado por tornar o fardo que carrego mais leve, obrigado pelas viagens e pelas tardes incansáveis de longas e boas risadas, obrigado pela nossa amizade. E por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade, sou imensamente grato.

“Existe um tempo certo para cada coisa, momento oportuno para cada propósito debaixo do céu: tempo de nascer, tempo de morrer, tempo de plantar, tempo de colher”
(Bíblia Sagrada – Eclesiastes 3:1-8).

RESUMO

As dificuldades encontradas no ensino de ciências têm sido marcadas pelo desinteresse dos estudantes, o que pode estar relacionado com as dificuldades para o entendimento dos modelos científicos, que fundamentam esta ciência, ou pela falta do olhar crítico destes. Sendo assim, a utilização da Aprendizagem baseada em problema pautada na investigação, apresenta-se como um método alternativo ao ensino de ciências passível de favorecer o desenvolvimento da criticidade, pois favorece a problematização dos conceitos, fazendo com que os estudantes interajam com o objeto de estudo. O método possibilita interações que proporcionam a aprendizagem colaborativa, onde os grupos de estudantes envolvidos aprendem juntos através da troca de conhecimento, com o intuito de desenvolver a aprendizagem. O presente trabalho objetivou analisar como a aprendizagem baseada em problemas pautada na Química forense pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico a partir da imersão discente promovida pela resolução de um crime fictício. A pesquisa é exploratória, pois essa é uma estratégia utilizada em pesquisas que buscam examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto, onde os dados foram coletados, através dos diários de bordo e das propostas de elucidação criminal. A análise da proposta de elucidação criminal produzida pelos alunos permitiu perceber como o pensamento crítico contribuiu para construção do raciocínio lógico em uma atividade de caráter investigativo. Com isso, os diários de bordo permitiram compreender as contribuições da aprendizagem colaborativa a partir da abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas. Por fim, com relação às contribuições da atividade para a compreensão dos conceitos, essa atividade permitiu aos estudantes refletir sobre a importância do uso da Aprendizagem Baseada em Problemas pautada na Investigação e no seu processo de aprendizagem. Portanto, essa atividade auxiliou os estudantes na tomada de decisão, análise e entendimento dos fenômenos e suas implicações, a partir da imersão na cena do crime. Foi possível perceber o uso do raciocínio lógico através da análise minuciosa das evidências e a construção de uma linha de raciocínio coerente, enquanto a argumentação proporcionou um debate estruturado e a validação das hipóteses. A aprendizagem colaborativa

desempenhou um papel crucial ao integrar as diferentes perspectivas e conhecimentos, enriquecendo a solução proposta. A combinação desses elementos possibilitou uma abordagem eficaz para compreender e resolver o crime fictício, evidenciando a importância da integração entre lógica, debate e cooperação no processo investigativo.

Palavras-chave: Ensino por investigação; Imersão discente; Raciocínio lógico.

ABSTRACT

The difficulties encountered in the teaching of science have been marked by the lack of interest of students, which may be related to the difficulties in understanding the scientific models that underlie this science, or by the lack of a critical look on them. Thus, the use of problem-based learning based on investigation presents itself as an alternative method to science teaching that can favor the development of criticality, as it favors the problematization of concepts, making students interact with the object of study. The method enables interactions that provide collaborative learning, where the groups of students involved learn together through the exchange of knowledge, in order to develop learning. The present work aimed to analyze how problem-based learning based on forensic chemistry can contribute to the development of critical thinking from the student immersion promoted by the resolution of a fictitious crime. The research was an exploratory case study, as this is a strategy used in research that seeks to examine a contemporary phenomenon within its context in which the data will be collected, through logbooks and criminal elucidation proposals. The analysis of the proposal of criminal elucidation produced by the students allowed us to perceive how critical thinking contributed to the construction of logical reasoning in an investigative activity. With this, the logbooks allowed us to understand the contributions of collaborative learning from the PBL approach. Finally, regarding the contributions of the activity to the understanding of the concepts, this activity allowed students to reflect on the importance of using PBL based on Investigation and student learning. Therefore, this activity helped students in decision-making, analysis and understanding of the phenomena and their implications, based on the concept of immersion in the crime scene. The research resulted in the creation of an elucidative proposal for the resolution of a fictitious crime, based on solid logical reasoning, detailed argumentation and collaborative learning. Logical reasoning allowed for the thorough analysis of evidence and the construction of a coherent line of reasoning, while argumentation provided a structured debate and validation of hypotheses. Collaborative learning played a crucial role in integrating different perspectives and knowledge, enriching the proposed solution. The combination of these

elements enabled an effective approach to understand and solve the fictitious crime, highlighting the importance of integrating logic, debate, and cooperation in the investigative process.

Keywords: Inquiry-based teaching. Student immersion. Chemistry Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Imagem 1	Etapas metodológicas da aplicação da ABP	28
Imagem 2	Identificação de projétil na cena do crime	33
Imagem 3	Balística interna	33
Imagem 4	Balística de transição	33
Imagem 5	Balística externa	34
Imagem 6	Balística terminal	34
Imagem 7	Estrutura física de um projétil	35
Imagem 8	Fórmula estrutural do luminol puro	36
Imagem 9	Representação da reação química do luminol	36
Imagem 10	Emissão de luz com um brilho azulado proveniente da reação de oxidação do luminol em cenas de crimes	36
Imagem 11	Estrutura do ácido desoxirribonucleico (DNA)	37
Imagem 12	Passos do processo de identificação genética das amostras de DNA encontradas em uma investigação criminal	38
Imagem 13	Processo de reação em cadeia de polimerase (PCR)	39
Imagem 14	Marcas reveladas respectivamente da ponta do dedo, palma das mãos e palmas dos pés	39
Imagem 15	Classificação das impressões digitais segundo o método Vucetich	40
Imagem 16	Aplicação do pó de carvão para coletar impressão digital	41
Imagem 17	Impressão digital revelada pela técnica do vapor de iodo	42
Imagem 18	Impressões digitais reveladas em folha A4 com solução de Ninidrina	42
Imagem 19	Reação do aminoácido com a Ninidrina	43
Imagem 20	Carta Enigmática	58
Imagem 21	Aplicação da carta enigmática do jogo Black Stories	60
Imagem 22	Aula expositiva sobre o papel do perito criminal e as técnicas de análises de vestígios forenses	62

Imagem 23	Lousa detalhada das técnicas de análises de vestígios forenses	62
Imagem 24	Coleta de impressão digital em vidrarias do laboratório e na superfície da tela de aparelhos eletrônicos	64
Imagem 25	Coleta de impressão digital das pontas dos dedos dos estudantes	64
Imagem 26	Ficha de Papiloscopia	64
Imagem 27	Leitura e anotações feitas pelos grupos	68
Imagem 28	Pesquisa dos conteúdos auxiliares para a elucidação	71
Imagem 29	Hipóteses iniciais apontadas pelos grupos de estudantes	72
Imagem 30	Hipóteses iniciais apontadas pelos grupos de estudantes	73
Imagem 31	Utensílios domésticos – copo de vidro, bandeja , prato e garrafa de café encontrados na cena do crime	74
Imagem 32	Vestígios: Cena do crime revirada	74
Imagem 33	Professor de braços ao lado da mesinha	74
imagem 34	Saquinho plástico contendo um pó branco de procedência não conhecida	75
Imagem 35	Professor de braços ao lado da mesinha	75
Imagem 36	Cadáver do professor Alex Karev	77
Imagem 37	Disposição da banca e do cadáver na cena do crime.	77
Imagem 38	Cena do crime de outro ângulo.	77
Imagem 39	Cena do crime isolada para evitar movimentação dos vestígios.	77
Imagem 40	Vestígio encontrado na cena do crime - mancha de sangue	78
Imagem 41	Isolamento da cena do crime com fita zebra	78
Imagem 42	Cadáver de Alex visto de outros ângulos	78
Imagem 43	Imersão dos estudantes na cena do crime	79
Imagem 44	Ideias principais escritas nos diários de bordo	88

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.	15
2.	OBJETIVOS.	18
2.1	Objetivo Geral.	18
2.2	Objetivos Específicos.	18
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.	19
3.1	Um breve histórico do ensino de ciências no Brasil.	19
3.1.1	Atividades imersivas.	21
3.1.2	O ensino de Ciências por investigação.	23
3.2	Aprendizagem baseada em problemas como estratégia didática para o ensino de ciências da natureza.	26
3.2.1	Aprendizagem colaborativa no ensino de ciências.	29
3.3	Química forense e suas contribuições para a sociedade.	30
3.3.1	Balística forense.	32
3.3.2	Técnica para identificação de sangue oculto – Luminol.	35
3.3.3	Exame de DNA.	37
3.3.4	Papiloscopia.	39
4.	PERCURSO METODOLÓGICO.	44
4.1	Caracterização da pesquisa.	44
4.2	Caracterização do local e dos participantes.	45
4.3	Ação Didática.	46
4.3.1	Etapa 1 - Sequência de aulas.	46
4.3.2	Etapa 2 – Pesquisa e discussão sobre a problemática.	49
4.3.3	Etapa 3 – Cena do Crime.	49
4.3.4	Etapa 4 – Exposição das propostas de elucidação criminal.	50
4.3.5	Etapa 5 – Aplicação de um questionário posterior.	51
4.4	Instrumento de coleta de dados.	51
4.5	Análise dos dados.	52
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.	56
5.1	Resultados da etapa 1 – Sequência de aulas.	57
5.2	Resultados da etapa 2 – Pesquisa e discussão sobre a problemática.	69
5.3	Resultados da etapa 3 – Cena do crime.	73

5.4	Resultados da etapa 4 – Exposição das propostas elucidativas.	81
5.4.1	Análise dos diários de bordo utilizados durante a resolução do crime fictício.	87
5.5	Resultados da etapa 5- Aplicação de um questionário de avaliação da atividade.	90
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.	97
	REFERÊNCIAS	99
	APÊNDICE A – Crime fictício	108
	APÊNDICE B – Laudos periciais	110
	APÊNDICE C – Depoimentos dos suspeitos	114
	APÊNDICE D – Laudo de Necropsia – Autópsia	122
	APÊNDICE E – Diário de bordo	124
	APÊNDICE F – Questionário	125

1. INTRODUÇÃO

O ensino de ciências deve proporcionar aos estudantes uma visão crítica do mundo no qual estão inseridos, bem como auxiliá-los nas suas interpretações, permitindo assim, correlacionar os estudos feitos em sala de aula com sua vivência cotidiana. Deste modo, espera-se que o ensino de ciência seja capaz de possibilitar o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias à resolução de situações problema relacionadas ao cotidiano dos discentes (Brasil, 1997).

Contudo, é possível observar no ensino de ciências que mesmo quando se utiliza abordagens em que se abarcam contextos reais há uma preocupação na memorização excessiva de conteúdo. Essa estrutura impossibilita a construção do pensamento crítico dos discentes, pois dificulta o questionar, analisar e interpretar, tornando o estudante, um mero espectador durante a construção do seu conhecimento (Teixeira, 2003).

Nesse contexto, compreende-se que existem docentes que ainda utilizam o modelo de ensino tradicional (transmissão-recepção), baseado nas ideias comportamentalistas como postura principal em sala de aula, achando que o conhecimento já se encontra estabelecido e contido em livros. Em contrapartida, os docentes que possuem uma postura baseada no construtivismo creem que o processo de aprendizagem se dá pelos estímulos e pela intensa atividade mental dos alunos, ou seja, não somente por repetição e memorização (Azevedo, 2018).

Dentre as várias abordagens existentes nos processos de ensino-aprendizagem, surge à proposta investigativa, que visa estimular o estudante na busca de soluções para os problemas propostos, através da argumentação, do pensamento crítico, da aprendizagem colaborativa e do questionamento (Teixeira, 2003).

Neste sentido, o ensino por investigação apresenta-se como uma possibilidade de ensino, visto que as estruturas das aulas investigativas favorecem a problematização dos conteúdos, fazendo com que os estudantes interajam com o objeto de estudo nas práticas pedagógicas dentro e fora do ambiente escolar (Azevedo, 2010). Uma alternativa a esta abordagem é o uso da temática da química forense.

Nesse contexto, em situações de ensino, a Química forense pode ser utilizada como ferramenta para a aprendizagem de ciências, contribuindo para a descentralização e estudo para além dos muros escolares. Dessa forma, há a possibilidade de promoção do ensino de ciências utilizando a química forense por meio de diversas metodologias e estratégias de ensino, como a contextualização, a experimentação, os jogos, o teatro, as oficinas temáticas, os recursos audiovisuais, e a resolução de crimes de natureza fictícia (Ventura; Martins Junior, 2021).

Portanto, parte-se do pressuposto que as relações entre os fenômenos químicos forenses podem ser utilizadas nas aulas de Ciências para despertar um maior interesse dos estudantes pela temática e pelos conteúdos de ciências, bem como promover uma maior integração entre estudantes e professores em um processo de construção coletiva e significativa de entendimentos (Souza, 2008).

Essa integração se torna perceptível durante as atividades investigativas quando o aluno argumenta, pensa, interage e questiona, enquanto o professor apresenta uma postura questionadora, que promove a argumentação, por meio de questões que estimulem os alunos a responder os desafios propostos. Assim, nessa abordagem de ensino, o estudante interage com a situação problema, correlacionando os conteúdos com suas vivências diárias, promovendo assim, a construção do seu conhecimento (Xavier, 2016).

Diante disso, pesquisamos sobre a experimentação investigativa a partir das técnicas forenses, baseado na aprendizagem colaborativa em sua prática docente. As leituras iniciais foram despertando a curiosidade e a partir daí passamos a utilizar técnicas de ensino que instigam a aprendizagem de forma colaborativa em suas aulas de ciências. Durante nossas leituras foi possível percebermos que pouco se fala sobre o uso das atividades imersivas investigativas baseadas na aprendizagem colaborativa, o que favorece o desenvolvimento deste trabalho, pois essa temática vem atraindo o interesse dos jovens ao longo dos anos por se tratar da temática de muitas séries e filmes, como, por exemplo, *Blindspot* (Produção: berlanti productions quinn's house wamer bros. Television, Nova York, ny), *La casa de papel* (produtora: Vancouver Média. Espanha), *Mindhunter* (Produtora: Jim Davidson, Estados Unidos) e *Sherlock* (produtora: Sue Vertue, Reino Unido) (Teixeira, 2003).

Nessa perspectiva, as ideias e concepções deixam o campo da imaginação e passam ao campo da observação e análise detalhada, a fim de entender o que houve em determinada cena. Além de permitir que os alunos assumam um papel ativo, fazendo parte do seu próprio processo de aprendizagem ao observar, questionar e formular hipóteses, melhorando a relação professor - aluno, despertando a curiosidade, instigando-os a pesquisarem e interagirem (Xavier, 2016).

Na busca por metodologias alternativas que auxiliem o ensino de ciências e desperte a curiosidade dos estudantes, vem sendo feitas pesquisas sobre o uso de atividades investigativas a partir das técnicas forenses para o ensino baseado na aprendizagem colaborativa. Essas pesquisas despertaram a curiosidade do autor que posteriormente utilizou a resolução de pequenos enigmas em grupos na sala de aula para instigar a aprendizagem de forma colaborativa a partir da atividade investigativa proposta, a fim de testar a sua funcionalidade. Além disso, as leituras possibilitaram a percepção de que pouco se fala sobre o uso das atividades investigativas baseadas na aprendizagem colaborativa (Teixeira, 2003).

Analisando artigos publicados em revistas como a Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM) e a revista Experimentações em Ensino de Ciências (EENCI), percebe-se que há uma escassez de informações sobre a aprendizagem baseada em problemas no contexto da investigação criminal.", no ensino de ciências da natureza. Diante desta observação, surge a necessidade de estudar como o ensino por investigação pautado no conhecimento da Química forense pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico a partir da imersão na cena e resolução de um crime fictício.

Desse modo, entende-se que essa metodologia pode ser utilizada para auxiliar o ensino de ciências e pode ser replicada com facilidade, pois trata de uma metodologia de fácil acesso, de baixo custo, onde os casos a serem investigados podem ser elaborados pelos próprios estudantes a partir de uma determinada problemática e desvendados pelos colegas de classe. Além de trabalhar a coletividade, essa metodologia trabalha o raciocínio lógico e a aprendizagem colaborativa.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar como a aprendizagem baseada em problemas utilizando a temática da Química Forense pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, a partir da imersão em um cenário de crime fictício.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar como o uso da temática química forense pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, através da resolução de um crime fictício.
- Analisar como o uso da Aprendizagem Baseada em Problemas pode contribuir para o desenvolvimento dos argumentos utilizados na resolução do crime fictício.
- Compreender como a argumentação desenvolvida através da aprendizagem colaborativa pode contribuir para o desenvolvimento do raciocínio lógico.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentada a discussão teórica dos fundamentos que embasam esta dissertação. Os tópicos e subtópicos a seguir tratam de uma revisão sobre: Um breve histórico do ensino de ciências no Brasil; Atividades imersivas; O ensino de Ciências por investigação; Aprendizagem baseada em problemas como estratégia didática para o ensino de ciências; da natureza; Aprendizagem colaborativa no ensino de ciências Química forense e suas contribuições para a sociedade e as técnicas de análise de vestígios forense; balística forense, técnica para identificação de sangue oculto – Luminol; Exame de DNA e Papiloscopia (o método do pó, a técnica do iodo e a técnica da ninidrina).

É importante ressaltar, que esta discussão teórica é essencial para a construção dos parâmetros de análise que serão discutidos posteriormente, bem como fornecerá uma base teórica para a análise dos dados obtidos no trabalho.

3.1 Um breve histórico do ensino de ciências no Brasil

Analisando a história do ensino no Brasil, percebe-se que a maioria dos brasileiros teve acesso à escola pública nas primeiras décadas do século XX. Direito este, consolidado pelo estado é considerado um grande instrumento de participação política (Saviani, 2013).

O ensino de Ciências foi incorporado aos currículos escolares de forma efetiva e, ainda não obrigatória, a partir da primeira metade do século XX e estava relacionado com as necessidades provindas da industrialização, que exigiam a formação de profissionais com conhecimentos na área tecnológica (Rosa, 2012).

Durante este período, o Brasil buscava uma forma de superar a dependência científica e tecnológica que existia, buscando tornar-se autossuficiente nesta área. Nesse contexto, fazia-se necessário a preparação dos estudantes para suprir a demanda e com isso, impulsionar o progresso nacional da ciência e tecnologia (Fernandes, 2015).

Em 1964, com a ditadura militar, a política educacional foi fundamentada em um discurso desenvolvimentista, dando suporte ao crescimento econômico, acelerando o processo de modernização do capitalismo no Brasil, partindo da educação. (Saviani, 2013).

O golpe militar de 1964 originou um novo modelo econômico e um aumento significativo na demanda educacional. Contudo, a expansão do ensino público não ocorreu como era esperado, pois os investimentos em educação não supriam as necessidades daquele momento. Com isso, surgiram os convênios entre órgãos governamentais brasileiros e as organizações internacionais como a United States Agency for International Development (USAID), que ficaram conhecidos como MEC-USAID, e cujo objetivo era unificar o ensino baseado nos projetos e nos modelos de ensino dos Estados Unidos (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2009).

Partindo desses acordos, o ensino de ciências passou a ter como base curricular a partir de 1964, os projetos desenvolvidos nos Estados Unidos e na Inglaterra. Tal panorama se modificou novamente na década de 1970, com a aprovação da Lei nº 5.692/1971, que tornou o Ensino Médio profissionalizante obrigatório para os alunos das escolas públicas. Desse modo, a referida Lei, conforme destaca Fernandes (2015), estabeleceu reformas imediatas no ensino de Ciências, passando a ter um caráter profissionalizante, voltando-se prioritariamente para formação de mão de obra, com o intuito de acelerar o desenvolvimento econômico do país.

Por conseguinte, essas reformas imediatas no currículo e no ensino de Ciências, foram descritas na LDB e PCNs sob o apoio do neoliberalismo. Documentos esses que constam na introdução dos PCNs (BRASIL, 2015), e que conduziram o ensino para o desenvolvimento de habilidades úteis para o mercado de trabalho.

Percebe-se, ainda, um ensino de ciências voltado para o desenvolvimento de competências e habilidades, conforme proposto pelos PCNs, que visam “o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores” (Brasil, 2015).

É preciso destacar que focar apenas nas competências e habilidades não corrobora para o desenvolvimento do ensino de Ciências. A ideia é garantir

a possibilidade de explorar uma ampla gama de conhecimentos científicos ao longo da história, tanto compreendendo e interpretando artigos e textos científicos quanto entendendo os principais métodos, práticas e procedimentos da pesquisa científica (Mec. 2018).

Portanto, apesar do ensino de Ciências no Brasil ter sofrido modificações do século passado até os dias atuais, há ainda muitas questões a serem melhoradas, principalmente no que diz respeito ao investimento. De modo geral, percebe-se que o ensino de Ciências nas escolas públicas, se desenvolve de forma precária, carente de recursos e desatualizado, sobretudo no que se refere à infraestrutura escolar e aos recursos tecnológicos (Garcia, 2013).

Nesse contexto, vale ressaltar a importância do uso de novas abordagens didáticas que podem auxiliar o processo de aprendizagem dos conteúdos de ciências trabalhados em sala de aula. Dentre as várias abordagens didáticas, existem aquelas que podem ser utilizadas dentro e fora da sala de aula, que possibilitam ao aluno visões e vivências diferentes (Fernandes, 2015). Uma abordagem didática que promove uma ligação entre sala de aula e cotidiano são as atividades imersivas que serão descritas no tópico a seguir:

3.1.1 Atividades imersivas

Com o início do novo século, observamos uma crescente integração da população nas novas tecnologias digitais e multimídias. Esse avanço transforma significativamente a educação e as escolas, convertendo-as em espaços de renovação e imersão tecnológica. Essas mudanças dinâmicas estão impulsionando todo o sistema de ensino a passar por uma reformulação essencial (Estevam, 2023).

O crescente acesso às inovações tecnológicas abre novas possibilidades para adotar abordagens metodológicas imersivas. A utilização dessas tecnologias no processo educacional não apenas amplia o acesso ao conhecimento, mas também oferece uma oportunidade única de transformar a forma como os estudantes aprendem e interagem com o conteúdo (Alves, 2022).

A inserção dessas ferramentas digitais possibilita a criação de ambientes de aprendizado mais dinâmicos e interativos. Ao integrar realidades virtuais, simulações e recursos multimídia nos currículos educacionais, os alunos são expostos a experiências imersivas que estimulam a curiosidade, a criatividade e a compreensão mais profunda dos conceitos (Estevam, 2023).

Essa abordagem não se limita apenas à absorção passiva de informações. Pelo contrário, encoraja a participação ativa dos estudantes, permitindo-lhes explorar, experimentar e colaborar em um ambiente que replica, de maneira autêntica, situações do mundo real. Essa imersão tecnológica não só fortalece as habilidades cognitivas, mas também promove competências essenciais, como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico (Santos, 2020).

No entanto, a imersão pode ser intensa e desafiadora, exigindo um alto nível de comprometimento e energia por parte dos alunos. É essencial que o ambiente de imersão seja estimulante e motivador para garantir que os participantes se engajem plenamente, participem de forma efetiva e colham os benefícios da abordagem (Alves, 2022).

Outra vantagem da imersão como metodologia é a oportunidade de criar uma atmosfera de aprendizado contínuo, onde os alunos têm mais tempo para se concentrar no assunto específico sem interrupções externas. Isso permite a absorção mais profunda do conhecimento, facilitando a conexão de ideias, o desenvolvimento do pensamento crítico e a aplicação prática dos conceitos aprendidos (Santos, 2020).

Portanto, à medida que avançamos neste século marcado pela inovação tecnológica, a integração dessas tecnologias no âmbito educacional proporciona uma nova era de aprendizado, moldando uma geração de estudantes com habilidades adaptativas e preparados para resolução de problemas relacionados ao mundo moderno (Estevam, 2023).

Em resumo, a imersão como metodologia de ensino oferece uma maneira envolvente e profunda de aprender, proporcionando um ambiente favorável para absorver conhecimento, explorar ideias e promover uma compreensão mais completa e aplicável do conteúdo estudado (Alves, 2022). Uma abordagem imersiva que proporciona um ambiente favorável na absorção

de conhecimento e interação entre os estudantes é o ensino de ciências por investigação que será descrito no tópico a seguir.

3.1.2 O ensino de Ciências por investigação

O ensino por investigação é uma abordagem didática que estimula os alunos a resolver um problema proposto. As atividades investigativas, inicialmente, envolvem situações problemas que podem variar desde problemas simples até aos mais complexos (Sasseron; Carvalho, 2011).

Nessa perspectiva, a investigação é empregada na educação com objetivos adicionais, como fomentar o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, promover a execução de procedimentos como a formulação de hipóteses, a anotação e análise de dados, e cultivar a capacidade de argumentação na resolução dos problemas (Zompero; Laburú).

Portanto, os problemas escolhidos devem ser compatíveis com o nível das turmas, seguindo uma sequência esquematizada de etapas que visam dar oportunidade aos estudantes para testarem suas hipóteses e coletar dados, passando-os de observador a pesquisador, estruturando seu pensamento crítico a fim de, chegar a uma solução (Carvalho, 2013).

Segundo Pimenta e Lima (2010), o professor é um profissional que instiga e impulsiona o desenvolvimento pessoal e intelectual do aluno, sendo um facilitador de seu acesso ao conhecimento. Por isso, o professor tem a responsabilidade de idealizar um ambiente investigativo que proporcione ao estudante a exploração de seus conhecimentos prévios, o desenvolvimento de ideias próprias, que possam ser socializadas com seus colegas e com o professor, edificando o conhecimento científico a partir dos conhecimentos prévios.

Considerando isso, a concepção de um ensino fundamentado na investigação sugere a criação de um ambiente rico e diversificado que proporcione e estimule a interação entre alunos. Ao professor cabe a mediação na construção do conhecimento científico, permitindo que os alunos se tornem protagonistas no processo de aprendizagem e no desenvolvimento do pensamento crítico (Francisco, 2015).

Nesse sentido, a construção de uma atividade investigativa necessita de uma organização e esquematização seguindo algumas etapas. A primeira delas é a proposição do problema, onde o professor divide a turma em grupos e oferece condições para pensarem e trabalhem em conjunto com as hipóteses; na segunda temos a resolução do problema; na terceira acontece a sistematização e contextualização dos conhecimentos, podendo essa ser praticada por meio da leitura, onde os alunos possam discutir suas hipóteses com o relatado no texto; e a última etapa é denominada 'escrever e desenhar', onde ocorre a sistematização individual do conhecimento (Carvalho, 2013).

Uma característica marcante nas atividades investigativas é a preocupação com o processo de aprendizagem dos estudantes, com seu foco voltado para a inserção na cultura científica e para o desenvolvimento de habilidades que são próximas do "fazer científico". Além dos aspectos relacionados aos procedimentos como observação, manipulação de materiais de laboratório e experimentação, é importante destacar que as atividades investigativas incluem a motivação e o estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar, o que promoverá as características de uma investigação científica (Sasseron, 2015).

Para que uma atividade seja considerada investigativa, esta deverá permitir que os alunos acrescentem os dados e as resoluções de problemas articulando teorias, dados e afirmação (Pimenta; Lima, 2010). Guisasola *et. al.* (2006) propõem que as atividades investigativas sejam compostas por elementos básicos que estejam presentes na construção do conhecimento científico, como:

- Os objetivos da ciência (construção de explicações, desenvolvimento de metodologias, contexto sociocultural e caráter imaginativo);
- A dimensão epistemológica (desenvolvimento de hipóteses e previsões, utilização de diferentes metodologias de investigação e formas de construção do conhecimento);
- A dimensão ontológica (uso de teorias e conceitos, articulação de dados obtidos com apoio conceitual, partindo dos conhecimentos prévios).

Portanto, vale salientar que a atividade investigativa não deve se limitar somente ao espaço físico da sala de aula, mas também aos espaços não

formais. Duschl (2017) destaca essa metodologia como um potencial alternativo para promover o Ensino de Ciências, podendo esta, ser entendida como uma abordagem didática que propõe para o estudante compreender o que a ciência construiu por meio de um contato mais próximo, com o processo de produção do conhecimento. (Strieder, 2018).

Portanto, ao trabalhar-se a atividade investigativa em espaços formais e não formais, faz-se necessário levar em consideração três abordagens metodológicas: na primeira, o professor elabora as questões e os métodos para investigá-las e os alunos se envolvem tentando descobrir relações que ainda não conheciam; na segunda, o professor elabora as questões e os métodos para investigá-las fica a cargo dos estudantes; e por fim o professor propõe temas e/ou apresenta fenômenos sem apresentar diretamente as questões a serem investigadas e sem sugerir os métodos para investigá-las. Nesse último caso, os estudantes teriam mais autonomia para definir o que é relevante, o que precisa ser esclarecido e que métodos seriam necessários para fazê-lo (Carvalho, 2018).

Nessa terceira abordagem, os alunos podem fazer perguntas, reunir provas, bem como propor explicações científicas baseadas em seus conhecimentos prévios e nos conhecimentos que eles conseguem reunir com a ajuda dos colegas, baseados no diálogo. Nesse contexto, o professor oferece aos alunos relatos sobre investigações científicas discutindo os aspectos essenciais a uma investigação, como: os problemas, os dados, o papel da tecnologia, as interpretações dos dados e as conclusões alcançadas pelos cientistas (Strieder & Watanabe, 2018).

Nesse contexto, percebe-se que o ensino de ciência por investigação pode ser associado à Aprendizagem Baseada em Problemas, pois, ambas apresentam etapas em comum como a formulação de hipóteses e a resolução da questão apresentada. Portanto, a partir de um problema pautado nos conteúdos de ciências tornamos um ambiente propício para ser desenvolvido o ensino por investigação, impactando na aprendizagem dos estudantes (Franco, 2018).

Uma grande vantagem do ensino de ciências por investigação é que além de permitir e considerar os conhecimentos prévios, também os possibilita a escolha da resolução da problemática por meio da pesquisa ou

por meio da atividade experimental e/ou pela junção das duas formas (Parente, 2012).

Por estas razões, ensinar ciências por investigação é muito importante, pois além de possibilitar ao aluno um contato direto com a problemática, é possível visualizar os mínimos detalhes e desenvolver um pensamento crítico e científico, um olhar mais cauteloso e ter uma maior certeza na decisão da resolução de uma problemática, desenvolvendo neste um raciocínio lógico (Strieder, 2018).

Desse modo, uma grande aliada ao ensino de ciências por investigação é a Aprendizagem Baseada em Problemas, pois é a partir de uma problemática, que os estudantes são desafiados a buscarem uma solução coerente e pautada nos conhecimentos de ciências implícitos em tal problemática (Franco, 2018).

3.2 Aprendizagem baseada em problemas como estratégia didática para o ensino de ciências da natureza

Também conhecida pelo termo em inglês *Problem Based Learning* (PBL), a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma proposta pedagógica que tem como plano de fundo a aprendizagem significativa baseada na solução de situações problemas. Porém, é importante frisar que o objetivo principal dessa estratégia metodológica não é simplesmente resolver um problema, e sim que a partir dele seja possível identificar os temas de aprendizagem para o estudo dos alunos, seja ela individual ou em grupos. Nesse método, os alunos são responsáveis pela resolução de problemas, buscando as condições necessárias para uma boa solução, tornando-se, assim, ativos no seu processo de aprendizagem (Savery, 2015).

A ABP tem uma importância significativa para o ensino, pois coloca o aluno como protagonista e quando utilizada para o ensino de ciência permite ao aluno desenvolver o pensamento científico e a formulação de hipóteses para a resolução das problemáticas propostas (Araújo, 2011).

O método da ABP teve sua origem no ano de 1969, com o Professor Howard Barrows, na McMaster University em Ontário, Canadá. O professor

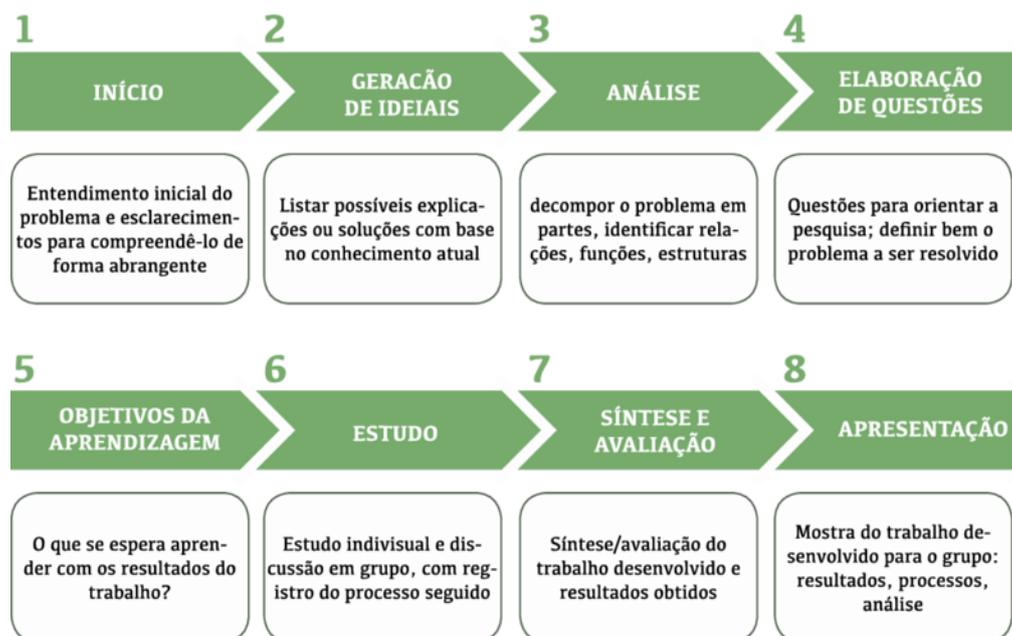
Barrows afirmou que sua maior motivação para desenvolver a aprendizagem baseada em problemas foi o aproveitamento que ele verificou entre seus alunos, nas disciplinas do curso básico da graduação em Medicina, currículo tradicional, atribuindo esta constatação não há falta de competência dos docentes do curso, mas, principalmente, à falha do método de ensino por eles utilizado (Neto, 2017).

No Brasil, há interesse crescente por essa metodologia e algumas escolas aplicam a ABP regularmente, como a Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo – EACH/USP, que incluiu na matriz curricular de dez cursos de graduação a ABP como método-base das disciplinas para a resolução de problemas, desde 2005 (Araújo, 2011).

Por esta razão, a aplicação da aprendizagem baseada em problemas nas escolas deve despertar a atenção e engajar os estudantes, tornando-os, assim, participativos. Nesse contexto, a responsabilidade pela aprendizagem deve ser atribuída aos estudantes de forma explícita, sem que isso signifique diminuir em nada a responsabilidade do professor, que nesse instante do processo assume o papel de tutor. (Ventura, 2019).

A ABP admite sequências de trabalho que podem variar conforme o nível e tipo de ensino, com a área do conhecimento e visando a aprendizagem que se quer alcançar. De modo geral, as etapas da ABP são descritas em: pesquisar os termos: ler a situação-problema e esclarecer os termos desconhecidos; definir o problema, identificando que fenômenos devem ser explicados e entendidos; formular hipóteses, usando conhecimentos prévios e senso comum; resumir, construindo uma teoria pessoal, coerente para os fenômenos identificados; formular objetivos de aprendizado diante dos problemas identificados, e após a primeira discussão, com base nos conhecimentos prévios, identificar pontos obscuros, isto é: assuntos ou temas que precisam ser estudados, para resolver o(s) problema(s). O estudo ou busca de informações são essencialmente individuais; retorno, integração das informações e resolução do caso (Imagem 1) (Araújo, 2011).

Imagem 1 - Etapas metodológicas da aplicação da ABP



Fonte: Araújo (2011)

Durante as aulas de Ciências, os professores podem, por exemplo, questionar o que deve ser feito para solucionar o problema de poluição do ar de uma determinada cidade, incentivando os alunos a pensarem sobre outros problemas decorrentes deste fato, além das possíveis soluções. Outro exemplo refere-se ao conteúdo de fontes de energia, mais especificamente a energia solar que é uma fonte renovável, tendo em vista que essa fonte gera poucos ou quase nenhum impacto ambiental, os professores podem questionar: quais impactos causados pelo descarte inadequado das placas solares e quais as possíveis soluções (Nascimento, 2017).

A aprendizagem baseada em problemas, seguindo essas etapas, tem sido frequentemente utilizada em aulas de ciências. Isso ocorre porque, além de ser uma metodologia alternativa e inovadora, ela permite que o aluno assuma um papel ativo na construção do seu próprio conhecimento (Silva, 2017). Além dessas, outras vantagens do uso da ABP são: estímulo de diferentes formas de aprendizagem; aumento da responsabilidade, já que a metodologia exige vontade e disciplina para estudar por conta própria; incentivo à leitura, ao raciocínio lógico e ao pensamento crítico; reforço de habilidades de pesquisa e investigação; desenvolvimento do trabalho em equipe; interlocução entre disciplinas e Formação de pessoas e profissionais mais motivados e humanizados.

Diante das inúmeras vantagens do uso da ABP como metodologia nas aulas dos diversos componentes curriculares, podemos destacar ainda a sua facilidade de aplicação e o desenvolvimento do protagonismo dos estudantes na busca pelo seu aprendizado (Neto, 2017).

Segundo Silva (2017), é nas atividades em grupo, os estudantes desenvolvem uma maior relação entre si e conseguem compreender alguns conceitos através da partilha dos diferentes pontos de vista para chegarem a um consenso, resolvendo a problemática de uma maneira coerente, o que caracteriza a aprendizagem colaborativa que será descrita a seguir.

3.2.1 Aprendizagem colaborativa no ensino de ciências

A aprendizagem colaborativa pode ser compreendida como uma estratégia de ensino por meio do trabalho em grupo e pela troca entre os pares pertencentes a esse grupo. Nessa metodologia, as pessoas envolvidas no processo aprendem juntas, havendo o compartilhamento de conhecimento, a fim de desenvolver a aprendizagem (Câmara *et al.*, 2014).

A aprendizagem colaborativa está pautada na teoria sociocultural defendida por Vygotski (1998), que se baseia na ideia de que o homem é um ser social que aprende por meio da interação com outras pessoas, ou seja, a interação social é essencial para o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos (Graça, 2016).

Uma das ideias fundamentais da aprendizagem colaborativa é que o conhecimento seja construído de modo social, na interação entre pessoas, levando em consideração os seus conhecimentos prévios, tendo o professor, o papel de promover uma aprendizagem mais ativa por meio do estímulo, proporcionando em suas aulas situações didáticas que permitam uma maior interação e participação de seus alunos (Torres, 2014).

A participação dos alunos em debates e atividades educacionais, como concordar, discordar e contribuir revela uma abordagem colaborativa da aprendizagem. Grupos colaborativos valorizam a participação individual, respeitando o tempo e a segurança de cada um, proporcionando uma nova perspectiva da aprendizagem. Essas práticas não apenas constroem conhecimento teórico, mas também proporcionam novas experiências,

modificando a dinâmica tradicional da sala de aula, onde o professor passa a mediar e facilitar as discussões entre os grupos (Pietruchinski, 2016).

A aprendizagem colaborativa tem como principal vantagem a troca de experiências e a expansão do conhecimento, porém, esses não são os únicos benefícios que esta metodologia proporciona aos estudantes. Outros benefícios como o desenvolvimento de novas competências tanto técnicas como comportamentais; aperfeiçoamento de conhecimentos já existentes; desenvolvimento do trabalho em equipe; aprimoramento da comunicação; amadurecimento do senso de empatia; espírito de colaboratividade; aperfeiçoamento do senso crítico, lógico e analítico; maior respeito com as diferentes visões de mundo e cultura; ajuda na criatividade e na resolução de problemas que somados facilitam o processo de ensino-aprendizagem (Cámara *et al.*, 2014).

As vantagens que estão por trás da aprendizagem colaborativa são significativas para o ensino de ciências e não anulam, ou seja, não invalidam a eficácia de outras formas de aprendizagem. Por esse motivo, torna-se possível trabalhar em conjunto com outras formas de aprendizagem, como, por exemplo, a ABP (Pietruchinski, 2016).

Portanto, vale salientar que a aprendizagem colaborativa e suas vantagens não se limitam ao ambiente escolar, ela pode ser inserida em qualquer cenário cujo objetivo seja de construir ou aperfeiçoar conhecimento, sendo, portanto, uma abordagem interessante para o cenário profissional. A cena de um crime e os vestígios nela encontrados, por exemplo, torna-se um cenário ideal para o ensino de ciências, baseado na junção da ABP com a aprendizagem colaborativa a partir da química forense e as técnicas de análise de vestígios (Pietruchinski, 2016).

3.3 Química forense e suas contribuições para a sociedade

A Química Forense é um dos ramos da ciência forense voltada para a elaboração de provas materiais para a justiça, sendo por isso considerada como uma parte primordial de suma importância em uma investigação. Consiste na junção de conhecimentos da química e da toxicologia (estudos de composição tóxica), que auxiliam na investigação e compreensão de como os

crimes ocorreram. Trata-se de um ramo singular das ciências químicas, pois sua prática diária e investigação científica conectam duas grandes áreas, a científica (química e biologia) e a humanística (sociologia, psicologia, direito) (Romão *et al.*, 2011).

A investigação de crimes tendo como pano de fundo a química não é algo novo. Algumas teorias descrevem que o filósofo Democritus foi, provavelmente, se não o primeiro, a utilizar a investigação criminal baseada na química. Nesse sentido, o primeiro julgamento legal a usar as evidências químicas, como parte de provas, ocorreu em 1752, no caso Mary Blandy, na Inglaterra, famosa assassina do pó do amor, que matou seu pai por envenenamento. (Rosa *et al.*, 2013).

Já a Química forense propriamente dita, surgiu com o crime por envenenamento cometido em 1850, no Castelo de Bitremont na Bélgica. A vítima, Gustave Fournies, cunhado do conde Hippolyte Visart de Bocarmé, foi obrigado pela condessa (sua irmã) a ingerir o óleo extraído do tabaco (*Nicotiana tabacum*), o que o levou à morte. Para provar que houve o crime, a polícia precisava de evidências que comprovassem a preparação do veneno, no laboratório do conde. Foi então, que o químico francês Jean Stas desenvolveu um método para detectar a nicotina nos tecidos do cadáver, o que levou a condenação da condessa por assassinato e, no ano seguinte, sua execução na guilhotina (Newton, 2007; Romão *et al.*, 2011).

Segundo Silva e Rosa (2013), a química forense tem um papel fundamental para a sociedade, pois é ela que auxilia nas investigações de caráter civil e criminal, empregando métodos e técnicas científicas para averiguar danos, mortes e crimes sem explicações. A partir da análise laboratorial das evidências colhidas no âmbito da investigação, as ciências forenses fornecem informações que ajudam a identificar suspeitos e a elucidar crimes, criando hipóteses sobre o ocorrido. Portanto, o objetivo principal da química forense é pesquisar nos vestígios do fato criminoso os elementos necessários para produção da prova que instruirá o processo penal e identificar o suspeito.

No Brasil, os métodos e técnicas de análises forenses ainda são restritos à Polícia Científica dos Estados e da União. A utilização das técnicas

forenses permite a análise de provas concretas que irão auxiliar na elucidação de crimes, com auxílio de um perito criminal (Fachone Velho, 2009).

O Perito Criminal é o responsável pela investigação forense, dedicado, portanto, às investigações científicas dos crimes. Ele é um servidor da justiça, que se desloca até os locais dos possíveis crimes, para coletar as provas e evidências que darão suporte na elucidação dos mesmos (Motta *et al.*, 2014).

O trabalho de um perito criminal começa antes de sua chegada à cena do crime, quando analisa as informações repassadas para poder com precisão selecionar o material necessário para a coleta das provas. (White, 2004). No local do crime, o perito verifica se a cena está conservada e isolada, evitando que haja a manipulação das evidências do crime e consequente alteração dos resultados da análise (Motta *et al.*, 2014; Rodrigues *et al.*, 2010).

As análises têm início com a identificação do corpo, busca e coleta de vestígios de sangue, impressões digitais e fios de cabelo. Em seguida a cena é fotografada, anotações pertinentes são realizadas para que só assim o local do crime seja liberado, caracterizando o processo descrito como “front offices”. Posteriormente, serão realizados os chamados “back offices”, ou seja, as análises detalhadas de cada um dos vestígios em laboratório, emissão de laudos e assim, possível elucidação do crime (White, 2004).

As técnicas de análises de vestígios forenses são instrumentos utilizados em investigações criminais que dão suporte para a identificação do suspeito (White, 2004). A atividade investigativa proposta neste material está relacionada com balística forense, técnica para identificação de sangue oculto - LUMINOL, Exame de DNA e Datiloscopia (Técnica do pó, técnica do iodo, técnica da ninidrina) as quais estão descritas a seguir.

3.3.1 Balística forense

A balística é uma área da polícia científica que estuda os processos relacionados com o movimento de um projétil, dividida em balística interna, de transição, externa e terminal (Rosenberg e Dekel, 2012). A Imagem 2 demonstra a identificação de um projétil encontrado e sinalizado na cena de um crime.

Imagem 2 - Identificação de projétil na cena do crime



Fonte: <http://www.petquimica.ufc.br/balistica-forense-uma-breve-introducao/>
Acessado em 25/03/2023

A balística interna, conhecida também como balístico interior, é a parte da balística que estuda a estrutura e os fenômenos que ocorrem no interior de uma arma de fogo do momento em que o percutor atinge a cápsula até o momento em que a bala sai à boca do cano da arma, isto é, quando passa a projétil (Coupland *et al.*, 2011), como demonstra a Imagem 3.

Imagem 3- Balística interna



Fonte: <https://criminologiacr.wordpress.com/2017/07/16/balistica-y-su-aplicacion-en-el-ambito-forense/> acesso 12/02/2022

Por outro lado, a balística de transição engloba o estudo do período em que o projétil inicia o seu movimento fora da arma, deixando de sofrer a resistência do atrito do cano. Os gases que saem juntamente com o projétil terão uma velocidade superior e para que os gases escapem sem prejudicar o deslocamento do projétil, é importante que o cano por onde o projétil percorrerá esteja livre de deformações (Rosenberg e Dekel, 2012), conforme a Imagem 4.

Imagem 4 - Balística de Transição.

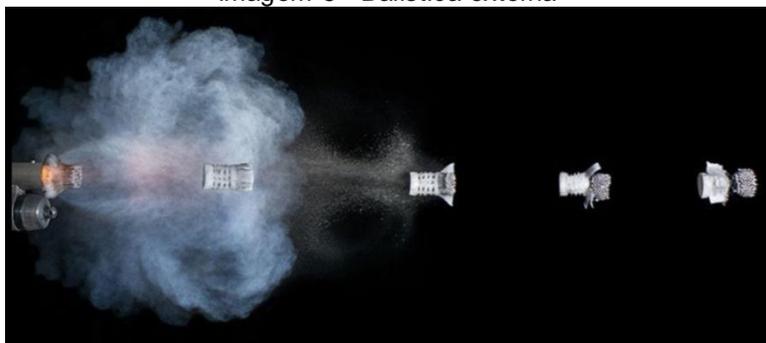


Fonte: <https://doity.com.br/balistica-forense>, acesso 12/02/2022

A balística externa, por sua vez, engloba o período em que o projétil deixa de estar sob a influência dos gases na boca do cano e se movimenta no

ar até o momento imediatamente anterior do impacto com o alvo. Este ramo da balística estuda a velocidade do projétil, a taxa de rotação, as propriedades físicas (distribuição da massa), as dinâmicas e a estabilidade do projétil, a trajetória esperada do projétil, o tempo de vôo do projétil e o ângulo que o projétil formou em seu movimento (Coupland *et al.*, 2011), conforme Imagem 5.

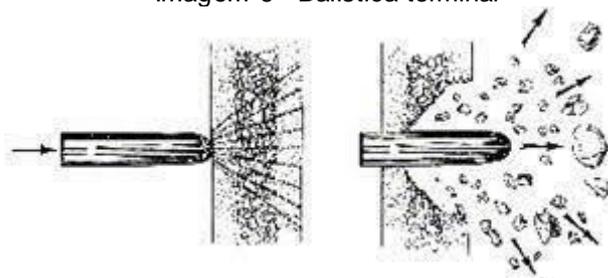
Imagem 5 - Balística externa



Fonte: <https://doity.com.br/balistica-forense>, acesso 12/02/2022.

A balística terminal estuda a interação entre o projétil e o alvo, consistindo, por isso, no estudo do projétil, que viaja a uma determinada velocidade e produz um orifício no material que foi atingido por este. A balística terminal cobre todos os aspectos dos eventos que ocorrem quando um projétil atinge o seu alvo, o que inclui as mecânicas da penetração, os efeitos de armadura, os padrões de fragmentos pulverizados e a letalidade associada, a sobre pressão da explosão, os efeitos não letais e os efeitos nos tecidos vivos (Imagem 6) (Rosenberg *et al.*, 2012).

Imagem 6 - Balística terminal



Fonte: <https://doity.com.br/balistica-forense>, acesso 12/02/2022

A Balística Forense ainda possibilita aos peritos determinar se o suspeito de fato efetuou ou não disparos com arma de fogo, pois no momento do disparo, além do projétil são expelidos resíduos sólidos e produtos gasosos provenientes do projétil e da explosão da mistura iniciadora e da pólvora, que atingem mãos, braços, cabelos e roupas do atirador (Coupland *et al.*, 2011).

Os projéteis, de modo geral, podem ser constituídos de ligas de chumbo com estanho/antimônio ou de chumbo revestidos com cobre, zinco e

níquel, que podem ser descartados com o projétil. Nos projéteis, a pólvora mais utilizada é a denominada Pólvora Negra, composta de 74% de Nitrato de Potássio (KNO_3); 10,4% de Enxofre (S); e 15,6% de carvão vegetal (C) (Rosenberg e Dekel, 2012).

Os projéteis são compostos por um estojo, que agrega os demais elementos; espoleta, que quando percutida entra em ignição; pólvora, o qual é a carga propelente e o projétil, chumbos ou "bala" que vai ser impulsionado pelo cano da arma (Imagem 7) (Rosenberg e Dekel, 2012).

Imagem 7 - Estrutura física de um projétil



Fonte: Resumo de balística forense

<https://www.sanarmed.com/resumo-de-balistica-forense-interna-de-efeitos-e-externa>, acesso em 12/03/2022

3.3.2 Técnica para identificação de sangue oculto – Luminol

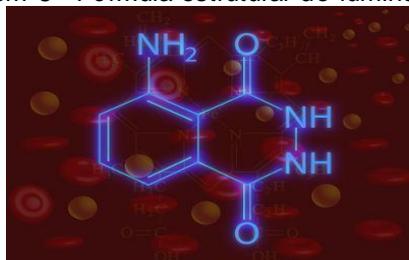
Dentre todos os vestígios encontrados em cenas de crimes, o sangue tornou-se o mais analisado, pois pode revelar a relação do suspeito com a cena do crime (Vaz *et al.*, 2017).

O sangue possui em sua composição a estrutura do DNA e outras informações que auxiliam os peritos a elucidar os crimes através da análise das manchas, pois permite determinar se um tiro foi acidental ou proposital, distância de um disparo, altura do agressor e outros fatores como o tempo em que foi efetuado o disparo (Monteiro, 2011).

Na cena do crime, o sangue pode deixar manchas aparentes ou ocultas. Vale destacar que as manchas ocultas que estão na cena do crime estão geralmente associadas à tentativa de limpeza para eliminar vestígios sanguíneos e assim, evidências. No campo da investigação forense, há uma variedade de reagentes que permitem a revelação do sangue oculto, dentre eles destaca-se o Luminol (5-amino-2,3-diidro ftalazina-1,4-diona) que desenvolve uma reação química de quimioluminescência (Imagem 8) utilizado

para detectar quantidades mínimas de sangue, mesmo após anos da ocorrência de um crime, o que demonstra sua alta sensibilidade (Vaz *et al.*, 2017).

Imagem 8 - Fórmula estrutural do luminol puro



Fonte: Brasil Escola - <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-luminol.htm>, acessado em 10/03/2022

Portanto, para ocorrer a quimiluminescência, é preparada uma solução contendo o reagente luminol e peróxido de hidrogênio, onde acontecerá a reação de oxidação do luminol. A reação pode ser catalisada por alguns metais, no caso do teste para presença de sangue, o próprio ferro presente na hemoglobina funciona como catalisador (Vasconcellos, 2017).

Imagem 9 - Representação da reação química do luminol.



Fonte: Vasconcellos, 2017

Na reação de oxidação, o luminol perde átomos de nitrogênio e hidrogênio e adquire átomos de oxigênio, formando o composto 3-aminofalato, energeticamente excitado, que ao retornar para o estado eletrônico fundamental, emite luz com um brilho característico azulado, como mostra a Imagem 10 (Vaz e Kobachuk, 2017).

Imagem 10 - Emissão de luz com um brilho azulado proveniente da reação de oxidação do luminol em cenas de crimes.



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/curiosidades/luminol-contra-crime.htm>, acessado em 12/03/2022

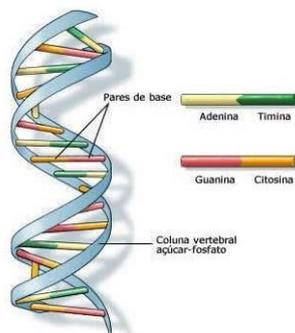
A reação de quimioluminescência dura em torno de 30 segundos e faz-se necessário que o ambiente esteja completamente escuro para que seja possível a visualização do brilho característico azul desta reação química. (Mileski, 2016).

3.3.3 Exame de DNA

O exame de DNA, também chamado de DNA *fingerprint* ou impressão digital genética, fornece uma alta confiabilidade, permitindo a identificação dos indivíduos por meio da análise da sua sequência de nucleotídeos. Devido a isso, esse exame é bastante utilizado na determinação de paternidade e na resolução de crimes (Paradela, 2012).

O ácido desoxirribonucleico (DNA) trata-se de um composto orgânico que armazena todo o nosso banco de dados genéticos, cuja função é manter informações para produção de proteínas e coordenação do desenvolvimento e da reprodução dos seres vivos de forma hereditária (Leite, 2013).

Imagem 11 - Estrutura do ácido desoxirribonucleico (DNA)



Fonte: <http://www.old.knoow.net/ciencterravida/biologia/acidodesoxirribonucleico.htm>, acessado em 13/04/2022

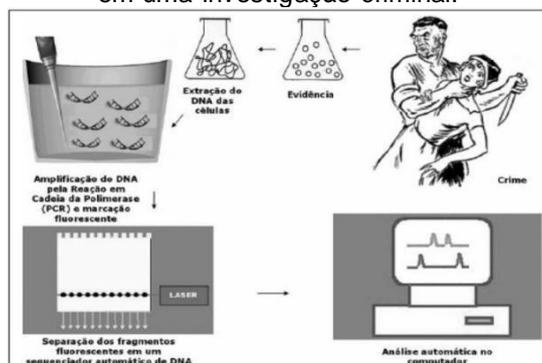
Comparando com outros vestígios encontrados na cena de um crime, no âmbito judicial, a molécula de DNA pode ser considerada a mais precisa para a identificação humana, podendo ser utilizada para incriminar ou inocentar um suspeito. Esse tipo de teste não é feito somente para provar a responsabilidade criminal, ele determinará também a ligação inquestionável entre a pessoa e o local do crime (Souza; Queiroz, 2012).

A técnica apresenta como vantagens poder ser utilizada em diferentes fontes biológicas como sangue, saliva, sêmen, pele, cabelo, peças corporais em deterioração, além de utilizar pequena quantidade de material e apresentar

alta sensibilidade analítica (Souza; Queiroz, 2012). Em contrapartida, o DNA é sensível à exposição à luz, a temperaturas elevadas, reagentes químicos, umidade, contaminação bacteriana e/ou fúngica que podem causar rompimentos e adulterações tanto na estrutura molecular do DNA quanto na análise. (Leite, 2013).

Em linhas gerais, há uma sequência de quatro (04) etapas analíticas que as amostras de DNA encontradas na cena de um crime devem percorrer, são elas: A coleta dos materiais biológicos disponíveis no local, feita pelos peritos durante análise da cena do crime; o processamento, onde os vestígios biológicos coletados são encaminhados para um laboratório e tem-se o Perfil de DNA identificado e o cruzamento de dados, onde os Perfis Genéticos encontrados no processamento são, então, inseridos nos Bancos de dados de Perfis Genéticos e, os resultados do processamento, onde as identificações realizadas pela análise genética são descritas pelos Peritos Criminais, na forma de um Laudo Pericial (Imagem 12) (Penna, 2005).

Imagem 12 - Passos do processo de identificação genética das amostras de DNA encontradas em uma investigação criminal.



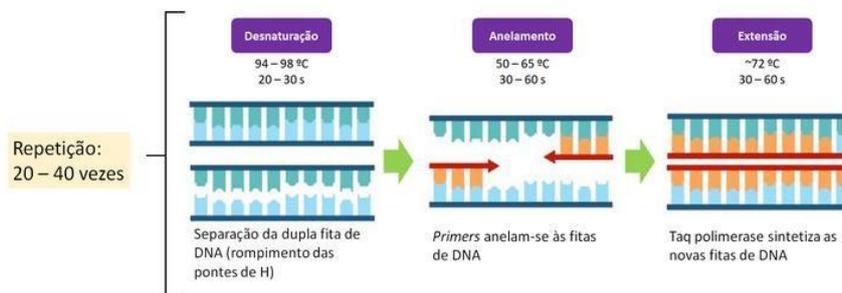
Fonte: Penna (2005).

Dentre as técnicas de análise de DNA existem duas usadas com maior frequência, sendo a eletroforese e o PCR (Reação em Cadeia da Polimerase). A eletroforese foi empregada pela primeira vez em 1937 pelo bioquímico Arne Tiselius e permite realizar a separação de macromoléculas como DNA, RNA, proteínas e enzimas com tamanhos e cargas diferentes, além de apresentar fácil execução, baixo custo e precisão nos resultados (Leite, 2013).

A técnica de biologia molecular chamada Polymerase Chain Reaction (PCR), é utilizada para amplificar uma única ou poucas cópias de um pedaço do DNA e baseia-se no processo de replicação do DNA que ocorre nos seres vivos (Souza; Queiroz, 2012) e compreende as reações de desnaturação;

anelamento ou hibridização onde os iniciadores ou *primers* se ligam a fita de DNA que se pretende amplificar e Extensão ou polimerização que ocorre a partir da identificação do ponto de partida (Imagem 13). (Leite, 2013)

Imagem 13 - Processo de reação em cadeia de polimerase (PCR).



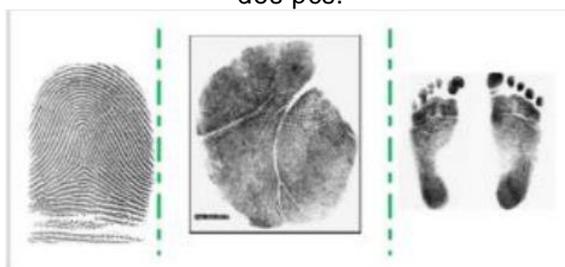
Fonte: Araújo (2017).

3.3.4 Papiloscopia

Papiloscopia é o processo de coleta e identificação das impressões digitais, que podem ser utilizadas para a identificação de suspeitos que estiveram presentes em cenas de crimes. Vale destacar que essa identificação só é possível porque os padrões das linhas das digitais são únicos e exclusivos de cada pessoa, sendo formadas no período gestacional e influenciadas por fatores como movimentações do feto, genética e nutrição da mãe. (Daluz, 2014).

A papiloscopia é um método técnico-científico de identificação de seres humanos baseado nas impressões papilares, subdividida em quiroscopia, podoscopia e datiloscopia. A quiroscopia e a podoscopia examinam, respectivamente, as impressões deixadas pelas palmas das mãos e palmas dos pés, enquanto a datiloscopia analisa as impressões digitais deixadas pelas pontas dos dedos das mãos e pés (Imagem 14). (Farias, 2010).

Imagem 14 - Marcas reveladas respectivamente da ponta do dedo, palma das mãos e palmas dos pés.



Fonte: <https://segurancacienciasforenses.com/2014/06/18/lofoscopia-2/acessado-em-14/04/2022>

Na área criminal, a Argentina foi o primeiro país a utilizar um sistema de identificação decadactilar, ou seja, impressão digital dos dez dedos das mãos de um indivíduo, registrando todos os detentos do sistema penitenciário a fim de identificá-los biologicamente. O responsável pela classificação foi Juan Vucetich, antropólogo e policial croata naturalizado argentino, que criou em 1882 o sistema que ficou conhecido em todo o mundo como Sistema Vucetich. A classificação das impressões digitais segundo o método Vucetich está dividida em quatro grupos fundamentais: arco, presilha interna, presilha externa e verticilo (Imagem 15) (Veiga, 2020).

Imagem 15 - Classificação das impressões digitais segundo o método Vucetich.



Fonte: <https://www.ojuriaeperticia.com.br/impressoes-digitais-questao-medicina-legal-2/> acessado em 14/04/2022

As impressões digitais são classificadas em três modalidades: a moldada, a visível e a latente. Peixoto e Ramos (2010) definem a impressão moldada como sendo formada em uma superfície macia, como ceras e pomadas, ou assentamento em substâncias onde possam aderir algumas misturas, tais como poeiras, tinta ou verniz fresco. A impressão digital visível, também chamada de imprensa, resulta de mãos sujas com graxas, tintas, sangue ou poeira que quando em contato com as superfícies ficam aparentes. Por fim, as impressões digitais latentes ou ocultas, formadas pelos resíduos de diversas substâncias presentes nas pontas dos dedos, resultam em marcas invisíveis ou fracamente visíveis em determinadas superfícies.

O perito responsável por coletar os fragmentos papilares nos locais de crimes é o perito papiloscopista, que não só coleta como também analisa em equipamentos laboratoriais ou utilizando reagentes químicos, ou por comparação com impressões digitais já conhecidas (Ramotowski, 2012).

Para ser realizada a revelação da digital são utilizados os seguintes métodos:

O método do pó (Composição do pó: carvão (carbono)) é o meio mais antigo, sendo utilizado desde o final do século XIX até os dias atuais, em virtude de seu fácil acesso e baixo custo, bem como boa eficiência. O pó

utilizado para revelação é apolar e interage com os compostos gordurosos (apolares) presentes na impressão digital, por dipolo induzido ou, forças de van der Waals (Ramotowski, 2012).

A escolha do pó a ser utilizado na revelação da impressão digital é o passo mais importante, deve-se analisar as variáveis como o tempo da digital para escolher com acerto o melhor pó químico a ser utilizado, além de se avaliar as condições da superfície (vidro, madeira, papel, entre outras), clima (umidade do ar) e o tempo de impressão digital (recente ou não) deve ser levado em consideração. Além disso, a cor do pó deve manter um padrão de contraste com a superfície a ser aplicado, para que a impressão digital seja visível ao ser revelada (Imagem 16). Estão disponíveis no mercado pós-fluorescentes, magnéticos, brancos e o mais comum, o pó preto (Daluz, 2014; Farias, 2010).

Imagem 16 - Aplicação do pó de carvão para coletar impressão digital



Fonte: <http://www.petquimica.ufc.br/a-papiloscopia-e-a-tecnica-do-po-identificacao-humana/> acesso 12/02/2022

Na maioria das cenas de crimes, para a coleta de impressão digital, os peritos utilizam a técnica do pó, onde se polvilhar o pó preto e cuidadosamente retira-se seu excesso com um pincel, em seguida é feita a coleta da impressão digital com auxílio de uma fita que possua a propriedade colante (Poletto, 2017).

A técnica do iodo é comumente utilizada na revelação de impressões digitais. O iodo tem a capacidade de sofrer a reação de sublimação, ou seja, passagem do estado sólido diretamente para o estado gasoso. Para que essa mudança de estado físico ocorra, o iodo precisa absorver calor. Este calor pode ser, por exemplo, o do ar que expiramos. (Montenegro, 2012). O material a ser analisado é colocado em um saco plástico lacrado junto a cristais de iodo, em seguida agita-se o sistema para gerar calor suficiente para provocar a sublimação do iodo e sua relação com a impressão digital latente por meio de

uma adsorção física, o que é uma vantagem, pois não danifica a impressão (Imagem 17). (Portal Educação, 2016; Montenegro, 2012).

Imagem 17 - Impressão digital revelada pela técnica do vapor de iodo



Fonte: <https://forensichemistry.science.blog/category/datiloscopia/> acesso 12/02/2022

Outra técnica bastante utilizada é a Ninidrina, um composto orgânico utilizado para detectar aminoácidos, polipeptídeos e proteínas presentes no suor humano nas impressões digitais através da formação de uma substância de cor púrpura (Imagem 18) (Ramotowski, 2012).

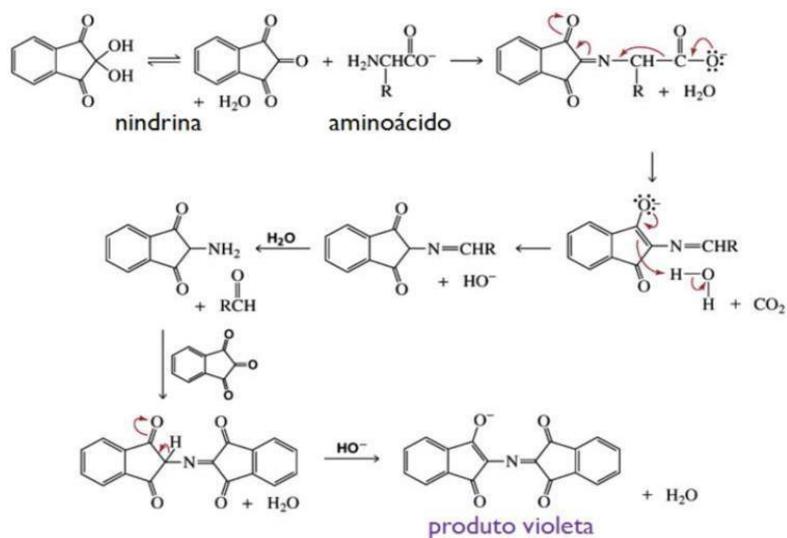
A ninidrina reage com grupo α -amino livre dos aminoácidos, grupo amino terminal de peptídeos e proteínas e grupo ϵ -amino da lisina. O mecanismo segue por adição do nitrogênio nucleofílico aos aldeídos e cetonas, onde é formada uma imina. Em seguida ocorre o processo de descarboxilação devido à presença do grupo carboxilato ligado ao C- α , gerando uma nova molécula de imina, que hidrolisa formando um derivado da ninidrina aminado. Esse derivado da ninidrina reage com outra molécula de ninidrina e forma como produto uma imina de coloração violeta que varia de tom a depender da concentração (Imagem 18). (Ramotowski, 2012).

Figura 18 - Impressões digitais reveladas em folha A4 com solução de ninidrina.



Fonte: (Sebastiany, 2013)

Imagem 19 - Reação do aminoácido com a ninidrina.



Fonte: Chemello, 2006, p.8

Portanto, compreende-se que a reação da ninidrina com o aminoácido permite a revelação de impressões digitais, porém a eficiência dessa técnica está diretamente ligada a quantidade de aminoácidos excretados pelo suor humano e encontrados nessas impressões (Croxtton, 2010).

4. PERCURSO METODOLÓGICO

Este capítulo apresenta os recursos metodológicos que foram utilizados para a construção desta dissertação. Foi discutida a importância de cada uma das etapas da metodologia e as justificativas pela escolha das mesmas. Esta pesquisa consistiu na imersão de um grupo de 10 discentes do 9º ano do ensino fundamental II na cena de um crime fictício, envolvendo a investigação a partir de técnicas forenses relacionadas ao desenvolvimento do pensamento crítico. Será apresentada a seguir a caracterização da pesquisa que foi realizada, o local e o público alvo, as estratégias e como foram avaliados os resultados.

Nesse contexto, o presente estudo respeitou as Diretrizes e Normas Regulamentadoras das Pesquisas envolvendo Seres Humanos através da garantia do sigilo dos dados das instituições e comunidades escolares envolvidas na pesquisa, bem como o direito à liberdade de se recusar a participar ou retirar o seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa.

4.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa é caracterizada como sendo de abordagem qualitativa, pois segundo Oliveira (2018), neste tipo de pesquisa é feita uma análise que não pode ser quantificada, ou seja, ela trabalha com o universo de significados que existe dentro de nossa realidade social, de motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes que não podem ser mencionados numericamente.

A Natureza dessa pesquisa é básica, pois visa gerar novos conhecimentos que poderão desenvolver uma melhoria significativa das teorias científicas estudadas. Desse modo, tem-se na pesquisa básica a realização de trabalhos teóricos ou experimentais para aquisição de novos conhecimentos sobre os fundamentos de fenômenos e fatos observáveis (Andrade, 2017).

Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, pois de acordo com Gil (2019), essas pesquisas tendem a ser mais flexíveis em seu planejamento, pois pretendem observar e compreender os mais variados aspectos relativos ao fenômeno estudado pelo pesquisador.

O procedimento da pesquisa é classificado como Participante, pois se trata de uma pesquisa que procura envolver a comunidade na análise de sua própria realidade, ocorrendo por meio da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas (Andrade, 2017).

Retomando os objetivos, tem-se na química forense, uma estratégia de ensino que pode tornar as aulas de ciências mais atraentes para os alunos do 9º do ensino fundamental II. Os dados são, em sua maioria, escritos, obtidos pelos diferentes instrumentos de coleta de dados que carregam subjetividades sem trazer muito enfoque nas quantificações dos dados e que serão descritos mais adiante.

Nesse contexto, a investigação pode ser utilizada como um processo que conduz os estudantes a situações de sua realidade social, podendo despertar a curiosidade e o interesse pela descoberta do conhecimento, pois possuem um caráter exploratório (Marconi *et al.*, 2017).

Diante do exposto, vale ressaltar que a pesquisa exploratória procura explorar um problema, de modo a fornecer informações necessárias para uma investigação mais precisa, que elimine todas e quaisquer contradições. Nesse viés, a pesquisa exploratória pode ser construída com base em levantamento de hipóteses ou comprovação das mesmas, partindo de uma análise minuciosa que promova uma maior aproximação dos pesquisadores com a temática em questão (Gil, 2019).

4.2 Caracterização do local e dos participantes

A pesquisa foi realizada em uma escola de tempo integral da rede pública do município de Caruaru, no agreste pernambucano. O critério de escolha da escola se deu em virtude da disponibilidade de horários em contra turno, para que as atividades extracurriculares possam acontecer sem que se faça necessário utilizar as aulas e/ou retirar os estudantes da sala em horário regular. Os participantes da pesquisa foram 10 estudantes de uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental dos anos finais. O critério de inclusão do sujeito na pesquisa foi que o aluno estivesse regularmente matriculado na escola, e precisam participar de todos os encontros presenciais, sendo também utilizado o critério de voluntariedade. Foram considerados como princípios de exclusão

os alunos não matriculados, a ausência em qualquer etapa do projeto ou caso algum participante viesse a se negar a fazer parte desta pesquisa.

Os recursos para a pesquisa e coleta de dados não fornecidos pela escola foram providenciados, pelo autor desta dissertação.

4.3 Ação Didática

Este tópico aborda a descrição das ações didáticas que foram desenvolvidas durante a pesquisa e as justificativas que levaram a sua formatação. Inicialmente foi pensado sobre a importância de entender a química forense enquanto ciência e sua importância na sociedade. Deste modo, percebeu-se que a abordagem de uma investigação criminal pautada nos vestígios explícitos e implícitos na cena de um crime está diretamente ligada com o meio social no qual os alunos estão inseridos. Por esta razão, pode-se utilizá-la como estratégia didática para auxiliar no despertar do interesse dos estudantes pela temática em questão, bem como, desenvolver seu raciocínio lógico e a percepção da aplicação dos conteúdos para além dos muros da escola. O crime que foi elucidado abordou a temática da Química Forense visando desenvolver o pensamento crítico dos estudantes e a argumentação a partir da colaboratividade, onde as etapas metodológicas foram desenvolvidas em quatro (04) que são descritas a seguir.

4.3.1 Etapa 1 - Sequência de aulas

Essa etapa foi composta por 04 aulas expositivas dialogadas com 50 minutos cada, a fim de despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes pela temática em questão. A sequência de aulas está descrita a seguir:

Aula 01 (50 minutos): No início da primeira aula, o professor pesquisador se apresentou e explicou aos estudantes qual o objetivo e motivo do projeto que foi realizado com eles. Em seguida, foram apresentadas as informações pertinentes ao projeto, desde a metodologia até a escrita das observações, a fim de sanar possíveis dúvidas. Em seguida, o pesquisador perguntou para a turma quais estudantes querem participar da pesquisa, feito isso, foi entregue aos estudantes o termo de assentimento livre e esclarecido

para que levassem aos responsáveis e que os mesmos lessem e assinassem de forma voluntária. O pesquisador dividiu a turma de 30 alunos em 06 grupos contendo 05 alunos cada, onde os grupos foram enumerados de 01 a 06. Feito isso, com o objetivo de selecionar os 10 participantes que darão suporte a pesquisa, o pesquisador apresentou alguns enigmas de investigação criminal do jogo de cartas Black Stories e analisou os grupos de acordo com a interação durante a resolução dos pequenos enigmas, foram selecionados os 02 grupos que mais interagiram durante a resolução enigmática.

Aula 02 (50 minutos): Nessa aula, o pesquisador apresentou em forma de aula expositiva o papel do perito criminal e as seguintes técnicas de análise forense; técnica para identificação do sangue oculto–luminol; técnica do vapor do iodo; método do pó e o exame de DNA, por se tratar das técnicas utilizadas com maior frequência na investigação e elucidação criminal.

Aula 03 (50 minutos): No terceiro momento, a fim de resgatar o conteúdo visto na aula anterior sobre o funcionamento das técnicas de análises de vestígios forenses, foi realizada uma oficina de coleta de digitais utilizando a técnica do pó com os grupos. Inicialmente os grupos coletaram as impressões digitais deixadas nas vidrarias do laboratório de ciências da escola e posteriormente coletaram suas próprias digitais. As digitais coletadas foram envelopadas com durex a fim de preservá-las e entregues aos estudantes para guardarem como lembrança da aula prática de coleta de digitais.

Aula 04 (50 minutos): Nessa aula, foi entregue aos grupos o crime fictício (texto enigmático - APÊNDICE A) elaborado pelo pesquisador, os laudos periciais (APÊNDICE B), os depoimentos dos suspeitos (APÊNDICE C), o laudo de necropsia (APÊNDICE D), um diário de bordo (APÊNDICE E) e um questionário (APÊNDICE F). Os estudantes, em seus grupos, tiveram que ler de forma detalhada todo o material impresso e fazer anotações de todas as observações que julgarem importantes no diário de bordo. Nesse momento, os estudantes foram instigados a imaginar o que aconteceu com a vítima e de que forma a cena do crime ficou.

O Crime fictício elaborado pelo pesquisador está descrito a seguir.

Morte do pesquisador e toxicologista Alex Karev

O professor, pesquisador e toxicologista Alex Karev de 52 anos, foi encontrado caído ao solo próximo à cadeira da escrivaninha sem sinais vitais na manhã desta terça-feira (07/02/2023), por Judite Falcão, pessoa responsável pela limpeza em seu laboratório de pesquisa, localizado na Rua Mário Portela, n.º 201 no bairro das Laranjeiras – RJ, duas ruas após sua residência. Alex vinha há mais de um mês madrugando em seu laboratório com muito esforço, dedicação e estudo para concluir a pesquisa que segundo ele iria revolucionar a história da Farmacologia. Sua pesquisa era intitulada ***EFEITOS COLATERAIS CAUSADOS PELO CONSUMO DE FÁRMACOS FORA DO PRAZO DE VALIDADE E SEM PRESCRIÇÃO MÉDICA***. Antes de Judite, estiveram no local do crime Natália França, esposa da vítima, Cláudio Souza, seu técnico de laboratório e Jobert Fielder, um dos alunos que compõem o quadro de pesquisadores do seu projeto. Todos os envolvidos foram ouvidos pelo escrivão da polícia científica, após a identificação do corpo. Em seu depoimento, Judite disse que foi realizar a limpeza do local como de costume e que estava ciente de que o pesquisador ficaria noite em claro estudando; Natália informou que foi deixar uma garrafa de café, algumas torradas e a creatina, pois mesmo com pouco tempo livre, Alex realizava atividades físicas na academia ali próxima. Cláudio relatou que foi devolver um livro que pegou emprestado, pois já havia usado e o pesquisador havia pedido de volta e como ele era muito zeloso por seus bens, Cláudio decidiu entregar logo, e Jobert foi entregar os últimos resultados dos experimentos toxicológicos pessoalmente, pois havia enviado por e-mail, mas Alex não o respondeu. Todos negaram a autoria do crime e a polícia não conseguiu confirmar os horários que os suspeitos estavam no local. Segundo o delegado, todos teriam motivos para querer a morte de Alex.

Diante deste cenário, o que teria de fato acontecido com Alex?

Fonte: Elaboração própria, 2024.

A apresentação de forma detalhada do crime e de todos os laudos possibilitou aos alunos uma análise mais detalhada, onde identificaram os conteúdos aos quais foram necessários para elucidar o caso.

4.3.2 Etapa 2 – Pesquisa e discussão sobre a problemática

Essa etapa foi composta por 02 aulas com 50 minutos cada e foi o momento de reflexão dos grupos, os grupos reuniram-se para discutir e pesquisar sobre os conteúdos que precisaram utilizar para auxiliar na resolução do problema para que houvesse o levantamento de hipóteses e elaboração da proposta de elucidação criminal. A sequência de aulas está descrita a seguir:

Aula 05 (50 minutos): Discutir e pesquisar sobre os conteúdos que precisam ser utilizados para a resolução do problema.

Nessa etapa, após as leituras e anotações no diário de bordo, os grupos reuniram-se a fim de discutir, pesquisar e estudar os conteúdos que foram necessários para a resolução da problemática. Feito isso, ficou mais fácil de entender como a vítima foi assassinada e encontrar a resolução do crime. Desde o momento da entrega do material impresso (aula 04) os grupos não podiam conversar entre si, somente entre os componentes de cada grupo.

Aula 06 (50 minutos): levantamento de hipóteses e elaboração da proposta de elucidação criminal.

Depois de discutir os conteúdos, os grupos levantaram suas hipóteses elucidativas com o intuito de entender quem, como e porque alguém teria motivos para assassinar o professor Alex. Os grupos descreveram em forma de texto corrido suas hipóteses, transcrevendo os detalhes pensados por eles. Os grupos foram livres para escolherem qual técnica forense utilizaram em sua proposta, baseando-se em todos os laudos e depoimentos que receberam do pesquisador. Para ser feito um controle e que sirva de parâmetros para análise, o pensamento crítico, o raciocínio lógico, a argumentação e a interação entre os grupos, serviram de base de toda a investigação criminal. Após levantarem suas hipóteses, as mesmas foram levadas à cena do crime.

4.3.3 Etapa 3 – Cena do Crime

Essa etapa foi composta por 02 aulas com 50 minutos cada e foi o momento de emergir na cena para comprovar as hipóteses de elucidação, a

elaboração da proposta elucidativa. A sequência de aulas está descrita a seguir:

Aula 07 (50 minutos): Reprise da cena do crime.

Nessa aula foi reprisada pelo pesquisador a cena de crime respeitando todas as informações contidas tanto nos laudos como no texto enigmático (crime fictício). A cena ficou montada no laboratório da escola, onde os alunos emergiram para coletar informações que os auxiliaram na elucidação do caso.

A imersão na cena do crime foi feita separadamente entre os grupos, a fim de evitar que os vestígios fossem alterados pela superlotação da mesma. Entrou um grupo de peritos por vez e, não foi permitido a retirada de nada do local de forma que todos os grupos tivessem acesso à mesma cena do crime. Toda e qualquer alteração na cena do crime atrapalha o trabalho dos grupos de peritos na análise. O tempo máximo de permanência na cena do crime foi de no máximo 10 minutos por grupo e eles poderiam fotografar a cena.

As hipóteses levantadas pelos grupos foram levadas para a cena do crime e o grupo analisou se as técnicas que escolheram para coletar as provas encontradas eram viáveis, levando em consideração os vestígios dispostos na cena. Nessa etapa os grupos poderiam fazer alterações em suas hipóteses, visto que o intuito era enriquecê-las com uma análise mais minuciosa do local do crime.

Aula 08 (50 minutos): Elaboração da proposta elucidativa criminal.

Nessa aula, após retornarem da cena do crime, os grupos reuniram-se de forma que conversassem entre si para montar um raciocínio lógico de forma que desse suporte a elucidação criminal, sendo claro, objetivo e convincente. Os grupos tiveram que descrever de forma detalhada o que aconteceu na cena e como Alex foi assassinado chegando assim a um acusado.

4.3.4 Etapa 4 – Exposição das propostas de elucidação criminal

Essa etapa foi composta por 02 aulas contendo 50 minutos cada uma delas e que foram as aulas de número 09 e 10. Os grupos apresentaram suas propostas de elucidação criminal de forma que não ultrapassem 15 minutos cada um. A apresentação foi de acordo com a ordem crescente de numeração grupal, iniciando com o grupo 01 e encerrando com o grupo 06. O intuito dessa

etapa não foi somente encontrar um acusado pelo assassinato do professor e pesquisador Alex Karev, mas também da análise de como foi a organização da linha de raciocínio lógico, do desenvolvimento do pensamento crítico, e da interação e argumentação no momento da exposição elucidativa de forma coerente com as informações fornecidas inicialmente. Considerando que o crime apresentou quatro suspeitos, os “estudantes investigadores” deverão identificar o criminoso pelo nome de acordo com suas deduções.

4.3.5 Etapa 5 – Aplicação de um questionário posterior

Essa etapa foi desenvolvida uma semana após a exposição das propostas elucidativas e foi composta por 01 aula com 50 minutos que está descrita a seguir:

Aula 11 (50 minutos): Aplicação de um questionário (APÊNDICE F).

Nessa aula foi utilizado um questionário escala de Likert composto por oito perguntas fechadas, que identificou o grau de satisfação dos alunos acerca da metodologia aplicada, bem como suas opiniões sobre a relevância do uso da atividade de caráter investigativo em grupo.

4.4 Instrumento de coleta de dados

Este tópico descreve os instrumentos de coleta de dados que deram suporte ao pesquisador para responder os objetivos geral e específico da pesquisa, a partir da imersão de alunos na cena de um crime fictício. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados o diário de bordo, as propostas elaboradas pelos grupos de alunos/peritos para elucidação do crime e um questionário.

O diário de bordo foi selecionado como instrumento de coleta de dados por ser de fácil acesso e manuseio, além de servir como material para escrita das ideias e visões durante as discussões em grupo. Além disso, poderá proporcionar uma reflexão sobre a atividade investigativa e os possíveis ajustes que poderão ser feitos na hipótese de elucidação criminal.

Vale destacar que é através do diário de bordo que podemos identificar as dificuldades, os tipos de impressões e de sentimentos que apareceram ao

longo da atividade. É uma via de análise de situações, de tomada de decisões e de correção de rumos (Bertoni, 2004, p. 4).

Outro aspecto importante no que se refere ao uso do diário de bordo como instrumento de coleta de dados é que sua escrita permite ao professor aplicador, uma visão geral da turma e da atividade proposta, o que facilita um nivelamento em se tratando da abordagem dos conteúdos, e da própria metodologia de aplicação da atividade, visualizando, por exemplo, se a proposta precisará de ajustes.

Um segundo instrumento de coleta de dados são as propostas elaboradas pelos grupos de alunos/peritos para elucidação do crime. Esse instrumento se desenvolverá por interações discursivas trabalhadas em grupo classificadas como aprendizagem colaborativa. Com o intuito de analisar o raciocínio lógico dos estudantes na junção dos vestígios para a elucidação criminal.

A elucidação elaborada pelos grupos de alunos irá torná-los responsáveis pela sua aprendizagem, construindo conceitos e conhecimentos autonomamente. Desse modo, as propostas de elucidação serão os produtos da investigação criminal feita pelos alunos e darão ao pesquisador um suporte para alcançar um dos objetivos específicos desta pesquisa que é avaliar o uso da temática química forense para a aprendizagem do conteúdo de reações químicas, através da resolução de um crime fictício.

O terceiro instrumento de coleta de dados foi um questionário (APÊNDICE F) que permitiu ao pesquisador uma análise referente à percepção dos estudantes acerca da aprendizagem colaborativa e da argumentação baseada na atividade de caráter investigativo.

4.5 Análise dos dados

Os dados dessa dissertação foram coletados a partir dos diários de bordo utilizados pelos grupos de estudantes para as anotações pertinentes ao crime fictício, a apresentação e entrega das propostas de elucidação criminal e as respostas dadas aos questionários.

A avaliação dos diários de bordo contribuiu para a formação de docentes. Ela permitiu uma análise detalhada do processo de construção de conhecimento dos alunos e possibilitou o aprimoramento contínuo da prática

pedagógica, adaptada às necessidades da turma. Além disso, promoveu a interação entre os alunos e entre a turma e os professores.

A escrita dos diários requisiu organização da turma, colaboração e trabalho em equipe. Isso resultou em uma compreensão mais profunda do progresso individual dos alunos, permitindo ajustes necessários. Além disso, a análise dos diários auxiliou na adaptação do ensino para atender às necessidades específicas de cada grupo de alunos, tornando-o mais eficaz. A aproximação entre alunos e professores, por meio dos diários, criou um ambiente de aprendizado colaborativo e inclusivo, valorizando diversas perspectivas e promovendo o desenvolvimento de habilidades sociais e de comunicação. A análise dos diários de bordo respondeu a um dos objetivos específicos desta pesquisa, que foi analisar de que forma a linha de raciocínio lógico e os argumentos utilizados pelos grupos embasaram a elucidação criminal, pois foi possível acompanhar, através da sua construção, a evolução dos argumentos e raciocínios.

As propostas de elucidação foram analisadas com o intuito de identificar as contribuições dos conhecimentos das técnicas de investigação criminal pautadas na Química forense para a compreensão do conteúdo de Reações Químicas a partir de uma situação problema. Portanto, o objetivo dessa proposta elucidativa não foi só elucidar o caso, mas apresentar uma linha de raciocínio coerente, que relacionasse o vestígio com a técnica utilizada, bem como a reação química que aconteceu entre ambos. A proposta deveria conter uma linguagem de fácil entendimento e deveria ser a mais detalhada possível, dando ao leitor a ideia de que, ao ler a elucidação, ele se percebesse na cena do crime.

A aprendizagem baseada em problemas é uma metodologia que possibilita uma maior interação dos estudantes com a problemática em questão, visando isso, como parâmetro inicial será avaliado as devolutivas das propostas de elucidação criminal elaboradas pelos estudantes, pois, para chegarem numa linha de raciocínio que apontem um acusado, os estudantes precisam relacionar os vestígios encontrados na cena do crime, as informações contidas nos depoimentos e laudos, relacioná-los com o conteúdo de reações químicas e chegando de forma dialogada a uma conclusão conjunta, o que ressalta a aprendizagem colaborativa pautada na

aprendizagem baseada em problema. Nesse contexto, além do parâmetro inicial, outros parâmetros de avaliação também serão utilizados que são:

- A organização do grupo;
- O prazo para entrega da elucidação criminal;
- Entrega de sínteses, relatando cada passo do processo;
- A qualidade da pesquisa desenvolvida pelo grupo;
- A entrega dos principais dados obtidos;
- A Criatividade na apresentação;
- A devolutiva do diário de bordo com letras legíveis;
- E a clareza na fala.

Como parâmetros de análise foram utilizados os benefícios provindos da aprendizagem colaborativa que eram: melhoria da aprendizagem; melhoria das relações interpessoais; melhoria da autoestima; melhoria das competências do pensamento crítico; melhor capacidade de aceitação das percepções alheias; maior motivação, menos problemas disciplinares; e aquisição de competências necessárias para trabalhar em grupo, que foram avaliados em todas as aulas pela observação do pesquisador. A análise detalhada do texto elucidativo e dos textos contidos no diário de bordo nos proporcionou uma visão e percepção mais concreta dos benefícios alcançados pelos estudantes por meio do trabalho coletivo de elucidação dos crimes, o que foi comparado com nossas observações.

A aprendizagem colaborativa foi avaliada com base nas anotações nos diários de bordo, no texto elucidativo, nas observações em sala de aula e nos comentários trocados entre os grupos de estudantes ao lerem o caso e compartilharem informações, ideias relevantes para a resolução do crime e a partir das respostas do questionário.

Os questionários foram analisados com o intuito de identificar a percepção dos alunos sobre a aprendizagem colaborativa e sua contribuição para construção do raciocínio lógico e do pensamento crítico. Os questionários foram analisados nos critérios apresentados a seguir:

1. Avaliação de Aspectos Satisfatórios e Insatisfatórios - permite a Identificação de sucessos e falhas na compreensão dos conceitos e resolução de problemas;

2. Identificação de Dificuldades na Construção de um Raciocínio Lógico - Verifica os desafios na conexão entre evidências e investigação do crime;
3. Avaliação do Aprendizado e das falhas no Entendimento - Revela o que os alunos aprenderam e onde precisam de mais clareza;
4. Análise da Colaboração - Observa o grau de colaboração entre os membros do grupo;
5. Avaliação da Organização do Grupo - Analisa a organização e a divisão de tarefas;
6. Apreciação da objetividade e clareza na escrita - Avalia a clareza e objetividade na comunicação.

Essa análise nos permitiu compreender como ocorreu o processo de colaboração entre os participantes, tanto na interpretação das informações relacionadas ao crime e na escolha das técnicas, quanto na formulação de hipóteses elucidativas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta as interpretações e discussões do pesquisador acerca dos dados coletados nessa pesquisa com o objetivo de responder como a aprendizagem baseada em problemas utilizando a temática da Química Forense pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, a partir da imersão em um cenário de crime fictício.

Para a elaboração da atividade investigativa, inicialmente foi pensado sobre a importância de entender a química forense enquanto ciência e sua contribuição para a sociedade. Partindo deste pressuposto, percebeu-se que a abordagem de uma investigação criminal pautada nos vestígios explícitos e implícitos em uma cena de crime está diretamente ligada ao meio social no qual os estudantes estão inseridos, permitindo utilizar esse cenário como uma oportunidade de aprendizagem.

O crime proposto foi elucidado através do uso das técnicas utilizadas pela Química Forense com o objetivo de desenvolver o pensamento crítico dos estudantes; bem como, a argumentação a partir das discussões promovidas durante sua elucidação. A construção do crime durou três (03) meses, sendo utilizados nomes de personagens da série *Grey's Anatomy* da plataforma Netflix, amplamente conhecida pelos estudantes.

A pesquisa foi realizada em quatro etapas utilizando 11 aulas com 50 minutos cada. Na primeira etapa foram utilizadas 04 aulas, na segunda etapa 02 aulas, na terceira 03 aulas e na quarta e na última etapa 02 aulas, encerrando assim a aplicação da proposta.

Ao longo da aplicação, foram coletados comentários dos alunos, pertinentes à proposta da pesquisa, o que possibilitou verificar seus conhecimentos prévios em relação à temática de estudo. Uma semana após a imersão na cena do crime, foi aplicado individualmente um questionário composto por nove questões em escala de Likert com o intuito de verificar o grau de satisfação dos alunos referente a interação entre os membros do grupo e a construção do pensamento crítico.

Para melhor organizar a discussão, esse item foi dividido de acordo com as etapas da metodologia proposta e organizado em tópicos conforme a sequência a seguir:

Etapa 01 – Sequência de aulas:

- Aula 01 Apresentação do projeto;
- Aula 02 Aula expositiva sobre o papel do perito e as técnicas de análises;
- Aula 03 Oficina de Papiloscopia;
- Aula 04 Entrega do material para leitura.

Etapa 02 – Pesquisa e discussão da problemática

- Aula 05 Discussão e pesquisa dos conteúdos auxiliares para a elucidação;
- Aula 06 Levantamento de Hipóteses.

Etapa 03 – Cena do Crime

- Aula 07 Reprise da cena do crime;
- Aula 08 Elaboração da proposta elucidativa.

Etapa 04 – Exposição das propostas elucidativas

- Aula 09 e Aula 10 Exposição das propostas elucidativas.

Etapa 4.1 Análises dos diários de bordo utilizados durante a resolução do crime fictício.

Etapa 5 – Aplicação de um questionário posterior a aplicação da intervenção.

- Aula 11 Questionário em escala de Likert

5.1 Resultados da Etapa 1: Sequência de aulas

Esta etapa consistiu em quatro aulas, cada uma com a duração de 50 minutos, com o objetivo de estimular o interesse e a curiosidade dos estudantes em relação à temática abordada. A sequência de aulas foi planejada da seguinte maneira:

Aula 1 - Apresentação do projeto

Na primeira aula do projeto, que aconteceu no laboratório da escola, o pesquisador apresentou-se e explicou aos estudantes o objetivo e todos os detalhes relevantes do projeto, desde a metodologia até o registro das observações, para esclarecer eventuais dúvidas. Em seguida, o pesquisador

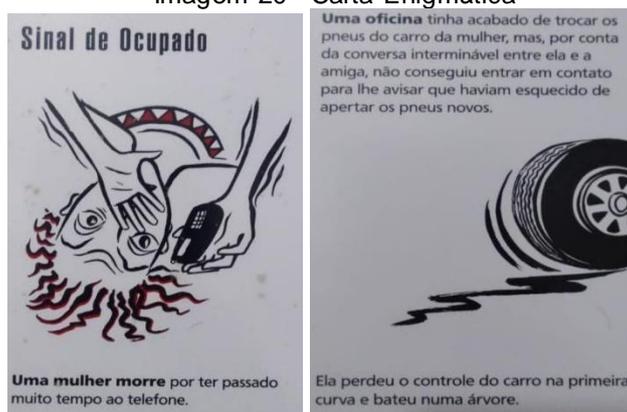
perguntou à turma quem desejava participar da pesquisa e todos concordaram em participar. Os estudantes receberam então o termo de consentimento livre e esclarecido para levar aos responsáveis, que puderam ler e assinar de maneira voluntária.

A turma de 30 estudantes foi dividida em 06 grupos, cada um com 05 alunos, numerados de 01 a 05. Em seguida, com o objetivo de instigar e despertar a curiosidade dos estudantes pela temática em questão, proporcionar um contato inicial com os casos enigmáticos e então selecionar os 10 participantes que apoiaram a pesquisa, foram apresentados alguns enigmas de investigação criminal do jogo de cartas Black Stories.

Para aplicar as cartas de Black Stories, o pesquisador assumiu o papel de narrador, escolhendo um enigma e lendo sua descrição em voz alta. Em seguida, os grupos tiveram a oportunidade de fazer perguntas ao narrador para resolver o enigma, sendo utilizados como respostas apenas "sim", "não" ou "irrelevante". Deste modo, foi possível estimular os estudantes a organizarem um pensamento lógico para resolver o pequeno e misterioso enigma apresentado pelo docente.

Durante essa atividade, os grupos foram avaliados com base na interação e resolução do enigma. Os dois grupos que mais se destacaram em termos de interação foram escolhidos para apoiar a pesquisa. O enigma escolhido e a resolução serão descritos na Imagem 20.

Imagem 20 - Carta Enigmática



Fonte: Própria (2024)

Esse enigma foi selecionado de forma aleatória dentre as cartas que o jogo dispõe, com o intuito de perceber a interação entre os alunos e selecionar os grupos que deram suporte aos resultados dessa dissertação. Durante essa

etapa, os estudantes estavam focados nas perguntas feitas pelos grupos para desenvolver suas linhas de raciocínio e alcançar uma solução.

É importante ressaltar que a discussão das cartas durou 10 minutos, podendo se estender dependendo da escolha do aplicador em estabelecer um tempo maior para que os participantes resolvessem coletivamente o caso. No momento inicial, com o objetivo de desenvolver a curiosidade e o raciocínio lógico dos estudantes, foi disponibilizado 8 minutos para que os grupos interagissem e resolvessem o enigma.

Em seguida, os grupos socializaram suas resoluções, e dentre todos os grupos, apenas dois apresentaram argumentos e soluções para o caso. Esses dois grupos se destacaram por trazer contribuições significativas para a resolução do enigma, sendo estas contribuições descritas a seguir:

O carro apresentou problemas nos pneus, a mulher levou para a oficina e por estar ao telefone não conseguia ser sinalizada e por isso ela acabou perdendo o controle e bateu com o carro contra uma árvore e veio a óbito (Grupo 1).

A mulher havia levado o carro para uma vistoria de costume, quando pegou o carro não conseguiu agradecer ao mecânico, pois estava muito empolgada com a conversa no telefone, ela perdeu o controle e bateu numa árvore (Grupo 2).

Podemos perceber que os grupos 1 e 2 apresentaram uma proposta de resolução muito próxima da resposta correta, por isso foram escolhidos para dar suporte a todos os resultados obtidos nas etapas da pesquisa.

Essa aula inicial utilizando o jogo de cartas Black Stories revelou-se crucial para o desenvolvimento da pesquisa, pois estimulou a curiosidade, na busca por soluções para os problemas propostos através da argumentação, do pensamento crítico, da aprendizagem colaborativa, do questionamento e do raciocínio lógico dos estudantes, como também auxiliou no engajamento e na capacidade de trabalho em equipe, o que foi percebido a partir da fala do estudante 6, a seguir:

Eu achei o jogo cartas muito interessante, apesar de ter raiva da palavra irrelevante kkkk. As cartas despertaram minha curiosidade e eu me senti desafiado para solucioná-las. Na minha visão, discutir com os colegas me ajudou a melhorar minha forma de argumentar e de pensar de modo crítico, analisando as pistas com cuidado (Aluno 6).

A resolução do enigma desenvolvida em equipe foi essencial, pois não apenas exercitou as habilidades analíticas dos participantes, mas também os incentivou a comunicar suas ideias de maneira clara e eficaz (Teixeira, 2003).

Os dois grupos destacados não só trouxeram soluções criativas, mas também evidenciaram sua capacidade de argumentação e colaboração. Assim, essa experiência não apenas enriqueceu o aprendizado dos estudantes, mas também contribuiu significativamente para os objetivos da pesquisa, ao identificar aqueles com maior potencial para apoiar e impulsionar futuras investigações. Na imagem 21, observam-se os estudantes agrupados resolvendo o enigma “Sinal de ocupado”.

Imagem 21 – Aplicação da carta enigmática do jogo Black Stories.



Fonte: Própria (2024)

Essa aula foi concluída de forma satisfatória, alcançando os objetivos planejados que foram desenvolver o pensamento crítico, elaborar uma linha de raciocínio que resolvesse o caso e a partir dessa resolução, selecionar os dois grupos que dariam suporte nos resultados dessa dissertação. A utilização do jogo de cartas Black Stories proporcionou aos estudantes a oportunidade de desenvolverem suas habilidades de trabalho em equipe de maneira eficaz, e ao pesquisador uma leitura da turma o que facilitou a aplicação das demais etapas desse projeto. Na sequência, será descrita a segunda aula desta etapa.

Aula 2 - Aula expositiva sobre o papel do perito e as técnicas de análises.

Na segunda aula do projeto, ocorrida em uma das salas de aula disponíveis na escola, foi realizada uma apresentação expositiva com duração de 50 minutos sobre o papel desempenhado pelo perito criminal e as técnicas de análises forenses comumente utilizadas na investigação e elucidação dos

mais variados crimes. Foram discutidas as técnicas de identificação de sangue oculto com luminol, vapor de iodo, método do pó e exame de DNA.

Esse momento foi de extrema importância, pois proporcionou aos estudantes um contato direto com os equipamentos reais utilizados na análise de vestígios criminais, incluindo as técnicas mencionadas anteriormente e o papel desempenhado por um perito.

O objetivo dessa aula foi discutir com os estudantes o trabalho do perito e o que são e como funcionam as técnicas de análises de vestígios forenses, permitindo-lhes compreender que as técnicas são instrumentos utilizados em investigações criminais que dão suporte para a identificação do suspeito e que nem todas as técnicas de análise forense são aplicáveis a todos os vestígios encontrados na cena de um crime (White, 2004).

Os estudantes estavam bastante concentrados durante a aula e, ao final da explicação, fizeram anotações em seus cadernos. Dessa forma, ao devolver o diário de bordo ao final do projeto juntamente com todas as anotações, os estudantes teriam essas informações disponíveis no seu material didático. Escrevendo em seus cadernos, eles poderiam revisar as informações sempre que necessário, mesmo após o término do projeto.

Os estudantes trouxeram algumas falas importantes durante a exposição das técnicas forenses, como demonstrado a seguir:

Eita professor, quanta técnica massa, eu só conhecia a técnica da coleta de digital, muito bacana saber que existem todas essas técnicas (aluno 3).

Eu tô achando muito massa essas técnicas, nunca que eu tinha noção que para cada vestígio tem uma técnica específica, facilita demais saber dessas informações (aluna 4).

Através das falas dos alunos, ficou claro que a aula expositiva teve um impacto positivo no processo de aprendizagem. Muitos estudantes fizeram perguntas adicionais sobre as técnicas forenses apresentadas, sugerindo interesse pelo conteúdo. Além disso, o entusiasmo demonstrado nas discussões e nas atividades práticas subsequentes evidencia que a abordagem expositiva não apenas apresentou novos conhecimentos, mas também estimulou uma reflexão mais profunda sobre a aplicação dessas técnicas na prática.

As imagens 22 e 23 destacam o momento em que o pesquisador conduziu a aula sobre técnicas de análise de vestígios. Durante essa a explanação, os estudantes compreenderam o papel desempenhado pelos peritos criminais.

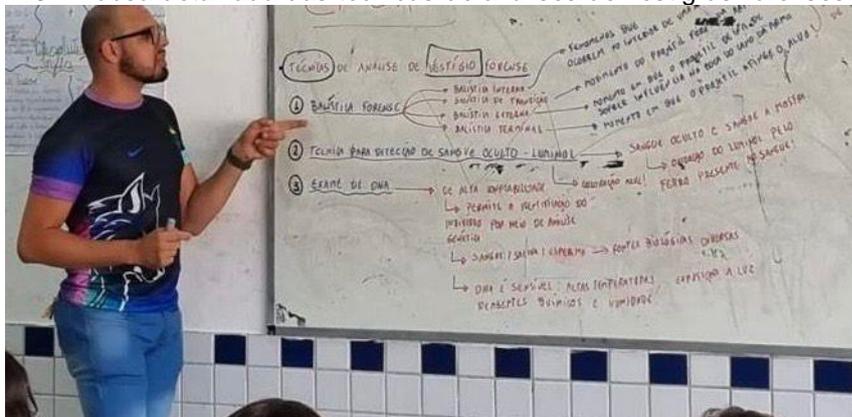
Imagem 22 – Aula expositiva sobre o papel do perito criminal e as técnicas de análises de vestígios forenses.



Fonte: Própria (2024)

A lousa, visível na imagem 23, exhibe detalhes das diversas técnicas utilizadas na investigação forense.

Imagem 23 – Lousa detalhada das técnicas de análises de vestígios forenses



Fonte: Própria (2024)

Essa abordagem não apenas apresentou aos alunos os métodos práticos empregados na análise de evidências criminais, mas também incentivou a compreensão mais profunda e aplicada do trabalho de um perito e a importância das técnicas específicas na resolução de crimes.

O objetivo dessa aula foi plenamente alcançado, pois os estudantes demonstraram estar bem centrados e engajados durante toda a explanação, refletindo seu interesse e compreensão sobre o papel do perito criminal e as técnicas de análise forense discutidas. Ao fazerem anotações detalhadas em

seus diários de bordo, garantiram um recurso valioso para revisão futura durante a resolução do crime proposto. Assim, a aula não apenas proporcionou conhecimento teórico sobre o uso das técnicas, mas também permitiu aos estudantes visitar e consolidar o aprendizado ao longo do projeto e além dele.

É importante destacar que a escrita de anotações durante a aula não foi obrigatória, e, por isso, nem todos os estudantes optaram por fazê-la. Cada aluno teve a liberdade de escolher como melhor absorver o conteúdo apresentado, seja através de anotações em caderno ou simplesmente ouvindo atentamente. Essa abordagem flexível permitiu que os estudantes compreendessem de acordo com seus próprios métodos de aprendizagem, garantindo que o objetivo principal da aula fosse alcançado de maneira inclusiva e eficaz. Na sequência, será descrita a terceira aula desta etapa.

Aula 3 - Oficina de Papiloscopia

Na terceira aula do projeto, foi realizada uma Oficina de Papiloscopia de 50 minutos no laboratório da escola. A mesma foi realizada a partir da coleta da digital dos alunos utilizando a técnica do pó, cujo objetivo foi resgatar o conteúdo visto na aula anterior sobre o funcionamento das técnicas de análises de vestígios forenses, e testar as hipóteses dos estudantes na utilização da referida técnica.

A oficina consistiu na aplicação da técnica de análise de coleta de digital utilizando o pó de carvão (que contém em sua composição o elemento químico carbono), fita durex, uma pinça metálica e um chumaço de algodão para servir como as cerdas de um pincel.

Inicialmente os grupos coletaram as impressões digitais presentes nas vidrarias do laboratório de ciências deixadas por diversos estudantes e posteriormente coletaram suas próprias digitais impressas em seus aparelhos telefônicos. Os estudantes ficaram livres para testar a forma mais eficaz de utilizar a referida técnica de acordo com seus pontos de vista, como mostra a imagem 24.

Imagem 24 – Coleta de impressão digital em vidrarias do laboratório e na superfície da tela de aparelhos eletrônicos.



Fonte: Própria (2024)

Posteriormente, os estudantes coletaram as suas próprias impressões decadactilar (impressões digitais das pontas dos dedos das mãos). Para isso, os mesmos receberam uma ficha datiloscópica contendo espaços para as 05 impressões digitais, bem como espaço para que os estudantes colocassem seus nomes e suas respectivas idades. Para essa coleta, os estudantes tiveram que mergulhar as pontas dos dedos de uma das mãos num potinho contendo o pó do carvão, um de cada vez, e em seguida fixou no local indicado na ficha datiloscópica, como mostrado na imagem 25.

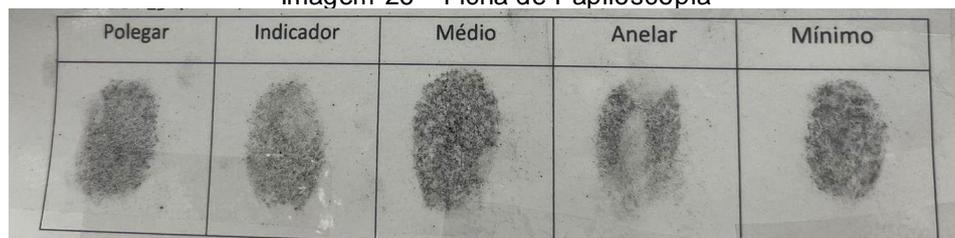
Imagem 25 – Coleta de impressão digital das pontas dos dedos dos estudantes.



Fonte: Própria (2024)

As digitais coletadas das pontas dos dedos foram envelopadas com durex a fim de preservá-las e entregue aos estudantes para guardarem como lembrança da oficina de Papilosopia, (Imagem 26).

Imagem 26 – Ficha de Papilosopia



Fonte: Própria (2024)

Nessa aula, além das imagens coletadas, houve também alguns comentários feitos pelos estudantes durante a execução da atividade prática de coleta de digital, a partir da técnica do pó utilizada na oficina de Papiloscopia que foram coletados e selecionados e estão descritos a seguir:

Confesso que quando o senhor apresentou a proposta do seu projeto eu achei que seria muito chato, porque tem química e pensei que seria mais tempo de aula dentro da sala, é que a gente tá cansado de ficar dentro da sala de aula lendo livro sabe? Mas quando a gente começou a fazer a oficina, percebi que é bem atraente e vi que estava dando certo, eu me senti um perito criminal de verdade (Aluno 1).

Portanto, apesar das modificações que o ensino de Ciências no Brasil passou desde o século passado até os dias atuais, ainda há muitos desafios a serem superados, especialmente no que se refere ao investimento na melhoria da infraestrutura escolar, dos recursos tecnológicos e, principalmente, na formação continuada dos professores. De modo geral, observa-se que o ensino de Ciências nas escolas públicas é precário e com escassez de recursos, especialmente no que diz respeito à capacitação dos professores para utilizarem eficazmente os recursos didáticos disponíveis (Garcia, 2013).

Portanto, apesar dos professores enfrentarem diversos desafios, é comum o problema da participação e do envolvimento dos estudantes nas atividades propostas devido à timidez deles ou do medo de errar ao tentar, o que foi confirmado pela fala da estudante 2:

Eu sou muito tímida e fiquei com medo de não conseguir coletar minhas próprias digitais, na verdade eu iria derramar o pó preto no papel e depois colocar o dedo, e aí minha colega de grupo me ensinou e fez o dela para que eu visse como se fazia e pudesse fazer no meu.

Nesse momento, uma estudante do mesmo grupo interveio, oferecendo apoio com palavras positivas e orientando o colega na execução da técnica. Ela iniciou a coleta de suas próprias impressões digitais, permitindo que a colega observasse o processo e tentasse realizar o seu próprio procedimento, para alcançar o objetivo de coletar as impressões digitais de uma das mãos. Pode-se perceber que houve uma troca de conhecimento o que configura a aprendizagem colaborativa.

Nessa perspectiva, a oficina de coleta de digitais foi essencial para aprofundar o processo de aprendizagem e aumentar o engajamento dos alunos. Na medida em que os estudantes avançaram nas coletas de digitais deixadas no material de laboratório, mais empolgados e engajados ficavam. Eles analisaram de forma minuciosa onde havia digital e conversavam entre si para trocar experiências na forma de coletar oferecendo uma experiência prática e interativa, o que sugere que a oficina não apenas facilitou a compreensão dos conceitos estudados, mas também contribuiu para o desenvolvimento de habilidades técnicas específicas e colaboração por meio do trabalho em equipe.

Vale destacar que a aprendizagem colaborativa tem como principal vantagem a troca de experiências e a expansão do conhecimento, porém, esses não são os únicos benefícios que esta proporciona aos estudantes. Outros benefícios como o desenvolvimento de novas competências como: desenvolvimento do trabalho em equipe; espírito de colaboratividade; aperfeiçoamento do senso crítico, lógico e analítico; ajuda na criatividade e na resolução de problemas que somados contribuem para o processo de ensino-aprendizagem (Cámara *et al.*, 2014).

A oficina de Papiloscopia, focada na coleta de impressões digitais com a técnica do pó, desempenhou um papel fundamental na compreensão e visualização das técnicas forenses utilizadas na investigação criminal. Esta atividade prática não apenas permitiu aos estudantes aplicar o conhecimento teórico adquirido, mas também ofereceu uma oportunidade única de vivenciar o processo realístico de coleta de evidências.

Ao participar dessa oficina, os alunos tiveram a chance de entender a importância da precisão e da metodologia na coleta de impressões digitais, elementos cruciais na identificação e na resolução de crimes. A experiência prática proporcionou a compreensão mais profunda dos desafios enfrentados pelos peritos forenses no campo, desde a preparação dos materiais até a análise cuidadosa dos resultados obtidos.

Além disso, a oficina promoveu o desenvolvimento de habilidades críticas, sendo os estudantes incentivados a formular hipóteses, testá-las na prática e aprender com os resultados, o que contribuiu significativamente para sua aprendizagem.

A importância dessa oficina reside não apenas na aplicação prática do conhecimento, mas também na preparação dos estudantes para entender e contribuir com o campo da investigação forense. Ao proporcionar uma experiência imersiva e educativa, a oficina de Papiloscopia ajudou a fortalecer o entendimento dos alunos sobre as técnicas forenses e seu impacto na resolução de casos criminais.

Os estudantes também identificaram conteúdos de química e biologia ao explorar as técnicas e em se tratando da técnica de Papiloscopia, puderam perceber a composição do pó de carvão (carbono) e a relação entre digitais e os compostos gordurosos, o que auxiliou sua compreensão prática dos conceitos das duas disciplinas. Na sequência, será descrita a terceira aula desta etapa.

Aula 4 - Entrega do material para leitura

Essa aula expositiva de 50 minutos que finda a primeira etapa desse projeto, aconteceu no laboratório da escola, isso por que, as bancadas comportam os grupos de modo que fiquem afastados uns dos outros. Foi entregue aos grupos o crime fictício (texto enigmático) elaborado pelo pesquisador, os laudos periciais, os depoimentos dos suspeitos, o laudo de necropsia e um diário de bordo.

Os estudantes, em seus respectivos grupos, tiveram que ler de forma detalhada todo o material impresso e fazer anotações no diário de bordo de todas as observações que julgassem importantes para a resolução do crime. Nesse momento, os estudantes foram instigados a imaginar o que aconteceu com a vítima e de que forma o crime aconteceu.

Nesse sentido, é nas atividades em grupo, que os estudantes desenvolvem uma melhor relação entre si e conseguem compreender alguns conceitos através da partilha dos diferentes pontos de vista, para chegarem a um consenso, resolvendo a problemática de uma maneira coerente, o que caracteriza a aprendizagem colaborativa (Imagem 27) (Silva, 2017).

Imagem 27 – Leitura e anotações feitas pelos grupos.



Fonte: Própria (2024)

A partir da entrega da pasta contendo a descrição do crime e os laudos periciais, os grupos foram instruídos a não se comunicarem entre si, evitando assim qualquer interferência no raciocínio uns dos outros. Cada grupo recebeu o mesmo conjunto de materiais e foi desafiado a propor um suspeito responsável pelo crime. A razão para essa separação foi promover o desenvolvimento de perspectivas individuais, soluções únicas e acusações diferentes entre os grupos.

A importância de os estudantes lerem todo o material enigmático dos vestígios encontrados na cena do crime e os laudos foi fundamental para o entendimento detalhado e a interpretação precisa das evidências forenses. Esses documentos muitas vezes contêm informações cruciais sobre os eventos que ocorreram, ajudando a reconstruir os acontecimentos e identificar os envolvidos.

Ao ler e analisar minuciosamente os materiais disponibilizados, os estudantes puderam encontrar pistas e conexões que não são tão óbvias à primeira análise. Isso requereu não apenas atenção aos detalhes, mas também habilidades de dedução e raciocínio lógico para conectar essas pistas ao contexto mais amplo do caso.

Essa etapa foi de suma importância para que os estudantes pudessem compreender de fato o que aconteceu na cena do crime e como os fatos se sucederam. Ler todo o material não apenas forneceu uma visão detalhada das evidências disponíveis, mas também permitiu aos estudantes reconstruir os eventos de forma mais precisa e compreender os conteúdos necessários para formular hipóteses, conforme observado nas falas abaixo:

Gente leia com calma facilita demais se ler devagarinho, vejam que está na cara que foi Natália que mandou matar Alex, ela queria viver o romance com o Cláudio e receberia todo o mérito da pesquisa e o dinheiro também (aluno 6).

Não faz sentido, ela até pode estar envolvida, mais óbvio que não foi ela, seria ela a principal suspeita por ser esposa da vítima, acredito que foi ameaçada por Joberth (aluno 8).

Mas não foi ela quem colocou o pó no café para dopar o Alex? Então sendo ela ou não, ela é culpada, deixou ele sonolento para apagar o documento, mas Joberth viu e Judite com certeza é cúmplice, deve ter sido ameaçada (aluna 7).

A análise das falas coletadas revela que há uma divergência de opiniões sobre a culpabilidade de Natália no assassinato de Alex. O aluno 6 acredita que Natália é a responsável, argumentando que ela teria um romance com Cláudio, além de ficar com os benefícios da pesquisa, portanto, tinha motivos para mandar matar Alex. O aluno 8 contesta essa ideia, sugerindo que, embora Natália possa estar envolvida, ela não seria a principal suspeita por ser esposa da vítima e, possivelmente, teria sido ameaçada por Joberth. Por outro lado, a aluna 7 argumenta que Natália, independentemente de ser a responsável pelo envenenamento, deve ser considerada culpada por ter deixado Alex sonolento e por sua possível cumplicidade com Judite, que também poderia ter sido ameaçada. As falas dos alunos demonstram uma evolução na linha de raciocínio, destacando a importância da leitura cuidadosa e da análise dos detalhes sutis presentes nas entrelinhas dos textos.

A pesquisa e discussão sobre a problemática e a análise dos conteúdos necessários para desvendar, formular as hipóteses e consequentemente desvendar o caso estão descritas na etapa 2, a seguir.

5.2 Resultados da Etapa 2: Pesquisa e discussão sobre a problemática.

Na semana seguinte, após leitura minuciosa de todos os documentos do caso Alex Karev, o momento foi de estudo e pesquisa sobre o crime em questão. Essa etapa ocorreu em duas aulas de 50 minutos cada uma delas, ministradas no laboratório de ciências da escola, pois o mesmo dispõe de

bancadas que possibilitam uma melhor organização dos grupos. Durante esse período, os grupos se reuniram para discutir e pesquisar sobre os conteúdos necessários para auxiliar na resolução do problema, no levantamento de hipóteses e na elaboração das propostas para elucidar o crime. A sequência das aulas está descrita a seguir.

Aula 5 - Discussão e pesquisa dos conteúdos auxiliares para a elucidação.

Na primeira aula desta etapa, que representa a quinta do projeto, tratou-se do estudo de caso. Os grupos se reuniram para discutir, pesquisar e estudar os conteúdos essenciais para resolver o desafio proposto. Essa etapa só foi iniciada após todos completarem as leituras e anotações em seus diários de bordo.

Nesse contexto, a responsabilidade pela aprendizagem deve ser atribuída aos estudantes de forma explícita, sem que isso signifique diminuir em nada a responsabilidade do professor, que nesse instante do processo assume o papel de tutor. (Ventura, 2019).

As pesquisas foram conduzidas com base nessas anotações e nas necessidades dos grupos de entender, por exemplo, a relação entre os vestígios encontrados na cena do crime e o suspeito, além de como analisar um determinado vestígio. Discutiu-se qual técnica mais adequada e como cada vestígio estava relacionado à cena do crime. Conforme fala dos alunos a seguir:

Se a gente está apontando como vestígio as possíveis marcas de impressões digitais, é importante saber onde essa impressão está e qual a cor do pó utilizar para poder colocá-la, não faz sentido colocar o pó preto numa superfície preta. A coisa mais importante agora é estudar o que acontece entre a técnica e o vestígio encontrado e saber como as técnicas funcionam, é claro (Aluno 9).

Precisamos pensar com calma, vê só um dos pontos que ninguém observou é a saliva deixada no copo, por que com ela, pelo exame de DNA, a gente sabe se foi realmente Alex quem bebeu naquele copo, sem contar que se tiver uma grande quantidade de saliva no copo, pode ser utilizada para análise química, caso não haja outro vestígio para analisar. (Aluna 10).

A partir das falas dos alunos, percebemos que houve uma preocupação significativa em compreender e aplicar as técnicas corretas de

análise de vestígios. O aluno 9 destaca a importância de escolher a cor adequada do pó para revelar impressões digitais, enfatizando a necessidade de adaptar a técnica ao tipo de superfície e ao vestígio encontrado. Já a aluna 10, foca na análise da saliva deixada no copo, sugerindo que a saliva pode ajudar a confirmar se Alex foi quem usou o copo e pode ser usada para análise química se não houver outros vestígios disponíveis. Esses relatos demonstram que ambos os alunos estão atentos aos detalhes e buscam entender como as técnicas funcionam para aplicá-las de maneira eficaz na investigação.

Vale ressaltar que durante esse processo o pesquisador deixou os grupos decidirem a melhor forma para buscar os conteúdos necessários, utilizando diferentes meios de consulta conforme sua preferência, alguns grupos pesquisaram na internet com o auxílio de aparelhos celulares e notebooks, e outros buscaram suporte no próprio livro didático de ciências do 9º ano (Imagem 28).

Imagem 28 – Pesquisa dos conteúdos auxiliares para a elucidação



Fonte: Própria (2024)

Os estudantes assumiram a responsabilidade pela busca dos conteúdos necessários para resolver o crime proposto, e com isso desempenharam o papel de protagonistas na aquisição de conhecimento teórico e habilidades práticas essenciais. Isso contribuiu para compreender de forma minuciosa os vestígios da cena do crime, suas posições, as técnicas forenses apropriadas e desenvolver habilidades na formulação de hipóteses que serão descritas na aula a seguir.

Aula 6 - Levantamento de Hipóteses

Na segunda aula desta etapa, que corresponde à sexta aula do projeto, após discutir os conteúdos e selecioná-los, os grupos tiveram que levantar hipóteses esclarecedoras com o objetivo de compreender quem, como e por

que alguém poderia ter motivos para assassinar o professor Alex. Isso pode ser comprovado pelas falas dos alunos a seguir.

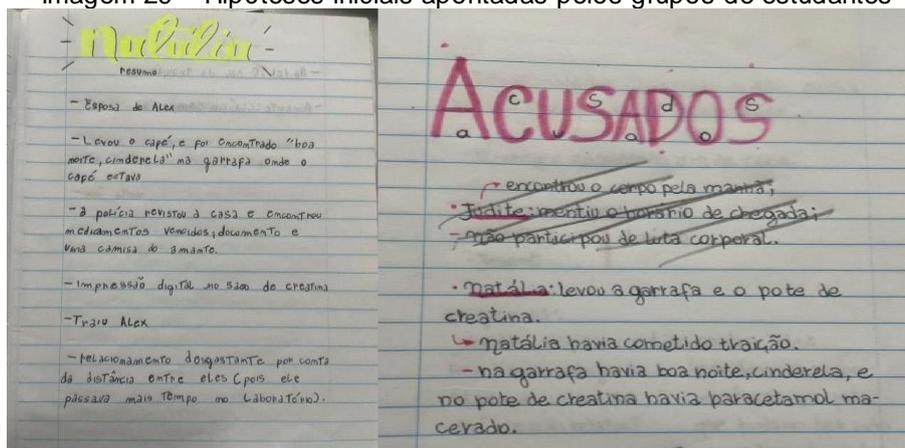
Estudando o funcionamento das técnicas, ficou fácil saber qual técnica usar para o vestígio que estamos analisando, foi bacana, a gente aprendeu a selecionar a técnica para cada vestígio, ajudou muito na identificação do suspeito (aluno 1).

Para chegar a um suspeito, a gente analisou o raciocínio, buscamos entender todo o comportamento dele na cena a partir dos relatos lidos e se faria sentido para ele querer a morte de Alex, foi pensado em quais benefícios a morte dele traria e quais consequências (aluna 10).

A partir disso, cada grupo descreveu suas hipóteses em forma de texto corrido, detalhando minuciosamente os pontos pensados por eles, e levaram em consideração as informações coletadas a partir das leituras dos laudos e depoimentos que receberam impressos, escolhendo de forma coletiva uma ou mais técnicas forense que se encaixasse perfeitamente com os vestígios que julgaram ser importante e que fosse de acordo com a linha de raciocínio que propuseram inicialmente.

Nesse viés, a ABP admite sequências de trabalho que podem variar conforme o nível e tipo de ensino, com a área do conhecimento e visando a aprendizagem que se quer alcançar. A elaboração e organização de hipóteses é uma dessas etapas e está descrita na imagem 29. (Araújo, 2011).

Imagem 29 – Hipóteses iniciais apontadas pelos grupos de estudantes



Fonte: Própria (2024)

O principal objetivo para a elaboração de hipóteses em uma investigação criminal é o de fornecer uma estrutura inicial para explorar possíveis explicações e cenários sobre o que pode ter acontecido no crime. Essas hipóteses foram formuladas com base nas evidências disponíveis, nas

circunstâncias conhecidas do caso e na análise inicial dos fatos como relatado anteriormente.

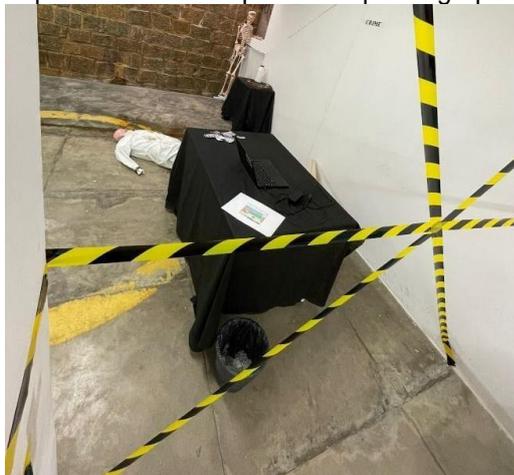
É importante destacar que não foi estabelecido um limite para a elaboração de hipóteses pelos grupos, pois os mesmos imergiram com todas as suas hipóteses na cena do crime que foi reprisada no laboratório de ciências da escola e analisou qual delas se encaixava melhor com o cenário atual.

Esta etapa trouxe resultados positivos, pois todos os grupos conseguiram elaborar ou confirmar suas hipóteses através da imersão na cena do crime, o que permitiu a seleção da hipótese que mais se aproximava do crime proposto. A reprise da cena do crime foi produzida na etapa 03 e está descrita a seguir.

5.3 Resultados da Etapa 3– Cena do Crime

Esta etapa foi composta por duas aulas de 50 minutos cada. Na primeira aula, foi recriada de forma detalhada a cena do crime (Imagem 30) e na segunda foi o momento da elaboração da proposta elucidativa, utilizando as hipóteses e as informações coletadas durante a reprise da cena do crime.

Imagem 30 – Hipóteses iniciais apontadas pelos grupos de estudantes



Fonte: Própria (2024)

Portanto, nesta etapa, a recriação da cena do crime serviu como um suporte crucial, assegurando a preservação dos vestígios e dos fatos conforme documentados no material impresso. Essa abordagem não apenas permitiu uma análise detalhada das evidências físicas e contextuais, mas também garantiu uma base sólida para a investigação, visando uma compreensão precisa dos eventos ocorridos. Este foi um momento crucial para formular conclusões, visando esclarecer os eventos e apresentar uma interpretação coerente dos fatos.

A referida cena do crime contou com vestígios, pistas em um cenário real que auxiliou os estudantes na comprovação ou adequação de suas hipóteses. Foram dispostos na cena os seguintes vestígios sob a mesinha do café forrada com uma toalha preta: um copo de vidro, uma garrafa térmica e um prato sobre uma bandeja de madeira, o prato possivelmente foi utilizado para depositar as torradas, na mesa da escrivaninha estava o notebook ligado à tomada a cadeira caída ao solo, cartelas vazias de medicamentos fora do prazo de validade e caída ao solo ao lado da mesinha estava o corpo do professor de bruços, conforme as imagens 31 a 33, a seguir.

Imagem 31 – Utensílios domésticos – copo de vidro, bandeja, prato e garrafa de café encontrados na cena do crime



Fonte: Própria (2024)

Imagem 32 – Vestígios: Cena do crime revirada



Fonte: Própria (2024)

Imagem 33 – Professor de bruços ao lado da mesinha



Fonte: Própria (2024)

Na lixeira que estava do lado esquerdo da escrivaninha, tinha um saco transparente com um pó branco de procedência não conhecida, conforme as imagens 34 a seguir.

Imagem 34 – Saquinho plástico contendo um pó branco de procedência não conhecida.



Fonte: Própria (2024)

Na cena, havia muita desordem, e nas entrelinhas do crime, muitos vestígios implícitos. O corpo da vítima apresentava marcas de arranhões, socos e pontapés, que juntamente com a desordem do local sugerem luta corporal. Próximo ao corpo da vítima foram encontradas manchas de sangue e o jaleco que ele vestia apresentava manchas de mãos sujas de sangue e alguns rasgos (Imagem 35).

Imagem 35 – Professor de bruços ao lado da mesinha



Fonte: Própria (2024)

A reprise da cena do crime, contendo os vestígios descritos anteriormente, permitiu que os estudantes imergiram e comprovassem suas hipóteses a partir de análises minuciosas do local, e com isso elaborassem

suas propostas elucidativas. Essa sequência durou duas aulas de 50 minutos cada. A sequência de aulas está descrita a seguir.

Aula 7 Reprise da cena do crime

Nessa aula foi realizada a reprise da cena do crime que foi montada pelo pesquisador no laboratório de ciências da escola, respeitando todas as informações contidas tanto nos laudos como no texto do crime fictício. Neste momento ocorreu a imersão dos estudantes na cena do crime, com o objetivo de coletar informações que os auxiliassem na elucidação do caso.

A imersão na cena do crime foi organizada cuidadosamente para preservar os vestígios e facilitar a investigação. Os grupos de peritos foram cuidadosamente separados, permitindo que cada um acessasse a cena individualmente. Essa abordagem foi crucial para evitar superlotação e a possível contaminação das evidências disponíveis.

Cada grupo de peritos entrou na cena do crime de maneira sequencial, garantindo que nenhum elemento fosse alterado antes da análise completa. Foi estritamente proibido remover qualquer item do local, assegurando que todos os grupos tivessem acesso igual às evidências. Além disso, os peritos puderam documentar a cena através de fotografias, essenciais para uma posterior análise detalhada.

Com um tempo máximo de 10 minutos por grupo na cena do crime, o procedimento foi projetado para minimizar interferências nos vestígios. Qualquer modificação poderia comprometer a investigação, destacando a importância da preservação da cena para garantir a precisão e a integridade do processo investigativo por parte de todos os grupos.

As hipóteses levantadas pelos grupos foram levadas para a cena do crime onde cada grupo analisou se as técnicas que escolheram para coletar as provas encontradas eram viáveis de acordo com as hipóteses, levando em consideração os vestígios dispostos na cena. Nessa etapa os grupos poderiam fazer alterações em suas hipóteses, visto que o intuito era enriquecê-las com uma análise mais minuciosa do local do crime.

Essa abordagem não apenas permitiu uma compreensão mais profunda dos elementos textuais envolvidos, mas também promoveu uma

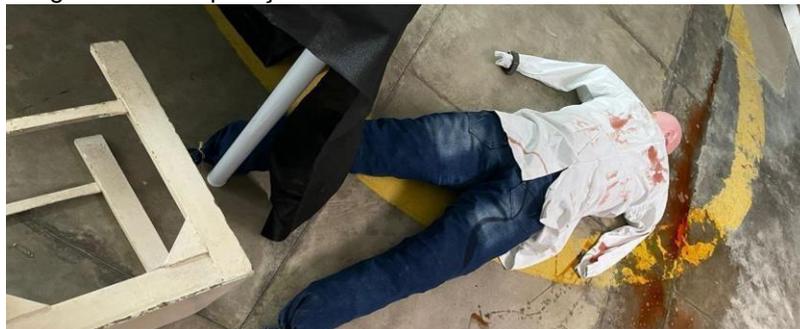
análise mais minuciosa das evidências disponíveis, o que auxiliou na elucidação do crime (Imagem 36 a 41).

Imagem 36 – Cadáver do professor Alex Karev.



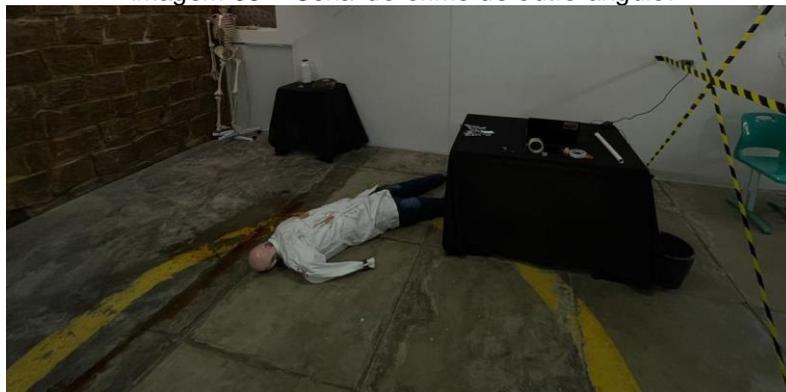
Fonte: Própria (2024)

Imagem 37 – Disposição da banca e do cadáver na cena do crime.



Fonte: Própria (2024)

Imagem 38 – Cena do crime de outro ângulo.



Fonte: Própria (2024)

Imagem 39 – Cena do crime isolada para evitar movimentação dos vestígios.



Fonte: Própria (2024)

Imagem 40 – Vestígio encontrado na cena do crime - mancha de sangue



Fonte: Própria (2024)

Imagem 41 – Isolamento da cena do crime com fita zebra



Fonte: Própria (2024)

Imagem 42 – Cadáver de Alex visto de outros ângulos



Fonte: Própria (2024)

A imersão dos estudantes (Imagem 43) na cena do crime teve um papel fundamental na seleção da hipótese, que se transformou em proposta elucidativa e no despertar pela formação profissional na área de investigação forense.

Imagem 43 – Imersão dos estudantes na cena do crime



Fonte Própria (2024)

Ao vivenciar diretamente o ambiente onde ocorreu o crime, os estudantes tiveram a oportunidade de compreender como os fatos se sucederam bem como, aplicar o conhecimento teórico em um contexto real. Isso foi um ponto positivo que não apenas fortaleceu a compreensão dos procedimentos de coleta de evidências e análise forense, mas também os preparou para enfrentar desafios reais encontrados durante uma investigação.

A experiência de visitar a cena do crime permitiu aos estudantes desenvolver habilidades críticas, como observação detalhada e comparação entre o material escrito com o ambiente real. Além de todos os conhecimentos teóricos e práticos que uma investigação proporciona para os estudantes, também pode ser destacada a preparação e o despertar de maneira mais abrangente para suas futuras carreiras profissionais na área da justiça criminal, conforme falas dos alunos 3 e 4, durante a imersão.

Eu sempre quis ser uma perita criminal, entrando assim na cena do crime eu estou me sentindo uma perita de verdade, tenho certeza que é isso que eu quero para o meu futuro, estou muito feliz (Aluno 3).

Comparando ao crime digitado, a cena do crime ficou muito real, muitos detalhes que nas leituras não conseguimos imaginar, eu consegui perceber o saquinho com o pó branco jogado no lixo ao lado da mesinha de escrivaninha (aluno 4).

Portanto, a imersão como estratégia é a oportunidade de criar uma atmosfera de aprendizado contínuo, onde os alunos têm mais tempo para se concentrar no assunto específico sem interrupções externas. Isso permite a absorção mais profunda do conhecimento, facilitando a conexão de ideias, o desenvolvimento do pensamento crítico, a aplicação prática dos conceitos aprendidos e o despertar pela área profissional forense e investigativa (Santos, 2020).

Observamos que a imersão em cenas de crime não apenas serve como um espaço de análise, mas também desperta interesse dos estudantes pela ciência forense. Isso tem um impacto significativo na vida dos adolescentes, favorecendo uma visão clara de futuro e estimulando o interesse por suas futuras carreiras profissionais.

As hipóteses formuladas pelos estudantes após a imersão forneceram a base para a elaboração da proposta de elucidação criminal, que foram apresentadas na aula 8.

Aula 8 Elaboração da proposta elucidativa

Após a imersão na cena do crime, os estudantes escolheram uma hipótese para explicar o assassinato da vítima Alex. Esse processo envolveu uma discussão em grupo e foi selecionada a hipótese mais consistente com os dados disponíveis. Cada grupo construiu uma proposta elucidativa criminal, descrevendo de forma minuciosa o que aconteceu na cena do crime, incluindo a posição dos corpos, o cenário e a sequência dos eventos.

Nesse contexto, a imersão proporcionou a oportunidade de criar uma atmosfera de aprendizado contínuo, onde os alunos têm mais tempo para se concentrar no assunto específico sem interrupções externas. Isso permitiu a absorção mais profunda do conhecimento, facilitando a conexão de ideias, o desenvolvimento do pensamento crítico e a aplicação prática dos conceitos aprendidos (Santos, 2020).

Na elaboração da proposta, os estudantes utilizaram o raciocínio lógico para sustentar suas hipóteses. Eles precisaram criar uma linha do tempo dos eventos e corrigir os dados obtidos, com a hipótese escolhida. O objetivo era não apenas descrever os acontecimentos, mas também identificar o suspeito com base nas evidências e desenvolver um raciocínio lógico com argumentos convincentes.

A apresentação das propostas exigiu que os grupos fossem claros e coerentes na sua argumentação, demonstrando como a hipótese se encaixava nas evidências coletadas. Cada grupo teve que sustentar sua hipótese com provas concretas e refutar possíveis contra-argumentos. Ao final, as propostas foram discutidas, e o feedback recebido ajudou os estudantes a aprimorar suas habilidades de análise crítica e comunicação. Essa observação é confirmada pela fala dos estudantes, a seguir:

Jobert e Natália eram amantes e estavam em um “relacionamento”, porém Natália tinha medo de Alex, pelo fato dele ser bem forte e rico. Daí, Natália pediu ajuda a Jobert para matar Alex a sangue frio. Eles criaram um plano e não aconteceu como planejado... Primeiro a Natália colocaria “boa noite cinderela” e paracetamol vencido na creatina, logo após ela levaria café, torradas e a “creatina” para o Alex em seu laboratório (Aluno 3).

Pela manhã, o corpo de Alex Karev foi encontrado sem vida, O principal suspeito é Jobert Fielder, pois foram encontrados vestígios de que ele poderia ter sido a pessoa que matou o Professor Alex. Primeiro por ter ido à cena do crime e segundo por ele querer receber o mérito da pesquisa. Em suas mãos havia marcas de queimadura, que provavelmente é queimadura decorrente ao disparo de arma de fogo (Aluna 10).

A fala dos estudantes durante a discussão e maturação da proposta elucidativa foi importante para que elaborassem os argumentos necessários para defender suas hipóteses e mostrar a partir de suas linhas de raciocínios que o suspeito foi de fato o acusado pela morte do professor Alex Karev. Essa exposição será descrita no item a seguir.

5.4 Resultados da Etapa 4 – Exposição das propostas elucidativas

Essa etapa foi composta por 2 aulas geminadas contendo 50 minutos cada uma delas, referente às aulas de número 9 e 10. Os grupos apresentaram suas propostas de elucidação criminal de forma que não ultrapassem 15 minutos cada um. A apresentação foi de acordo com a ordem crescente de numeração de cada grupo, iniciando com o grupo 1 e encerrando com o grupo 6, embora apenas dois grupos os resultados apresentados por

dois grupos tenham sido utilizados para esta dissertação, todos os grupos apresentaram suas propostas.

Vale ressaltar que, nos resultados descritos neste tópico aparecerão apenas as propostas dos dois grupos selecionados previamente. O intuito dessa etapa não foi somente encontrar o culpado pelo assassinato do professor e pesquisador Alex Karev, mas também analisar a organização da linha de raciocínio lógico, do desenvolvimento do pensamento crítico, e da interação e argumentação no momento da exposição das propostas a partir das informações fornecidas. Considerando que o crime possuía quatro possíveis suspeitos, os “estudantes investigadores identificaram o criminoso pelo nome de acordo com suas deduções”.

Aula 09/10 - Exposição das propostas elucidativas

Na investigação de crimes, o lugar onde tudo aconteceu é muito importante, pois é onde pode se encontrar os vestígios que fazem toda a diferença na investigação e elucidação do crime. Os grupos entraram na cena previamente elaborada pelo pesquisador, com suas ideias sobre o que poderia ter acontecido e com suas propostas para resolver o caso. Os grupos se atentaram a observar cada detalhe da cena, sendo estes utilizados posteriormente para comprovar ou não suas hipóteses e assim, resolver o crime. Vale destacar que durante a imersão, os estudantes trabalharam de forma colaborativa para validar a proposta do grupo e assim resolver o mistério. A partir destas discussões, o grupo 1 trouxe a seguinte proposta para a elucidação do crime:

Pelas razões de fato e fundamento:

Baseado em análises dos vestígios encontrados na cena do crime utilizando a técnica da Papiloscopia e a técnica de análise de entorpecente, a equipe pericial acusa Natália França, esposa da vítima, por ter colocado paracetamol macerado, (que dependendo da quantidade presente no sangue, os sintomas variam desde vômito, dores abdominais, insuficiência hepática e morte), no lugar da creatina da vítima; e ter colocado o flunitrazepam - Rohypnol (um benzodiazepínico conhecido como boa noite, cinderela) no café contido na garrafa para dopar seu esposo.

Entenda por que Natália fez isso: No dia anterior a morte de Alex, Natália viu que ele havia deixado o computador plugado na tomada e uma página do Word aberta com um documento digitado solicitando a remoção do nome de Cláudio da pesquisa. Como Natalia sempre se encontrava com seu amante no laboratório da vítima, o aluno Joberth havia desconfiado da traição, daí ela juntou os pontos e achou por bem retirar Joberth da jogada para que ele não abrisse o jogo com Alex.

Na tentativa de Alex adormecer, Natália levou um café com entorpecente e paracetamol no lugar da creatina, e as torradas, ele ingeriu a creatina e minutos depois

tomou um pouco do café contendo “Boa noite Cinderela”, que segundos depois ficou desacordado por efeito do remédio, dando tempo para Natália trocar os nomes no documento e enviar ao comitê de liberação, que por ser em dia de semana, estaria em funcionamento.

Nesse meio tempo, Joberth chegou ao laboratório para entregar os últimos resultados da pesquisa antes de torna-la pública, viu que tava tudo em silêncio e dirigiu-se para o escritório de seu patrão, no escritório ele encontrou Natália muito nervosa e seu patrão desmaiado, imediatamente foi verificar se tinha pulso e viu que não, tentou reanimá-lo de todo jeito, e de tanto balançar ele acabou arranhando e removendo pele dele, mesmo assim não conseguiu reanimá-lo e começou a interrogar Nathalia sobre o que ela havia feito os dois começaram a discutir e Judith que já se encontrava trabalhando foi atraída até o local pelos gritos. Joberth no intuito de defender seu patrão e fazer Natalia pagar pelo que fez, pegou o revólver para atirar em Nathalia, mas quando foi atirar, Judith dá uma tapa na mão dele na tentativa de evitar uma tragédia e a bala pega de raspão em Alex que já estava caído ao solo sem vida, ficando a digital de Judith na arma, e com o nervosismo e a briga, como ele ingeriu também o paracetamol macerado, acaba tendo um ataque cardíaco e chega a falecer.

Se Joberth não chegasse ao laboratório e encontrasse Nathalia no local, ele seria o principal suspeito pois era o nome dele que seria encontrado no documento aberto no computador e seria Joberth a última pessoa a entrar no laboratório, tendo total ligação com o crime, pois ele iria criar provas contra ele, porém foi encontrado em longa escala na cena do crime, as impressões digitais de Natália. Cujo fato, Natália é a acusada pela morte de seu esposo Alex Karev.

Técnicas usadas:

- Técnica da Papiloscopia (Coleta de digitais);
- Análise de entorpecente.

Uma evidência (uma amostra do pó branco no lugar da creatina e uma mostra do café) foi submetida à análises, e acabou evidenciando o envolvimento e a culpa de Natália França, esposa da vítima como responsável pela morte do mesmo (GRUPO 01)

Segundo análise da proposta do grupo 1, o texto descreve um caso complexo envolvendo a morte de Alex Karev, tendo Natália França como principal suspeita. A narrativa detalha os procedimentos periciais, as evidências encontradas e os eventos que levaram à acusação de Natália. O texto utiliza a técnica da Papiloscopia e análise de entorpecentes para embasar a acusação, enquanto considera a dinâmica entre os personagens envolvidos.

O pensamento crítico dos estudantes na resolução deste caso é evidente na escolha e aplicação das técnicas forenses, na análise detalhada das evidências, na consideração das motivações e contexto, e na formulação de uma conclusão baseada em uma argumentação lógica. Esse nível de análise demonstra uma abordagem sistemática e reflexiva, essencial para a resolução de casos complexos, de forma a garantir precisão e justiça na conclusão.

A argumentação foi fundamental na resolução do crime ao fornecer uma estrutura lógica para conectar evidências e conclusões. A argumentação

ajudou a desenvolver uma linha de raciocínio coerente, organizando as evidências e as ações dos envolvidos de forma que fizesse sentido no contexto da investigação. Ao estabelecer que Natália usou paracetamol e flunitrazepam para envenenar a vítima, foi possível observar a relevância dessas substâncias para o caso, ajudando o grupo a construir um caso claro e organizado.

Além disso, a argumentação foi crucial para integrar diferentes tipos de evidências, como impressões digitais e análises de substâncias. A presença de impressões digitais de Natália em itens importantes e o uso de substâncias tóxicas foram argumentos centrais que a vincularam ao crime. Isso ajudou a estabelecer uma relação causal clara entre suas ações e o resultado final, demonstrando como a administração das substâncias levou à morte de Alex.

Ao formular e justificar a conclusão de que Natália era a principal suspeita, a argumentação forneceu uma base sólida para essa conclusão. As evidências coletadas e analisadas foram usadas para construir uma narrativa convincente que associava Natália ao crime, resolvendo ambiguidades e esclarecendo sua responsabilidade.

A argumentação também foi importante na análise das motivações pessoais de Natália, ajudando a entender por que ela cometeu o crime. A explicação de que ela queria proteger seu amante e ocultar sua traição forneceu o contexto necessário para compreender suas ações. A consideração das motivações ajudou a formar uma narrativa coesa sobre como e por que o crime foi cometido.

Por fim, a argumentação favoreceu um raciocínio lógico bem estruturado e facilitou a apresentação clara e convincente das evidências, ajudando a construir um caso sólido e a comunicar de maneira eficaz a culpabilidade de Natália.

Em resumo, a argumentação e o pensamento crítico levaram o grupo a considerar Natalia França, como responsável pelo crime. Na sequência, será apresentada a proposta elucidativa elaborada pelo grupo 2.

Pelas razões de fato e fundamento

Baseado em análises dos vestígios encontrados na cena do crime utilizando a técnica de exame de DNA e a técnica de análise de entorpecentes, a equipe pericial acusa Jobert Fielder.

Entenda o Caso: Pela manhã, foi encontrado o corpo de Alex Karev, caído ao solo e sem sinais vitais. Alex estava fazendo pesquisas sobre os EFEITOS COLATERAIS DE REMÉDIOS FORA DA VALIDADE. O principal suspeito é Jobert Fielder, pois foram

encontrados vestígios de que ele poderia ter sido a pessoa que matou o Professor Alex. Durante o depoimento de Jobert, o acusado falou que tinha ido ao laboratório para entregar os últimos resultados da pesquisa, depois de um tempo o delegado viu que tinha marcas de queimadura em sua mão direita, quando o perguntou o que tinha acontecido, ele falou que se queimou quando manuseava a panela no fogo, daí ele se queimou. O delegado pediu que fizessem uma análise minuciosa, e quando saiu os resultados viram que eram pele e sangue oculto da vítima entre suas unhas o que prova que ele esteve na cena do crime.

Jobert conta que Alex tinha pedido para ele enviar os resultados por e-mail, mas Alex não tinha visto o e-mail, então ele foi entregar os resultados pessoalmente, ao chegar lá tinha visto que Alex estava desmaiado, ao ver seu professor desmaiado tentou reanimá-lo e suas unhas acabou cortando a pele de Alex deixando assim pequenas camadas de pele e de sangue entre as unhas.

Um fato intrigante é que na mesinha em que Alex estava trabalhando, o seu computador estava ligado, com uma solicitação de apagar o nome de Jobert de sua pesquisa, pois tinha medo que ele a roubasse. Então, quando Jobert chegou ao escritório, Alex ainda estava vivo, porém como ele estava com raiva e indignação pelo documento e falta de consideração do professor, Jobert queria o matar e por ele saber todos os efeitos colaterais de cada remédio e a quantidade que tinha que colocar, ele colocou alguns comprimidos de paracetamol dissolvidos em água e disse a Alex que era sua creatina, Alex ingeriu aquele líquido e minutos depois começou a ficar fraco, nesse espaço de tempo ele digitou o documento colocando o nome de Cláudio no lugar do dele, pois sendo assim, com a morte de Alex e a retirada de cláudio, ele assumiria o mérito pela pesquisa.

Alex tornou, pois os remédios demoram um pouco para fazer efeito e nesse momento ele quis brigar com Jobert que então desferiu um tiro contra o mesmo pegando de raspão, não o matou mais o derrubou dando tempo dos remédios fazerem efeito e assim Jobert se livrar e se vingar de Alex.

Técnicas usadas:

- Teste de DNA – sangue nas unhas e pele;
- Análise química - entorpecente para identificar que pó branco colocado como creatina e foi confirmado ser paracetamol fora do prazo de validade. Sendo assim, o acusado pela morte de Alex Karev é o seu aluno Jobert Fielder (GRUPO 02).

Segundo análise da proposta do grupo 2, percebemos que a argumentação desempenhou um papel crucial na resolução do crime ao organizar e estruturar as evidências de forma lógica e coerente. Através da argumentação, foi possível conectar o exame de DNA e a análise química ao suspeito, Jobert Fielder, esclarecendo como essas evidências apontavam para sua responsabilidade no crime.

Primeiramente, a argumentação facilitou a análise das provas coletadas, como o sangue e a pele encontrados sob as unhas de Jobert, e a confirmação do paracetamol como substância adulterada. Os estudantes usaram suas habilidades de pensamento crítico para interpretar essas evidências, formando uma linha de raciocínio que vinculava diretamente Jobert ao crime. Ao explicar que Jobert administrou paracetamol em Alex, ao invés de creatina, a argumentação ajudou a construir uma narrativa clara e lógica sobre como a vítima foi envenenada e como Jobert estava envolvido.

A análise das motivações pessoais de Jobert, como sua raiva ao ver o documento pedindo a remoção de seu nome e seu desejo de se vingar de Alex,

foi integrada na narrativa para explicar por que ele cometeu o crime. Essa contextualização foi fundamental para entender o comportamento de Jobert e como isso levou à morte de Alex. A explicação de que o sangue e a pele encontrados nas unhas de Jobert foram resultado da tentativa de reanimação de Alex ajudou a esclarecer a presença desses vestígios na cena do crime. Ao abordar e explicar essas questões, a argumentação permitiu que todas as evidências fossem compreendidas corretamente.

Em suma, o pensamento crítico elaborado pelos estudantes e desenvolvido a partir da argumentação, favoreceu a resolução do crime ao organizar e estruturar as evidências, contextualizar as ações e motivações do suspeito e comunicar as conclusões de maneira clara e convincente. Esses aspectos foram essenciais para a construção de um caso completo e fundamentado, levando à acusação de Jobert Fielder pela morte de Alex Karev.

Na análise das propostas elucidativas apresentadas pelos dois grupos de investigação, observamos que ambos identificaram suspeitos distintos. Essa diferença é de suma importância e reflete o impacto das diversas linhas de raciocínio adotadas por cada grupo. Enquanto um grupo pode ter se concentrado em evidências físicas e dados concretos, o outro pode ter analisado a cena do crime e os mínimos detalhes que norteiam os vestígios, resultando em interpretações diferentes dos mesmos elementos probatórios.

Cada linha de raciocínio segue uma abordagem específica que molda a forma como os dados são analisados e integrados, levando a conclusões divergentes. Essa variação na abordagem pode ser atribuída à maneira como cada grupo interpreta e prioriza as evidências disponíveis, demonstrando que a subjetividade no processo investigativo é um fator crucial.

O objetivo principal dessa atividade investigativa não era apenas descobrir quem cometeu o crime e acusá-lo, mas sim construir inicialmente hipóteses e elaborar uma linha de raciocínio lógico que conectava os vestígios encontrados aos suspeitos, o que pôde ser observado nos dois grupos.

Nesse viés podemos perceber que as propostas dos dois grupos foram eficazes e atenderam ao objetivo da atividade investigativa com base em três pontos principais. Primeiro, o objetivo da atividade era construir hipóteses e elaborar uma linha de raciocínio lógica, e não apenas identificar e acusar o criminoso. Segundo, os dois grupos aplicaram esse processo, seguindo o

método de conectar os vestígios aos suspeitos, o que foi claramente observado nas suas propostas.

Por fim, as propostas foram consideradas positivas porque refletem corretamente o objetivo da atividade, demonstrando que os grupos conseguiram desenvolver análises e raciocínios conforme o esperado. Esses pontos mostram que as abordagens dos grupos estavam alinhadas com o propósito da atividade.

Nessa perspectiva, a investigação é empregada na educação com objetivos diversificados, tais como promover anotação e análise de dados, a formulação de hipóteses, além de promover a capacidade de argumentação na resolução dos problemas (Zompero; Laburú, 2011).

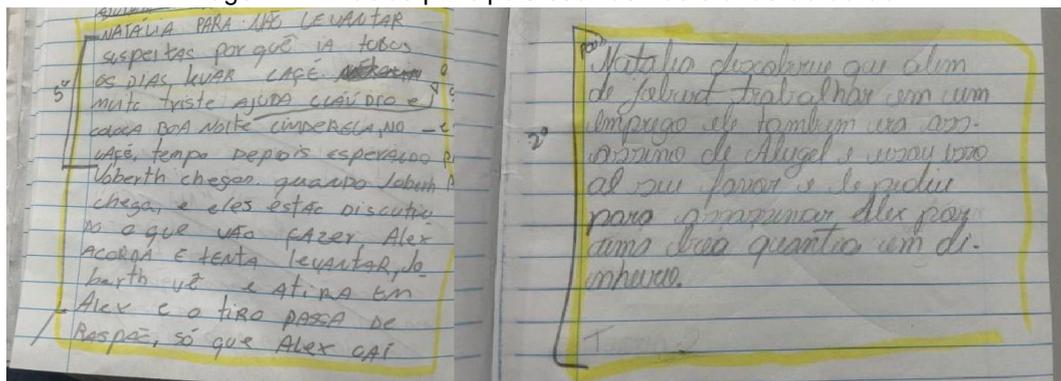
Nesse sentido, é importante compreender que os estudantes conseguiram chegar a uma linha de raciocínio que ligava os vestígios e indicava um suspeito responsável pelo crime. A análise das propostas elucidativas anteriormente citadas foi de suma importância para percebermos a aplicação da proposta, porém é importante frisar que a visão dos estudantes mediante a logística e metodologia da proposta é importante para os possíveis ajustes e replicação da mesma. Na sequência será apresentada a análise dos diários de bordo construídos durante toda a aplicação da atividade.

5.4.1 Análises dos diários de bordo utilizados durante a resolução do crime fictício.

Foram analisados os diários de bordo dos dois grupos que foram selecionados previamente para dar suporte aos resultados dessa pesquisa. Partindo destas análises, foi possível observar em forma e sequência numérica, a linha de raciocínio lógico, o pensamento crítico e a colaboração entre os participantes dos grupos para desenvolver as hipóteses de elucidação criminal antes de emergirem na cena do crime.

O objetivo de usar o diário de bordo foi o de documentar os fatos de forma precisa e organizada. Esse registro detalhado e cronológico ajudou a manter o controle das ações e observações dos investigadores, facilitou a organização das informações e a análise crítica das evidências. Os escritos nos diários de bordo estão expostos na Imagem 44 a seguir:

Imagem 44 – Ideias principais escritas nos diários de bordo



Fonte: Própria (2024)

No âmbito da investigação de um crime, a colaboração entre os estudantes é essencial para descobrir o acusado. Os estudantes trabalharam em equipes e usaram um diário de bordo para anotar suas ideias. Eles dividiram suas contribuições apontando, o que ajudou a organizar suas ideias de maneira lógica. Isso foi fundamental para pensar em possíveis soluções e resolver o mistério. A sequência de ideias do grupo 1 está descrita a seguir:

- 1 – Natália levou uma garrafa de café e o pote de creatina.
- 2 – Natália havia cometido traição.
- 3 – Na garrafa havia boa noite cinderela e no pote de creatina havia paracetamol macerado.
- 4 – Impressões digitais de Nathalia no pote de creatina.
- 5 – A polícia revistou a casa e encontrou medicamentos vencidos, documentos e uma camisa do amante.
- 6 – A relação extraconjugal de Natália pode ter surgido nas idas ao laboratório (GRUPO 1).

Através da estruturação da sequência de ideias abordando as partes importantes da história, torna-se possível a compreensão de que o grupo interagiu buscando solucionar a problemática, listando os pontos principais que ajudaram na compreensão do que talvez tivesse acontecido na cena do crime.

A análise dos diários de bordo dos grupos de investigação revela um padrão claro e consistente no manejo das informações relacionadas aos suspeitos e à cena do crime a partir da estruturação de sequências de ideias. Em diversos trechos dos registros, fica evidente que os grupos dedicaram um esforço considerável para anotar informações relevantes sobre os principais suspeitos e os possíveis motivos para o crime. Essa afirmação pode ser comprovada pela hipótese inicial do grupo 1:

Natalia estava traindo Alex com Cláudio que era o técnico de laboratório de seu marido, porém, Natália tinha muito medo de Alex descobrir, pois se Alex descobrisse mandava matar

Cláudio por tamanha traição, no dia que Natália viu a solicitação de remoção do nome de Cláudio, dopou seu marido e substituiu o nome de Cláudio pelo de Joberth que havia descoberto a traição (Grupo 1).

Portanto, a estruturação da sequência de ideias ajudou os grupos a elaborarem suas hipóteses, o que promoveu habilidades de pensamento crítico, raciocínio lógico e trabalho em equipe, enquanto possibilitou uma experiência prática e envolvente de resolução de problemas.

A estruturação das partes principais da história permite compreender que o grupo trabalhou de forma colaborativa para solucionar a problemática. Eles identificaram e destacaram os postos-chaves, o que facilitou a interpretação dos eventos que provavelmente ocorreram na cena do crime, conforme descrito no texto abaixo.

1 - Natália e Cláudio são amantes e decidiram matar Alex para ficarem juntos e contrataram Joberth para assassiná-lo. Pois, Natália descobriu que além de Joberth trabalhar em um emprego, ele também era matador de aluguel e usou isso ao seu favor e lhe pediu para assassinar Alex por uma boa quantia em dinheiro.

2 - Claudio estava fazendo a cabeça de Alex para tirar Joberth da pesquisa, pois Cláudio sabia que Joberth descobriu que Natália traiu Alex com ele.

3 – Natália para não levantar suspeitas porque ia todos os dias levar o café da manhã, muito triste, ajuda Cláudio e coloca boa noite cinderela no café.

4 – Tempo depois esperando Joberth chega e eles estão discutindo o que vão fazer, Alex acorda e tenta levantar, Joberth vê e atira em Alex e o tiro passa de raspão, só que Alex cai (GRUPO 2).

A sequência apresentada demonstra como a organização dos fatos ajudou o grupo a pensar criticamente. Essa estrutura facilitou a análise das relações entre os suspeitos, à cena do crime e suas respectivas posturas, permitindo uma compreensão mais aprofundada do ocorrido.

A análise dos diários de bordo elaborados pelos estudantes revelou que eles compreenderam bem a proposta da atividade. Foi possível observar que os grupos identificaram adequadamente os vestígios principais baseados em suas hipóteses e selecionaram as técnicas corretas para analisar cada um deles. Essa abordagem não só demonstra a compreensão dos alunos sobre os

conceitos discutidos, mas também evidencia a eficácia das metodologias utilizadas no processo de aprendizado.

A análise do ponto de vista dos estudantes referente à utilização dessa metodologia nas aulas de ciência está descrita nos resultados dados ao questionário em escala de Likert que serão descritos no tópico seguinte:

5.5 Resultados da Etapa 5 – Aplicação de um questionário de avaliação da atividade.

Uma semana após a realização das atividades investigativas/imersivas, foi aplicado questionário (modelo de Likert) composto por nove perguntas fechadas, que possibilitou identificar o grau de satisfação dos estudantes acerca da aprendizagem colaborativa a partir do trabalho em uma equipe diferente de seu grupo de costume.

Aula 11 - Questionário

Nessa aula, composta por 50 minutos, os estudantes receberam um questionário objetivo em escala de Likert para medir o grau de satisfação referente à metodologia utilizada, o grupo ao qual foi inserido e sua contribuição para a resolução criminal. Assim, os 10 estudantes que participaram da atividade responderam individualmente as questões contidas nesse questionário. Para uma melhor organização, na sequência, serão apresentadas as perguntas em ordem numérica crescente e o referido resultado para cada uma das questões. A apresentação e as afirmações serão descritas a seguir:

Prezado (a) estudante, espero contar com sua colaboração quanto ao preenchimento deste questionário, que tem como objetivo analisar sua percepção acerca da aprendizagem colaborativa e da argumentação baseado na atividade de caráter investigativo e assim, contribuir para pesquisa do meu projeto de dissertação. Assuma a seguinte nomenclatura para a escala numérica de 1 a 5, tendo como sequência:

1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Indiferente; 4- Concordo e 5- Concordo totalmente

As afirmações estão em ordem numérica seguidas das referidas respostas dadas pelos 10 estudantes para cada uma delas e estão descritas a seguir:

Afirmção 1. Estou satisfeito com o grupo ao qual estou inserido na execução da atividade.

Essa afirmação obteve respostas satisfatórias e convincentes onde 80% dos estudantes concordaram totalmente, e 20% responderam que concordam. A partir de uma análise reflexiva sobre os diversos pontos de vista e experiências compartilhadas durante a execução da atividade investigativa, percebe-se que todas as respostas foram positivas, indicando que os estudantes estavam satisfeitos com os grupos ao qual estavam inseridos, o que é bastante encorajador e colaborativo.

Grupos colaborativos valorizam a participação individual, respeitando o tempo e a segurança de cada um, proporcionando uma nova perspectiva da aprendizagem. Essas práticas não apenas constroem conhecimento teórico, mas também proporcionam novas experiências, modificando a dinâmica tradicional da sala de aula, onde o professor passa a mediar e facilitar as discussões entre os grupos (Pietruchinski, 2016).

Afirmção 2. Houve uma boa interação entre os estudantes do meu grupo.

Essa afirmação obteve as seguintes respostas: 90% dos estudantes concordaram totalmente, e 10% dos estudantes apenas concordaram. Analisando as respostas dadas a este item, podemos compreender que a interação entre os estudantes do grupo foi um aspecto crucial para o sucesso da atividade investigativa. Uma boa interação geralmente promove um ambiente de colaboração, troca de ideias e apoio mútuo que pode resultar na melhoria da aprendizagem.

A interação é essencial para a aprendizagem colaborativa e está conectada com o sucesso desse tipo de aprendizado. Interação significa a comunicação e troca de informações entre pessoas, enquanto a aprendizagem colaborativa é quando os alunos trabalham juntos para atingir metas, resolver problemas ou criar algo. Portanto, a interação é uma parte fundamental da aprendizagem colaborativa. Ela permite a troca de ideias, fornece feedback e ajuda a desenvolver habilidades sociais e cognitivas, tornando o processo de aprendizado mais rico e eficaz.

A aprendizagem colaborativa tem como principal vantagem a troca de experiências e a expansão do conhecimento, porém, esses não são os únicos

benefícios que esta metodologia proporciona aos estudantes. Outros benefícios que são provindos desta metodologia como o desenvolvimento do trabalho em equipe; aprimoramento da comunicação; ajuda na criatividade e na resolução de problemas que somados facilitam o processo de ensino-aprendizagem (Câmara *et al.*, 2014).

Dentre os diversos benefícios e vantagens provindos da aprendizagem colaborativa, como o desenvolvimento do trabalho em equipe, aprimoramento da comunicação e o senso crítico foram observados nas discussões feitas durante a aplicação da atividade.

Afirmção 3. Estou ciente que todos os membros do meu grupo colaboraram na resolução da problemática.

Baseado na análise das respostas dadas a este item, todos os estudantes concordam que houve uma colaboração na resolução da problemática e é inspirador ver que todos os membros do grupo reconhecem e valorizam o ponto de vista dos colegas para que juntos cheguem à resolução da problemática.

Silva (2017), destaca ainda que nas atividades em grupo, os estudantes desenvolvem uma maior relação entre si e conseguem compreender alguns conceitos através da partilha dos diferentes pontos de vista para chegarem a um consenso, resolvendo a problemática de uma maneira coerente, o que caracteriza a aprendizagem colaborativa.

Afirmção 4. A interação com estudantes que não são do meu grupo de costume contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio lógico.

Neste caso, 100% dos estudantes concordaram que foi importante trabalhar com colegas que não são tão próximos. O que nos leva a perceber a importância de distribuir estudantes em grupos aleatórios para que aprendam de forma interativa. Essa prática promove uma compreensão ampla e diversificada, enriquecendo a experiência educacional a partir de uma atividade investigativa que os estimule e os tire da sua zona de conforto (Stodd, 2016).

Afirmção 5. A interação com estudantes que não são do meu grupo possibilitou novas amizades.

A partir das respostas dadas a este item, 70% dos estudantes concordaram que a amizade surgiu com a interação entre os estudantes que diferem dos seus grupos de costume. Isso porque, os estudantes aprendem

por meio da colaboração e interação entre eles e isso possibilita uma maior aproximação, podendo desenvolver amizades.

A interação entre os membros do grupo não necessariamente pode favorecer a formação de amizades como abordado nessa questão, porém para que uma amizade seja estabelecida se faz necessária uma boa interação entre as pessoas envolvidas, pois segundo Vygotsky (1998), o homem é um ser social que aprende por meio da interação com outras pessoas, ou seja, a interação social é essencial para o desenvolvimento cognitivo e comportamental dos indivíduos o que pode estabelecer relações de amizades concretas (Graça, 2016).

Afirmção 6. Houve troca de conhecimentos no momento em que discutiam os pontos importantes que facilitam o processo de construção da elucidação criminal.

Essa afirmação obteve as seguintes respostas: 80% dos estudantes concordaram totalmente, 10% estudante apenas concordou, 10% dos estudantes acharam indiferente. O objetivo deste item era verificar se houve troca de conhecimento entre os membros dos grupos e se essa partilha contribuiu para a construção da hipótese elucidativa. As respostas obtidas estão alinhadas com o esperado, porém para 10% dos estudantes participantes da pesquisa, foi indiferente a troca de conhecimento no momento de resolução.

Nessa perspectiva, percebemos que 90% dos estudantes concordaram que houve uma troca de conhecimento no momento de resolução da problemática, isso nos faz pensar que estes contribuíram e concordaram que a partilha ajudou para a elaboração da proposta elucidativa.

Por outro lado, houve 10% dos estudantes que achou indiferente a troca de conhecimento para a resolução da problemática, isso nos faz refletir sobre dois vieses, primeiro que para eles havendo ou não troca de conhecimento para estes seria indiferente, pois com ou sem a troca de conhecimento conseguiriam resolver a problemática em questão e segundo que para eles se tornou indiferente, pois havendo ou não troca de conhecimento, os mesmos não iriam contribuir para a resolução da problemática.

Na aprendizagem colaborativa, as pessoas envolvidas no processo aprendem juntas, havendo o compartilhamento de conhecimento, a fim de desenvolver a aprendizagem (Câmara *et al.*, 2014).

Afirmção 7. A interação e construção da proposta elucidativa seriam melhores se o grupo fosse composto por estudantes que são mais próximos.

Neste caso, 40% dos estudantes discordam totalmente, 40% dos estudantes apenas discordaram, e 20% dos estudantes acharam indiferentes. As respostas dadas a essa afirmação comprovam que para 80% dos estudantes o agrupamento foi positivo, porém, para 20% dos estudantes foi indiferente e isso nos faz refletir sobre a participação desses estudantes na resolução da problemática, pois se para eles é algo indiferente e na questão 03 todos concordam que colaboraram nos faz refletir que para estes, estando em seus grupos de origem ou não eles iriam colaborar da mesma forma.

Na aprendizagem colaborativa, a interação com pessoas distintas é fundamental para enriquecer um processo de construção de conhecimento de modo social. Essa diversidade de perspectivas e experiências permite uma troca mais rica de ideias, promovendo um entendimento mais abrangente e profundo sobre a temática em questão (Torres *et al.*, 2014). Na sequência será apresentada a questão 08 e suas respectivas respostas:

Afirmção 8. Estou satisfeito pela organização do meu grupo.

Analisando as respostas dadas a essa afirmação, 60% dos estudantes estavam satisfeitos com a logística de organização de seus grupos e, com isso, podemos perceber que houve uma boa interação na organização de ideias e contribuindo assim para a resolução criminal.

Por outro lado, houve 40% dos estudantes que discordaram da organização, isso nos faz refletir que talvez esses estudantes não se adaptaram ao grupo ao qual foram inseridos ou acharam que a organização poderia ter sido melhor. Porém não nos faz pensar que estes não contribuíram para a resolução, pois no item seguinte todos os estudantes concordaram que contribuíram de alguma forma na resolução da problemática.

Além dos aspectos relacionados aos procedimentos como observação, manipulação de materiais de laboratório e experimentação, é importante destacar que a organização se torna indispensável nas atividades investigativas (Sasseron, 2015).

Afirmção 9. Estou satisfeito com minha contribuição na resolução da problemática.

Esse item nos traz uma visão geral de como foi a organização por parte dos estudantes. Com base nos dados obtidos nessa afirmação, observamos que 100% dos estudantes estão satisfeitos com a forma que contribuíram para resolução da problemática trazendo suas vivências, seus conhecimentos prévios e seus pontos de vistas, percebemos também que a participação pode ser em grande, média ou pequena escala, o importante é que os estudantes conversem entre si e cheguem a uma conclusão a partir dos pontos de vista de todos os envolvidos na atividade.

Nesse contexto, é importante destacar que, para que os estudantes desempenhem um papel eficaz na resolução de problemas trazendo suas contribuições de forma positiva, a atividade investigativa deve ser intensa e desafiadora, demandando um alto nível de comprometimento por parte deles. É crucial que o ambiente de aprendizagem seja imersivo, estimulante e motivador, garantindo que os participantes se envolvam plenamente. Dessa forma, eles poderão participar de maneira efetiva e aproveitar ao máximo os benefícios da abordagem proposta (Alves, 2022).

Baseando-se nas teorias do construtivismo de Jean Piaget e Lev Vygotsky, pode-se afirmar que o aprendizado se torna mais significativo quando os alunos estão ativamente envolvidos na construção do conhecimento. A atividade investigativa permite que os alunos se engajem diretamente com o conteúdo, formulando hipóteses, coletando e analisando dados, o que facilita a assimilação e compreensão dos conceitos aplicados.

A atividade investigativa proporcionou uma compreensão prática e detalhada dos processos forenses, enquanto a imersão na cena do crime ofereceu uma experiência realista e envolvente. Além de consolidar o conhecimento técnico, essas práticas estimularam a colaboração, a comunicação e o pensamento crítico entre os estudantes, enriquecendo sua formação e preparando-os para desafios futuros tanto na área investigativa quanto em contextos que exigem habilidades interpessoais e emocionais.

Em resumo, a metodologia empregada mostrou-se ampla e transformadora, promovendo um impacto positivo significativo no desenvolvimento acadêmico e pessoal dos alunos. Esta abordagem integrada

não só aprofundou a compreensão dos conceitos pelos estudantes, mas também aprimorou suas habilidades práticas e analíticas, preparando-os de forma mais eficaz para enfrentar desafios reais presentes em seu cotidiano e situações pessoais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de integrar a química forense ao processo educacional revelou-se extremamente eficaz no engajamento e desenvolvimento dos alunos. A abordagem adotada, que envolveu a imersão em um cenário de investigação criminal fictícia, permitiu que os alunos aplicassem conhecimentos teóricos de maneira prática e significativa. A estrutura das atividades, organizada em etapas bem definidas, facilitou o entendimento e a aplicação das técnicas forenses, promovendo um aprendizado mais profundo e contextualizado.

Inicialmente, a introdução da química forense despertou um forte interesse nos alunos, alinhando o conteúdo com questões reais e pertinentes à sociedade. A metodologia aplicada, que incluiu aulas expositivas, práticas e a análise de uma cena de crime simulada, foi eficaz para capturar a atenção dos alunos e incentivá-los a explorar o tema com maior entusiasmo. As atividades práticas, como a coleta de digitais e a análise dos vestígios, permitiram aos alunos vivenciar diretamente os conceitos estudados, fortalecendo sua compreensão e habilidades analíticas.

O processo de trabalho colaborativo, evidenciado através dos diários de bordo e das propostas de elucidação criminal, demonstrou que os alunos conseguiram aplicar o pensamento crítico e a argumentação de forma eficiente. A discussão e pesquisa em grupo ajudaram na formulação de hipóteses e na construção de uma linha de raciocínio lógica e coerente para a resolução do crime fictício. A análise das respostas dos questionários revelou que os alunos valorizaram a metodologia utilizada e perceberam um crescimento significativo em suas habilidades colaborativas e de resolução de problemas.

Além disso, a atividade permitiu identificar e superar desafios na construção do raciocínio lógico e na aplicação dos conhecimentos, ao mesmo tempo em que fomentou uma compreensão mais aprofundada do crime. A abordagem investigativa não só facilitou a aprendizagem de conceitos complexos, mas também preparou os alunos para enfrentar problemas de maneira crítica e colaborativa.

Por estas razões, pode-se dizer que a utilização da atividade imersiva como uma metodologia de ensino e aprendizagem mostrou-se uma estratégia

eficaz para aumentar o engajamento dos alunos e promover uma compreensão mais rica dos conteúdos, dispensando o uso de laboratório de análise completo e sofisticado. A combinação de teoria com prática, aliada ao trabalho colaborativo, resultou em um ambiente de aprendizado estimulante, colaborativo e produtivo, através do desenvolvimento de um pensamento crítico, destacando a importância de metodologias inovadoras e práticas no ensino de ciência.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, G. RIBEIRO, R.T.S. AZEVEDO FILHO, W. S. **Ciências forenses ao alcance de todos**. São Paulo:Perse,2017.
- ALVES, Elisa Celli Durán Y et al.. **Metodologias imersivas como ferramentas para o ensino aprendizagem no ensino de biologia**. Anais VIII CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2022. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/89497>>. Acesso em: 04/01/2024 11:32
- AMORIM, Silésia Silva. Reações **Químicas: verificando as concepções prévias e a evolução conceitual**. 59f. Monografia (licenciatura em química) – universidade federal de minas gerais, instituto de ciências exatas, Belo Horizonte, 2010.
- ANDRADE, Maria Gorete de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 10. Ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- ARAÚJO, W.J. ;LOPES,R.P.;OLIVEIRA FILHO, D.; BARROS, P.M.M.; OLIVEIRA,R.A. **Aprendizagem por problemas no ensino de Engenharia**. Revista Docência no Ensino Superior, v. 6, n. 1, p. 57-90, 2016.
- AZEVEDO, L. E. S. Marcelino, V. S. **Ensino tradicional ou por investigação: percepção de professores acerca de sua prática**. Instituto Federal Fluminense, Brasil. **Revista Olhar de Professor**, vol. 21, núm. 1, 2018. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/13562/209209210948>
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula**. In CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa à Prática. São Paulo: Cengage Learning, p. 19 - 33, 2010.
- BEVILACQUA, G. D.; SILVA, R. C. **O ensino de Ciências na 5ª série através da experimentação**. Ciências & Cognição, v. 10, p. 84-92, 2007.
- BORGES, R. C. P. **Formação de formadores para o ensino de ciências baseado em investigação**. 2010. 257 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação: Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Proposta preliminar** - 1ª versão, 2ª versão revista e 3ª versão. Brasília. MEC, 2015, 2016, 2017.

BRASIL. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Brasília, v. 2, p. 1-140, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_intemet.pdd. Acesso em: 22. Set. 2022.

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

CÁMARA, Luis Miguel Serrano; VELASCO, Maximiliano Paredes; ALCOVER, Carlos-María; ITURBIDE, J. Ángel Velázquez. **An evaluation of students' motivation in computer-supported collaborative learning of programming concepts**. *Journal Computers in Human Behavior*, Vol.31, p.499-508, 2014.

CARVALHO, A. M. P. de. In: (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 02-10.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. **Sequências de Ensino Investigativas – SEI: o que os alunos aprendem?** In: TAUCHEN, G.; SILVA, J. A. da. (Org.). *Educação em Ciências: epistemologias, princípios e ações educativas*. Curitiba: CRV, 2012.

CARVALHO, A.M. P. (2018). **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. 18(3), 765–94. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>

CHAVES, Amável Ornelas. **Reações químicas e o cotidiano: os alunos fazem essa relação?**. 46f. Monografia (especialização em ensino de ciências) – Faculdade de educação, universidade de minas gerais, Belo Horizonte, 2007.

CROXTON, R. et al. **Variation in amino acid and lipid composition of latent fingerprints**. *Forensic Science International* 199, 93-102. Elsevier, 2010.

DALUZ, H. M. **Fundamentals of fingerprint analysis**. CRC Press, 2014. ISBN 1466597976.

DANTAS, M. V. B. **Visão dos PIBIDIANOS de uma Instituição de Ensino Superior Acerca do Papel da Experimentação no Ensino de Química**. 2014. 46 f. Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/8288/1/PDF%20->

%20M%c3%a1rcia%20Valente%20de%20Brito%20Dantas.pdf. Acesso em: 28 set. 2022.

DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. **Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa.** In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Orgs.). *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41.

ERICKSON, F. F., **Qualitative methods in research on teaching**. 1986.

ESTEVAM, Paloma. **Experiência de aprendizado imersivo: saiba como trabalhá-la em sala de aula.** Rubeus, 2023. Disponível em: <https://rubeus.com.br/blog/experiencia-de-aprendizado-imersivo/> Acesso em: 04/01/2024 11:45

FACHONE, P; VELHO, L. **Ciência Forense: interseção justiça, ciência e tecnologia.** Revista Tecnologia e Sociedade, v. 3, n. 4, p. 139-161, 2007.

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

FERNANDES, D. **Pesquisa de percepções e práticas de avaliação no ensino universitário português.** Estudos em Avaliação Educacional, v. 26, n. 63, p. 596- 629 set./dez. 2015.

FERREIRA et al., **Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada.** Química Nova na Escola. v. 32, n. 2. P. 101-106, 2010. Disponível em: http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc32_2/08PE5207.pdf Acesso em: 25 Set. 2022.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R; DE OLIVEIRA, R. C. **Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada.** Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FRANCISCO, W. **Casos investigativos e a relação com o saber: estreitando laços no ensino de química em nível superior.** 2015. 152 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

FRANCO, L. G., & Munford, D. (2018). **Investigando interações discursivas em aulas de ciências: Um “olhar sensível ao contexto” sobre a pesquisa em educação em ciências.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 18(1), 125–151. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018181125>

GARCIA, R. M. C. **Política de educação especial na perspectiva inclusiva e a formação docente no Brasil**. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 18, n. 52, p. 101-119, jan./mar. 2013.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de vygotsky**. Investigações em ensino de ciências, v. 10, n. 2, p. 227-254. 2005.

GIBIN, G. B. **Atividades experimentais Investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos**. 2013. 240 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2013. Disponível em: Acesso em: 08 nov. 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo; Atlas 2019.

GOIS, C. **A Experimentação e o Ensino de Ciências: Diferentes Abordagens nas Aulas de Química**. 2014. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão- Se, 2014. Disponível em:<https://scholar.google.com.br/scholar?cluster=16157750541394720378&hl=ptBR&as_sdt=0,5> . Acesso em: 03 Out. 2022.

GRAÇA, R.M.S.T (2016). **A aprendizagem colaborativa no contexto do ensino-aprendizagem de português e língua estrangeira**. Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Português Língua Segunda /Língua Estrangeira orientada pela Professora Doutora Ângela Carvalho Faculdade de Letras da Universidade do Porto Junho de 2016

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa**. Química Nova na Escola vol. 31, n.03, São Paulo, 2009.

GUISASOLA, J. et al. **Designing and Evaluating research-based instructional sequences for introducing magnetic fields**. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 7, n. 4, p. 699-722, 2009.

KRASILCHIK, MYRIAM. **REFORMAS E REALIDADE: o caso do ensino das ciências**, São Paulo Perspec. Volume 14, MARÇO 2000

LEITE, V.S. et al. **Uso das técnicas de biologia molecular na genética forense**. 2013. Dissertação de Mestrado em Perícias Forenses na Faculdade de Odontologia da Universidade de Pernambuco (FOP-UPE). Camaragibe (PE): 2013.

LIMA, M. S. S. **APRENDIZAGEM COLABORATIVA COM APOIO COMPUTACIONAL: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL.** [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2015.

LOPES, Alice Ribeiro Cassimiro. **Reações Químicas: fenômenos, transformações e representações.** Química nova na escola, n.2, p. 7-9, nov. 1995.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisas.** 8. Ed. São Paulo; Atlas, 2017.

MARTINS, C.R. **A lei 12.654/2012 em face da Constituição da República de 1988.** 2013. Tese de Monografia do curso de bacharelado em Direito pela Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais/FAJS do Centro Universitário de Brasília – UNICEUB. Brasília, 2013.

MILESKI, T. C. **Aplicação de corantes benzazólicos fluorescentes por ESIPT para a revelação de manchas de sangue em cenas de crime e a síntese do luminol.** 2016.

MONTEIRO, I. V. D. P. "Vestígios hemáticos no local de crime-Sua importância médico-legal". 2011.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em ensino,** Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011.

MOTA, L.; DI VITTA, P. B. **Química forense: utilizando métodos analíticos em favor do poder judiciário.** Rev. Acad. Oswaldo Cruz, v. 1, 2014.

NASCIMENTO, F. **Pressupostos para a formação crítico-reflexiva de professores de ciências na sociedade do conhecimento.** In: MIZUKAMI, M. G.. N. e REALI, A. M. M. R. (orgs.). Teorização de práticas pedagógicas: escola, universidade, pesquisa. São Carlos: UdUFSCar, 2009, p. 35-72.

NASCIMENTO, T. E., & Coutinho, C. (2017). **Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências.** Multiciência Online, v. 3, n. 3.

NETO, João Ozório R. et al. **Aprendizagem baseada em problemas: o mito e a realidade.** Cadernos UniFOA, v. 6, n. 16, p. 79-84, 2017

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa.** 7. ed. Petrópolis, RJ; Vozes, 2018.

PARADELA E.R.; FIGUEIREDO, A.L.S.; SMARRA, A.L.S. **REAVALIAÇÃO DE EVIDÊNCIAS BASEADAS EM ANÁLISES DE DNA**. Revista de Criminologia e Ciências Penitenciárias, [S.l.], v. 2, n. 2, jun. 2012. ISSN 2238-1678.

PARENTE, A. G. L. **Práticas de investigação no ensino de ciências: percursos de formação de professores**. 2012. 234 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

PEDASTE, M., Mäeots, M., Siiman, L. A, ong, Ton de, Van R., Siswa A. N., Kamp, E. T. Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. & Tsourlidaki, E. (2015). **Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle**. Educational Research Review, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

PEIXOTO, A. S. RAMOS, A. S. **Filmes Finos & Revelação de impressões digitais latentes**. Ciência & Tecnologia dos Materiais, v. 22, n. 1-2, p. 29-47, 2010.

PEREIRA, B. B. **Experimentação no Ensino de Ciências e o Papel do Professor na Construção do Conhecimento**. Cadernos da FUCAMP, 2010. Disponível em: <http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cademos/article/viewFile/176/170>
Acesso em: 28. set. 2022.

PIETRUCHINSKI, M. H. **ArqMAEC: um modelo arquitetural baseado em agentes para monitorar, avaliar e estimular a colaboração em ambientes educacionais gamificados**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 2016.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e Docência**. São Paulo: Cortez, 2010.

RAMOTOWSKI, R. (Ed.). **Lee and Gaensslen's advances in fingerprint technology**. CRC press, 2012.

RODRIGUES, C. V.; SILVA, M. T.; TRUZZI, O. M. S. **Perícia criminal: uma abordagem de serviços**. Gestão & Produção, v. 17, n. 4, p. 843-857, 2010.

ROMÃO, W. et al. **Forensic chemistry; perspective of new analytical methods applied to document copy, ballistic and drugs of abuse**. Química Nova. Vol. 34, nº 10. São Paulo: 2011.

ROSA, Maria I. F. P. S; SCHNETZLER, Roseli P. **A importância do conceito de transformações químicas no processo de aquisição do conhecimento químico**. Química nova na escola, n.8, p. 31-35, nov. 1998.

ROSITO, B. A. **O ensino de ciências e a experimentação**. In: moraes, r. (org.). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: edipucrs, 2008.

SÁ, Eliane Ferreira de. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por Investigação**. Tese de Doutorado Belo Horizonte: UFMG/FaE

SALES, André Barros de; ESPOSTE, Arthur de Moura Del; SALES, Márcia Barros de. **Avaliação da aplicação da aprendizagem baseada em problemas na disciplina de interação humana e computador do curso de Engenharia de Software**. 2013.

SANTOS, J. T. G. BURLAMAQUI, B. M. F. (2020). “**Tecnologias digitais desenvolvidas para o ensino por competências e habilidades no ensino fundamental após a BNCC: uma revisão sistemática da literatura**”. Renote, [S.l.], v. 1, n. 18, p. 0-30, jul. 2020.

SASSERON, L. H. (2015). **Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola**. Revista Ensaio, 17(n. especial), 49-67.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2013.

SILVA PS, ROSA MF. **Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química**. Rev Bras Ensino Ciênc Tecnol [Internet]. 2013.

SILVA, Ivoneide Mendes da. **A aprendizagem baseada em problemas : uma análise da implementação na disciplina de tecnologia da informação e comunicação no ensino de química**. 2017. 236 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, José de Arimateia de Sousa. **Contextualização do ensino de reações químicas através da reciclagem de placas de circuitos impressos**. 2019. 61 f. TCC (Graduação em Química Licenciatura)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SILVA, V. G. **A Importância da Experimentação no Ensino de Química e Ciências**. 2016. 42 f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Estadual Paulista- UNESP, Bauru, 2016.

SOUZA, C.M. **Ciências forenses em sala de aula**. 2008. In: <http://www.webartigos.com/artigos/ciencias-forenses-em-sala-de-aula/9772> , Acessado em: 27/07/2023.

SOUZA, J.M.; QUEIROZ, P.R.M. Coleta e preservação de vestígios biológicos para análises criminais por DNA. *Ensaio e Ciência - Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 16, n. 3, 2012.

STRIEDER, R. B. & Watanabe, G. (2018). **Atividades Investigativas na Educação Científica: Dimensões e Perspectivas em Diálogos com o ENCI**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. 18(3), 819–849. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183819>

TEIXEIRA, E. B. **Análise de dados na pesquisa científica: importância e desafios em estudos organizacionais**. *Desenvolvimento em Questão*, v. 1, n. 2, p. 23 -112/ 2003.

TORRES, Patrícia Lupion; IRALA, Esrom Adriano Freitas. **Aprendizagem colaborativa: teoria e prática**. In: TORRES, Patrícia Lupion. (Org.). *Complexidade: Redes e Conexões na Produção do Conhecimento*. 1. ed. Curitiba: SENARPR, 2014, pp. 61-93.

VALIATI, V. **Química a serviço da investigação. Química hoje**. *Revista da Federação Nacional dos Profissionais da Química*. Nº 09. Ago./Out, 2007.

VASCONCELLOS, F. A. **Aplicação forense do luminol – uma revisão**. *Revista criminalística e medicina legal*, Vol. 01, n. 02, Minas Gerais, 2017.

VAZ, V. S.; KOBACHUCK, L. D. G. **A interferência da solução de luminol em teste imunocromatográfico para pesquisa de sangue humano**. *Revista Brasileira de Criminalística*, v. 6, n. 3, p. 17-22, 2017.

VEIGA, J. M. F. **Investigación Criminal**. José Manuel Ferro Veiga, 2020.

VENTURA, Antônio Aritan de Oliveira. **Aprendizagem Baseada em Problemas e Educação a Distância: um estudo de caso com servidores técnico-administrativos da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 2019. 117 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão em Educação a Distância) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

VENTURA, J. H. M.; MIRANDA JUNIOR, P. O tema “Química forense” no ensino de química: análise das atas do ENEQ. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 8, n. 1, p. 926-940, 2021.

WERNER da Rosa, C., & Becker da Rosa, Álvaro. (2012). **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações**

educacionais. *Revista Iberoamericana De Educación*, 58(2), 1-24.
<https://doi.org/10.35362/rie5821446>.

WHITE, P. C. *Crime Scene to Court: The Essentials of Forensic Science*. . Cambridge: The Royal Society of chemistry. , 2004.

WYZYKOWSKI, T.; GÜLLICH, R. I. da C.; HERMEL, E. do E. S. **Compreendendo concepções de experimentação e docência em Ciências: narrativas da formação inicial.** In: GÜLLICH, R. I. da C.; HERMEL, E. do E. S. *Ensino de Biologia: construindo caminhos formativos*. Curitiba: Prismas, 2013.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens.** *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICES

Apêndice A – Crime fictício.



DEPARTAMENTO DE CRIMINOLOGIA DA POLÍCIA CIENTÍFICA
DEPOIMENTO CONTRA ACUSAÇÃO
HOMICÍDIO DO PROFESSOR PESQUISADOR TOXICOLOGISTA
ALEX KAREV

O professor, pesquisador e toxicologista Alex Karev de 52 anos, foi encontrado caído ao solo próximo à cadeira da escrivaninha sem sinais vitais na manhã desta terça-feira (07/02/2023), por Judite Falcão, pessoa responsável pela limpeza em seu laboratório de pesquisa, localizado na Rua Mário Portela, nº 201 no bairro das Laranjeiras - RJ, duas ruas após sua residência. Alex vinha há mais de um mês madrugando em seu laboratório com muito esforço, dedicação e estudo para concluir a pesquisa que segundo ele iria revolucionar a história da Farmacologia. Sua pesquisa era intitulada **EFEITOS COLATERAIS CAUSADOS PELO CONSUMO DE FÁRMACOS FORA DO PRAZO DE VALIDADE E SEM PRESCRIÇÃO MÉDICA**. Antes de Judite, estiveram no local do crime Natália França, esposa da vítima, Cláudio Souza, seu técnico de laboratório e Jobert Fielder, um dos alunos que compõem o quadro de pesquisadores do seu projeto. Todos os envolvidos foram ouvidos pelo escrivão da polícia científica, após a identificação do corpo. Em seu depoimento, Judite disse que foi realizar a limpeza do local como de costume e que estava ciente de que o pesquisador ficará noites em claro estudando; Natália informou que foi deixar uma garrafa de

café, algumas torradas e a creatina, pois mesmo com pouco tempo livre, Alex realizava atividades físicas na academia ali próxima. Cláudio relatou que foi devolver um livro que pegou emprestado, pois já havia usado e o pesquisador havia pedido de volta e como ele era muito zeloso por seus bens, Cláudio decidiu entregar logo, e Jobert foi entregar os últimos resultados dos experimentos toxicológicos pessoalmente, pois havia enviado por e-mail, mas Alex não o respondeu. Todos negaram a autoria do crime e a polícia não conseguiu confirmar os horários que os suspeitos estavam no local. Segundo o delegado, todos teriam motivos para querer a morte de Alex. Diante deste cenário, o que teria de fato acontecido com Alex?

Apêndice B- Laudos periciais

LAUDOS PERICIAIS	
Vestígio nº 01	Lesão na cabeça da vítima
Técnica	A lesão na cabeça da vítima decorrente do projétil foi submetida a análise de balística forense
Resultados	O tiro foi efetuado do lado direito da cabeça da vítima e pegou de raspão, a vítima apresenta lesão no lado esquerdo da testa.
Enigma	Quem teria desferido o tiro contra Alex?
LAUDOS PERICIAIS	
Vestígio nº 02	Garrafa de café
Técnica	A amostra do café retirado da garrafa foi submetida à análise de entorpecentes.
Resultados	Foi confirmada a presença do FLUNITRAZEPAM - Rohypnol (um benzodiazepínico conhecido como boa noite, cinderela).
Enigma	O café foi feito na empresa? Ou ele levou de casa? Quem teria colocado o FLUNITRAZEPAM - Rohypnol em seu café?

LAUDOS PERICIAIS	
Vestígio nº 03	Copo de vidro
Técnica	Impressões digitais encontradas no copo foram submetidas a análise pela técnica da Ninidrina.
Resultados	Exames confirmaram que as impressões digitais eram de Joberth.

Enigma	Será que Jobert teria bebido água no copo ou pegou o copo para outra finalidade?
--------	--

LAUDOS PERICIAIS	
Vestígio nº 04	Pólvora oculta
Técnica	A fim de identificar a ligação de Cláudio com o projétil, foi realizado um teste químico em suas mãos junto ao projétil recolhida na cena do crime, a fim de descobrir se Cláudio foi o autor do disparo da arma de fogo no laboratório contra Alex
Resultados	A análise detalhada das mãos não revelou pólvora e nenhum outro material que pudesse servir como prova, pois o exame de resquícios de pólvora tem duração máxima de 06 horas após o disparo da arma de fogo e passando desse período, os resquícios não são detectados.
Enigma	Será que Claudio foi submetido ao teste após 06 horas do disparo? Ou será que ele realmente não atirou?

LAUDOS PERICIAIS	
Vestígio nº 05	Pele encontrada debaixo das unhas da vítima
Técnica	A pequena camada de pele foi submetida à análise de DNA e foi possível identificar características do proprietário.
Resultados	A pele pertence a um homem negro.
Enigma	Porque as unhas de Alex tinham uma camada leve de pele humana?

LAUDOS PERICIAIS	
Vestígio nº 06	Projétil
Técnica	O projétil foi submetido a análise de Balística forense e Impressão digital
Resultados	A arma é de calibre 38, marca taurus e sem registro, o projétil pertence a arma e as impressões digitais a judite
Enigma	Quem escondeu a arma?
LAUDOS PERICIAIS	
Vestígio nº 07	Impressão digital no saco de creatina
Técnica	A impressão digital foi coletada e levada para a análise utilizando-se a técnica do pó.
Resultados	A impressão digital pertence à Natália, esposa da vítima.
Enigma	Porque Natália teria tocado no saquinho?

LAUDOS PERICIAIS	
Vestígio nº 08	Amostra do pó branco
Técnica	O resquício do pó encontrado no saquinho foi submetido à análise de entorpecente pelo teste toxicológico e revelou a verdadeira composição.
Resultados	Foi confirmada a natureza do pó branco, trata-se de comprimidos de paracetamol macerados.
Enigma	Porque alguém teria trocado a creatina por paracetamol?

LAUDOS PERICIAIS	
Vestígio nº 09	Manchas de sangue oculto nas unhas dos dedos das mãos de Joberth
Técnica	Amostras de sangue foram submetidas ao teste de DNA
Resultados	Todo o sangue encontrado na cena do crime pertence à vítima.
Enigma	Porque nas unhas dos dedos das mãos de Joberth havia sangue oculto de Alex?

Apêndice C – Depoimentos dos suspeitos



DEPARTAMENTO DE CRIMINOLOGIA DA POLÍCIA CIENTÍFICA

DEPOIMENTO CONTRA ACUSAÇÃO

HOMICÍDIO ALEX KAREV

Processo nº 003994 jett 154-77

DELEGADO: DARIO CAVALCANTE

ACUSADA: Judith Falcão (Funcionária do laboratório de pesquisa do professor Alex karev)

PARENTESCO: Não possui parentesco

DEPOIMENTO DA FASE INQUÉRITO - 01

Pelas razões de fato e fundamento:

Segundo consta, a acusada Judith Falcão está relacionada com o homicídio de seu patrão Alex Karev, e a única prova que liga a ré ao crime é uma especulação por ela ser funcionária do laboratório onde a vítima foi encontrada sem vida.

Em depoimento na fase inicial do inquérito, quando indagada, Judith Falcão relatou que foi realizar a limpeza do local como de costume e que por ter acesso total ao laboratório, era só destravar os portões com seu crachá magnético e começar sua rotina de trabalho. Nesse intervalo, enquanto ela falava, o delegado a observava detalhadamente a fim de perceber alguma atitude suspeita e coletar provas que possam vir a ser utilizadas no julgamento.

Ao longo do depoimento, o delegado percebeu um nervosismo de Judith Falcão que caiu em contradição quando

indagada do horário que havia chegado ao laboratório naquela manhã, primeiro ela respondeu que foi às 06h20min e depois de alguns minutos respondeu que foi às 06h45min. O delegado achou por bem fazer uma vistoria no ponto eletrônico que bipa os crachás e foi constatado que a Judith Falcão mentiu, pois naquela manhã ela havia destravado os portões e tido acesso ao laboratório antes das 06h00min, mais especificamente as 05h55min, o que intrigou o delegado. O que ela estaria fazendo no laboratório tão cedo, uma vez que seu horário era às 07h00min?

Ela respondeu nervosa que havia saído mais cedo de casa para não se atrasar e para que concluísse seu trabalho mais rápido, preferiu entrar mais cedo, uma vez que ela tinha livre acesso e com muito cuidado ela não fazia barulho para não acordar o seu patrão. Mas quando entrou no laboratório, neste dia, viu o seu patrão caído ao solo. Observando-a, o delegado percebeu uns arranhões no braço esquerdo de Judith e ao indagar a ela sobre os arranhões, disse que foi seu cachorrinho brincando com ela outro dia em seu quintal. O que afastava as suspeitas de os arranhões terem sido por causa de luta corporal.

Como os demais suspeitos entraram na cena do crime? O portão estava realmente travado, ou por descuido Judite deixou-o encostado? Será que Judith é cúmplice? Não se sabe ao certo o que provocou e como aconteceu à morte da vítima, o que se tem são os depoimentos e as informações contidas de forma implícita e explícita na cena do crime.

DEPARTAMENTO DE CRIMINOLOGIA DA POLÍCIA CIENTÍFICA

DELEGADO: DARIO CAVALCANTE



DEPARTAMENTO DE CRIMINOLOGIA DA POLÍCIA CIENTÍFICA
DEPOIMENTO CONTRA ACUSAÇÃO
HOMICÍDIO ALEX KAREV

Processo nº 003994 jett 154-78
DELEGADO: DARIO CAVALCANTE
ACUSADA: Natália França
PARENTESCO: Esposa

DEPOIMENTO DA FASE INQUÉRITO - 02

Pelas razões de fato e fundamento:

Segundo consta, a acusada Natália França, está relacionada com o homicídio de seu esposo Alex Karev, e além de ser casada com a vítima, a prova que liga a ré ao crime é o fato dela ter estado na cena do crime e por ter uma relação extraconjugal.

Em depoimento na fase inicial do inquérito, quando indagada, Natália informou que foi deixar uma garrafa de café, algumas torradas e a creatina, pois mesmo com pouco tempo livre, ALEX realizava atividades físicas na academia ali próxima. O delegado indagou o motivo dele não ter se alimentado em casa e ela informou que o mesmo quase não ia em casa por conta de sua pesquisa, e relatou que isso estava causando desgaste no relacionamento, o que levou ela a cometer traição.

Em todo crime dessa natureza, a esposa é sempre a primeira a ser acusada, pois na maioria das vezes trata-se

de um relacionamento abusivo que gera muitos desentendimentos podendo em alguns casos levar à morte. Esse não seria o caso do relacionamento de Nathalia e Alex, mesmo com muita dedicação as pesquisas, afirma Natália, Alex era um ótimo esposo e por esse motivo ela sempre se dispôs a acordar cedo e levar o café da manhã dele no escritório para que ele pudesse pesquisar e produzir sem perder as refeições. Intrigado com a história, o delegado mandou fazer uma vistoria na casa de Natália para entender como ela poderia estar tão fria com a morte de seu esposo.

Na revista a casa foi encontrada diversos medicamentos vencidos em cima da mesa da sala de jantar, um documento de um homem e uma camisa que não era de Alex (pelo tamanho, analisando os achados, os policiais chegaram à conclusão de que a camisa e o documento pertenciam ao amante de Natália. Natália afirma que pela ausência de Alex em casa, ele não perceberia tais pertences.

Natalia ainda afirmou que já havia pedido ao seu amante para buscar os pertences, mesmo Alex nunca tendo desconfiado do relacionamento extraconjugal, ela tinha medo de que ele chegasse a sua casa repentinamente e pegasse aqueles pertences, pois, ela tinha certeza que no dia que ele descobrisse a mataria por tamanha traição.



DEPARTAMENTO DE CRIMINOLOGIA DA POLÍCIA CIENTÍFICA
DEPOIMENTO CONTRA ACUSAÇÃO
HOMICÍDIO ALEX KAREV

Processo nº 003994 jett 154-80
DELEGADO: DARIO CAVALCANTE
ACUSADO: Jobert Fielder (Aluno)
PARENTESCO: Não possui parentesco

DEPOIMENTO DA FASE INQUÉRITO - 03

Pelas razões de fato e fundamento:

Segundo consta, o acusado Jobert Fielder, está relacionado ao homicídio de seu professor Alex Karev, pelo fato de ter ido à cena do crime, o que foi registrado pelas câmeras de segurança e também por ele ter acesso a todos os dados do avanço das pesquisas, dos projetos. Neste contexto fica a indagação, Alex morresse quem receberia o mérito pelo estudo.

Em depoimento na fase de inquérito quando indagado o porquê dele estar na cena do crime no dia da morte do Alex, ele informou que foi a pedido do próprio Alex para levar o resultado dos últimos exames toxicológicos. Porém, durante o depoimento o delegado percebeu marcas de queimaduras na mão direita dele Jobert e quando indagado ele respondeu que foi queimadura com água quente, pois seu chuveiro elétrico não estava funcionando e ele só toma banho de água quente, e daí acabou se queimando quando manuseava a panela

contendo a água quente. Intrigante, não? Qual a necessidade de superaquecer a água para tomar um banho?

O delegado solicitou a Jobert uma análise minuciosa de suas mãos e na análise detectou-se sangue humano dentro da cavidade das suas unhas e por não estar exposto, impossibilitou a visualização a olho nu, o resultado da análise do sangue constatou que não era de Jobert. E agora? Porque jobert tem sangue nas unhas das mãos? Uma amostra do sangue contido nas unhas das mãos do Jobert foi levada para análise.

Jobert também tinha acesso livre ao laboratório e podia entrar e sair assim sem autorização prévia, como todos os suspeitos do crime. Porém, algo intrigante é que na vistoria completa do aparelho de bip eletrônico para destravar o portão que foi feita inicialmente, o único crachá que havia sido registrado nas últimas 24 horas era o de Judith, o que levou o delegado a concluir que Alex não saiu do laboratório.

DEPARTAMENTO DE CRIMINOLOGIA DA POLÍCIA FEDERAL

DELEGADO: DARIO CAVALCANTE



DEPARTAMENTO DE CRIMINOLOGIA DA POLÍCIA CIENTÍFICA
DEPOIMENTO CONTRA ACUSAÇÃO
HOMICÍDIO ALEX KAREV

Processo nº 003994 jett 154-79
DELEGADO: DARIO CAVALCANTE
ACUSADO: Claudio Souza (Técnico de Laboratório)
PARENTESCO: Não possui parentesco

DEPOIMENTO DA FASE INQUÉRITO - 04

Pelas razões de fato e fundamento:

Segundo consta, o acusado Cláudio Souza, está relacionado com o homicídio de seu patrão Alex Karev, pois além de ser funcionário, a prova que liga o réu ao crime é sua ida à cena do crime e por ter relação com os estudos aprofundados da investigação do Alex.

Em depoimento na fase de inquérito, quando indagado o que havia ido fazer no laboratório em seu dia de folga, Cláudio Souza relatou que foi devolver um livro de análise da concentração de medicamentos no fígado que havia emprestado de Alex. Como ele também tem acesso livre ao laboratório, ele poderia entrar e sair assim que achasse necessário. O delegado indagou o motivo de porque justamente na folga, se ele mora em um bairro distante e no outro dia ele estaria lá? Ele respondeu que tinha questões pessoais pra resolver naquela localidade, e havia uns pertences seus para ser pego num local ali próximo. O

delegado ficou muito curioso e intrigado com o fato dele estar lá no seu dia de folga.

Durante o depoimento, sabendo que na cena do crime foi encontrado um projétil e a fim de identificar resquícios de pólvora, o delegado resolveu fazer um teste químico na mão de Cláudio. Para tal, foi chamada a equipe forense para realizar o procedimento, a fim de descobrir se Cláudio foi o autor do disparo da arma de fogo no laboratório. A análise detalhada das mãos não revelou pólvora e nenhum outro material que pudesse servir como provas, pois o exame de resquícios de pólvora tem duração máxima de 06 horas após o disparo da arma de fogo e passando desse período, os resquícios não são mais detectáveis. O que inocenta por hora, Cláudio do disparo de arma de fogo.

Diante deste cenário, o que teria de fato acontecido? Será que Claudio teria ido ao bairro somente para entregar o livro? Onde estavam os pertences de Cláudio? Onde ele deixou esses pertences?

O crime de fato aconteceu e precisa ser resolvido, o autor do crime precisa ser encontrado. Baseado nas provas, vestígios, depoimentos e técnicas forense, é necessário que o crime seja elucidado, traçando um raciocínio lógico e convincente para chegar ao autor.

DEPARTAMENTO DE CRIMINOLOGIA DA POLÍCIA FEDERAL

DELEGADO: DARIO CAVALCANTE

Apêndice D – Laudo de Necropsia – Autópsia

**LAUDO DE EXAME DE CORPO DE DELITO
EXAME NECROSCÓPICO – AUTÓPSIA**

Processo nº 003994jpett575-21
Perita responsável: George O'Malley
Laboratório licenciado: Memorial Grey's Sloan

Aos sete dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e três, na cidade do Rio de Janeiro, bairro das Laranjeiras, a fim de atender a requisição da dra - Miranda Bailey delegada de polícia, o médico legista - George O'Malley - foi designado pelo doutor - Richard Webber - diretor do Instituto Médico-legal do estado, para proceder ao exame de corpo de delito do Cadáver de Alex Karev.

Realizada a perícia, passaram a oferecer o seguinte laudo: examinamos e necropsiamos hoje, no necrotério do Instituto Médico legal, um corpo que nos foi apontado como sendo de Alex Karev, sexo masculino, cor branco, cinquenta e dois anos de idade, casado, brasileiro, filho de Meredith Grey e Dereck Sheperd, residente do bairro das Laranjeiras. HISTÓRICO: nada consta. VESTES: blusa branca rasgada e manchada pelo sangue que havia no local, calça jeans, jaleco, relógio no pulso esquerdo, utilizando um colar com pingente, cabelo bagunçado e pés descalços.

1. Descrição do Local

O corpo do indivíduo, Alex Karev, foi encontrado sem vida no escritório de seu laboratório, caído no chão de bruços, ao lado da sua mesa de trabalho com a cabeça dentro de uma

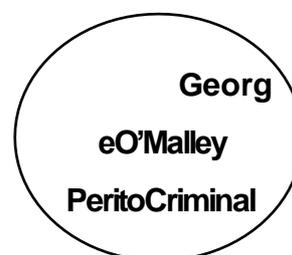
poça de sangue e óculos na mão. Havia várias cartelas de medicamentos no canto da mesa, algumas delas vazias e, no lixeiro, um saquinho com resquícios de um pó da cor branca. A arma responsável pelo disparo na vítima não foi encontrada no local do crime. O ambiente encontrava-se desarrumado e com sinais de luta e a camisa da vítima estava rasgada. Na poça de sangue próximo ao corpo da vítima foi encontrada uma pegada de número 40 do pé direito e uma sandália havaiana do pé esquerdo. Foi identificado um disparo de arma de fogo de calibre 38 desferido contra a vítima do lado direito de sua cabeça que, segundo o médico legista pegou de raspão e não foi o responsável pela causa de sua morte.

2. O corpo do Indivíduo

O indivíduo foi encontrado morto de bruços no chão do seu laboratório com um tiro de raspão na cabeça, uma lesão no lado esquerdo da testa, marcas roxas nos braços, proveniente de socos e pontapés e com um dos seus pés descalços. No pescoço havia marcas de enforcamento, nas unhas foram encontrados fragmentos de pele, alguns hematomas nos braços, cabelo desarrumado e em seu jaleco havia marcas de mãos meladas de sangue. O indivíduo era cardiopata, hipertenso e apresentava problemas na circulação sanguínea.

Além disso, foi detectada em seu organismo uma quantidade exagerada de flunitrazepam - horypnol (um benzodiazepínico conhecido como boa noite, cinderela).

George O'Malley
Perito Criminal
CRM 06515



ANÁLISE DE VESTÍGIOS

LABORATÓRIO DE
QUÍMICA FORENSE

**DIÁRIO DE BORDO DE
LEVANTAMENTO TÉCNICO PERICIAL**

Equipe pericial

PERITOS CRIMINAIS

 Perito (a) _____
Perito (a) _____
Perito (a) _____
Perito (a) _____
Perito (a) _____

Departamento de pericia criminal F0144



Apêndice F – Questionário



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CIÊNCIAS e MATEMÁTICA

Questionário posterior de com escala Likert direcionado aos
ano do Ensino Fundamental II - Anos Finais da escola investigada

Prezado (a) estudante, espero contar com sua colaboração quanto ao preenchimento deste questionário, que tem como objetivo analisar sua percepção acerca da aprendizagem colaborativa e da argumentação baseado na atividade de caráter investigativo e assim, contribuir para pesquisa do meu projeto de dissertação. Assuma a seguinte nomenclatura para a escala numérica de 1 a 5:

- 1) Discordo totalmente;
- 2) Discordo
- 3) Indiferente (ou neutro);
- 4) Concordo e
- 5) Concordo totalmente.

1. Qual seu nível de satisfação com a interação do meu grupo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Houve uma boa interação com os estudantes do meu grupo.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Estou ciente que todos os membros do meu grupo colaboraram na resolução da problemática

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. A interação com estudantes que não são do meu grupo de costume contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio lógico

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Houve troca de conhecimentos no momento em que discutia-se pontos importantes que facilitam o processo de construção da elucidação.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. A interação e construção da proposta elucidativa seriam melhores se o grupo fosse composto por estudantes que são mais próximos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

7. Estou satisfeito pela organização do meu grupo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8. Estou satisfeito pela minha contribuição na resolução da problemática.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---