



Curso Superior de Licenciatura em Biologia

MARIANA GONZAGA LARA

**INVESTIGAÇÃO CRIMINAL NO ENSINO DE BIOLOGIA: metodologias
ativas e ciência forense no contexto escolar**

Planaltina - DF

2025

MARIANA GONZAGA LARA

INVESTIGAÇÃO CRIMINAL NO ENSINO DE BIOLOGIA: metodologias
ativas e ciência forense no contexto escolar

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Superior de Licenciatura em Biologia do
Campus Planaltina do Instituto Federal de Brasília
como requisito parcial para obtenção de título de
Licenciada em Biologia.

Orientador (a): Profa. Dra. Samira Rezende Duarte

Planaltina - DF

2025

Àqueles que acreditaram em mim mesmo quando duvidei,
esta conquista é para vocês.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar agradecendo a Deus, cuja força e graça foram indispensáveis para que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais Verônica e Ronaldo, que sempre estiveram ao meu lado em cada etapa da vida. À minha mãe, que me incentivou a estudar, a ler e a perseguir meus sonhos com determinação. Ao meu pai, que me transmitiu, como legado, uma personalidade calma e paciente, além de valores inestimáveis e uma educação sólida.

Aos meus amigos e colegas de classe, com quem compartilhei batalhas e conquistas ao longo de cada semestre. Obrigada pela parceria, principalmente ao meu amigo Túlio que me ajudou neste trabalho tornando esse sonho possível.

Aos professores que ultrapassaram o papel de mestres e se tornaram amigos, minha eterna gratidão pelos ensinamentos, que levarei comigo por toda a vida.

À minha orientadora, pelos conselhos valiosos, pelas ideias e pela dedicação em guiar este trabalho. Cada orientação será uma lição que carregarei comigo.

À minha tia Dalila, que me acolheu e me deu um lar durante esses anos, permitindo que eu pudesse focar nos estudos. Sua generosidade foi fundamental para que eu pudesse chegar até aqui.

E, por fim, à minha parceira de vida Eichilla, que esteve ao meu lado nos momentos de dúvida e dificuldade. Obrigada por ouvir meus medos e desabafos, por segurar minha mão quando tudo parecia desmoronar e por ser minha maior apoiadora. Sua presença tornou possível enfrentar os desafios e celebrar as vitórias.

“Educação não transforma o mundo.

Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo”.

Paulo Freire

RESUMO

As Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) são abordagens educacionais inovadoras que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, estimulando sua participação ativa. Este estudo investiga a aplicação de metodologias ativas por meio de simulações práticas de ciência forense em uma escola localizada em Planaltina, Distrito Federal, com alunos do 3º ano do ensino médio. As atividades integraram conceitos de biologia, química e genética no contexto forense, utilizando uma abordagem interdisciplinar e investigativa. Os alunos participaram de simulações envolvendo técnicas básicas de coleta de impressões digitais e análise de vestígios biológicos simulados. A avaliação foi realizada por meio de questionários pré e pós-atividade, além de critérios de desempenho técnico e científico. Os resultados indicaram um aumento significativo na compreensão e no engajamento dos alunos após as atividades, confirmando a eficácia da metodologia no ensino de ciências. Este estudo ressalta a importância de práticas pedagógicas inovadoras e recomenda a ampliação do uso de técnicas forenses acessíveis em estudos futuros.

Palavras-chave: Engajamento estudantil; Biologia Forense; Ensino Médio.

ABSTRACT

Active Learning Methodologies (ALM) are innovative educational approaches that place students at the center of the learning process, stimulating active participation. This study investigates the application of active methodologies through practical forensic science simulations in a high school located in Planaltina, Federal District, involving 3rd-year students. The activities connected concepts of biology, chemistry, and genetics to the forensic context, using an interdisciplinary and investigative approach. Students participated in simulations involving basic fingerprint collection techniques and the analysis of simulated biological traces. Evaluation was conducted through pre- and post-activity questionnaires, as well as criteria for technical and scientific performance. The results indicated a significant increase in students' understanding and engagement after the activities, confirming the methodology's effectiveness in science education. This research highlights the relevance of innovative teaching practices and recommends expanding the use of accessible forensic techniques in future studies.

Keywords: Student Engagement; Forensic Biology; High School.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 11 |
| 2.1. PÚBLICO-ALVO..... | 13 |
| 2.2. SIMULAÇÕES..... | 13 |
| 2.2.1. SIMULAÇÃO DE COLETA DE IMPRESSÕES DIGITAIS..... | 14 |
| 2.2.2 SIMULAÇÃO DE ANÁLISE DE VESTÍGIOS BIOLÓGICOS..... | 15 |
| 2.2.3. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO..... | 16 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 17 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 22 |
| REFERÊNCIAS..... | 23 |
| ANEXO 1 - TIPOS DE IMPRESSÕES DIGITAIS..... | 28 |
| APÊNDICE..... | 29 |
| APÊNDICE 1 - ROTEIRO DE AULA PRÁTICA..... | 29 |
| APÊNDICE 2 - PROCEDIMENTO (IMPRESSÕES DIGITAIS)..... | 31 |
| APÊNDICE 3 -PROCEDIMENTOS (VESTÍGIOS BIOLÓGICOS)..... | 33 |
| APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO PRÉ AULA PRÁTICA..... | 35 |
| APÊNDICE 5 - QUESTIONÁRIO PÓS AULA PRÁTICA..... | 36 |

1. INTRODUÇÃO

As Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) representam formas inovadoras de educação que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, estimulando sua participação ativa em sala de aula. Essas metodologias, segundo Do Nascimento e Coutinho (2016) fazem com que o estudante utilize todas as suas dimensões sensório/motor, afetivo/emocional e mental/cognitiva, enquanto os professores atuam como mediadores ou facilitadores do processo (Lovato *et al.* 2018).

Dado que as MAA propõem uma transformação na dinâmica da sala de aula, torna-se necessário discutir e implementar essas abordagens para efetivar a tão falada necessidade de mudança na educação, investindo em novos métodos que possam gerar melhores resultados nas futuras gerações (Marques *et al.*, 2021). Bollela (2014) afirma que o *Team-Based Learning* (TBL), traduzido como Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE), pode substituir ou complementar um curso baseado em aulas expositivas, ou até mesmo ser aplicado em conjunto com outras metodologias. O TBL não exige múltiplas salas especialmente preparadas para o trabalho em pequenos grupos, nem a atuação simultânea de vários docentes. Além disso, essa abordagem propõe induzir os estudantes à preparação prévia (estudo) para as atividades em sala de aula, promovendo um aprendizado mais autônomo e eficaz. O *Team-Based Learning* (TBL), ou Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE), é uma metodologia ativa que se concentra no trabalho em equipe, estimulando a colaboração entre os alunos para a resolução de problemas, e incentivando a aprendizagem ativa e participativa.

Dentro do contexto das MAA, a integração da ciência forense no ensino de ciências oferece uma oportunidade valiosa para promover a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos. A ciência forense, sendo uma área interdisciplinar que envolve física, biologia, química, matemática, entre outras ciências (Sebastiany *et al.*, 2013), permite que conceitos científicos sejam abordados de forma prática e lúdica, o que é essencial para engajar os estudantes e facilitar a compreensão de conceitos complexos. Segundo Cruz e colaboradores. (2016), utilizar a ciência forense como recurso didático não apenas promove a experimentação, mas também torna o aprendizado mais relevante e conectado à realidade dos alunos.

Além disso, a integração da biologia com a ciência forense nas escolas é crucial para uma aprendizagem duradoura e significativa. Cardoso (2020) argumenta que, para que os estudantes compreendam de forma mais profunda os fenômenos biológicos, é necessário visualizá-los de

maneira concreta, o que pode ser feito dentro da própria sala de aula com materiais acessíveis e de baixo custo. Essa abordagem torna o aprendizado mais acessível e adaptado às necessidades dos alunos, contribuindo para uma alfabetização científica essencial para a inserção dos indivíduos na sociedade contemporânea (Rocha, 2022).

A popularidade da temática investigativa na mídia, exemplificada por séries como 'Sherlock' e 'Crime Scene Investigation-CSI', ressalta o fascínio pelo mundo da investigação criminal e a potencialidade de utilizar essa temática para motivar os estudantes no aprendizado científico (Reis *et al.*, 2022). A Biologia Forense, que lida com vestígios de origem biológica utilizados na produção de evidências criminais, oferece uma conexão direta entre a ciência e o cotidiano, permitindo que os alunos vejam a aplicação prática dos conceitos que aprendem em sala de aula (Basso *et al.*, 2023).

Dessa forma, é importante destacar a relevância das aulas práticas no ensino de ciências, especialmente ao integrar conceitos de ciência forense. Interaminense (2019) enfatiza que essas aulas tornam o conteúdo teórico mais atrativo, motivador e próximo da realidade dos alunos, o que é fundamental para uma aprendizagem eficaz. Discutir os avanços da ciência e tecnologia de forma contextualizada, como sugere Berriel *et al.* (2011), permite que os estudantes compreendam a ciência como uma criação humana, com impactos sociais, econômicos e políticos, preparando-os para atuar de forma crítica e consciente na sociedade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) é o documento norteador da educação básica no Brasil, com diretrizes e objetivos de aprendizagem para todas as etapas da educação infantil, ensino fundamental e ensino médio, esse documento destaca a importância de uma formação integral na educação básica, levando em consideração diferentes dimensões do desenvolvimento do aluno. A BNCC enfatiza a importância de metodologias de ensino que favoreçam o desenvolvimento integral dos estudantes, além de destacar a necessidade de promover competências e habilidades que preparem os alunos para os desafios do século XXI. Dentro desse contexto, as metodologias ativas têm um papel crucial, pois buscam engajar os estudantes de maneira mais ativa no processo de aprendizagem.

A BNCC, conforme destacado por De Mattos *et al.* (2022), "orienta sobre a importância de se trabalhar com temas interdisciplinares que abordam conteúdos de ciências naturais, biológicas e sociais" e enfatiza a necessidade de contextualizar o ensino de física, química e biologia para a realidade dos estudantes, permitindo a aplicação desses conhecimentos em situações práticas e investigativas. A ciência forense pode ser vista como uma maneira de aplicar

conceitos de biologia, química e física em situações práticas e de resolução de problemas reais. Dentro das diretrizes da BNCC, é possível observar a importância de utilizar abordagens investigativas e práticas para facilitar o aprendizado.

O objetivo deste trabalho é explorar o uso da ciência forense como ferramenta didática no ensino de ciências, com foco na promoção da interdisciplinaridade e na aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA). A proposta busca integrar conceitos de biologia, química, física e matemática por meio de atividades práticas que simulem investigações científicas, permitindo que os alunos compreendam e apliquem os conhecimentos de forma envolvente e dinâmica. Além disso, o estudo visa avaliar o impacto dessas abordagens no aumento da motivação e no desempenho dos estudantes, verificando como a utilização de simulações forenses pode facilitar a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades científicas, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa dos conteúdos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa adotou uma abordagem mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos, centrada na aplicação de metodologias ativas no ensino de biologia no ensino médio, com o uso de simulações como ferramenta pedagógica. Este estudo é caracterizado como um estudo de caso, que permite uma análise aprofundada das práticas educacionais em um contexto específico. Ao explorar como as metodologias ativas, como as simulações práticas, influenciam o aprendizado dos estudantes, o estudo visa proporcionar uma compreensão detalhada do impacto dessas abordagens no engajamento, na motivação e na compreensão dos conceitos pelos alunos. Conforme Tréz (2012), o pesquisador pode iniciar a investigação com uma abordagem qualitativa de caráter exploratório e, em seguida, ampliar a amostragem com métodos quantitativos, como levantamentos, ou vice-versa.

A estratégia simultânea combina abordagens qualitativa e quantitativa para fornecer uma compreensão mais completa da pesquisa. Embora a pesquisa quantitativa seja considerada objetiva, nela também existe o componente subjetivo, pois, apesar de todos os controles metodológicos, a pesquisa quantitativa e suas descobertas são inevitavelmente influenciadas pelos interesses e pelas formações social e cultural dos envolvidos (Teis e Teis, 2006). A abordagem qualitativa, por sua vez, é amplamente utilizada na psicologia, pois possibilita uma análise aprofundada de fenômenos complexos, como valores, crenças, atitudes e comportamentos. A abordagem qualitativa na atividade de ensino foi fundamental para

proporcionar uma análise mais profunda das experiências e percepções dos alunos durante as práticas forenses. Os alunos podem ter a capacidade de pensar criticamente, mas, muitas vezes, não conseguem empregá-la em situações diversas devido a fatores como a falta de conhecimento específico sobre o assunto ou influências de suas crenças políticas ou religiosas (Pereira e Alich, 2015). Nesse contexto, a professora incentivou a reflexão dos alunos por meio de perguntas reflexivas, presentes no roteiro das atividades, que buscavam estimular o pensamento crítico e promover a conexão com os conceitos abordados.

Durante o desenvolvimento das atividades, a professora fez questionamentos como: "O que vocês estão achando da prática forense?" Isso permitiu que os alunos compartilhassem suas impressões sobre o que estavam aprendendo, além de facilitarem a discussão sobre a relevância da ciência forense no contexto educacional e suas implicações. Essa troca contribuiu para uma compreensão mais ampla do tema, favorecendo uma abordagem qualitativa ao processo de ensino-aprendizagem. Ela vai além do observável, permitindo inferências e atribuindo significados ao comportamento humano, o que torna o estudo dos processos mentais e sentimentos dinâmico e contextualizado (Da Silva, 2010).

A abordagem quantitativa, ao construir modelos matemáticos para fenômenos com flutuações aleatórias, utiliza a teoria das probabilidades para desenvolver implicações práticas. Segundo Minayo e Sanches (1993), "se o modelo é razoavelmente satisfatório, pelo menos a algum respeito, então as implicações devem ser verificadas na prática. Isto é, as conclusões matemáticas devem mostrar um certo grau de aproximação ou aderência às observações que são feitas e aos resultados obtidos para o fenômeno em questão."

No contexto desta análise, o teste de Wilcoxon foi realizado utilizando o aplicativo gratuito RStudio, uma plataforma de código aberto amplamente utilizada para análise estatística. Primeiramente, os dados de desempenho dos alunos foram organizados em duas amostras emparelhadas: os resultados antes e depois da aplicação da atividade prática. Em seguida, foi utilizada a função *wilcox.test()* do RStudio para realizar o teste estatístico.

O procedimento envolveu a organização dos dados em duas colunas, representando o desempenho dos alunos antes e após a atividade prática. Após a aplicação do comando do teste, o software gerou um valor de p , que permitiu verificar a significância estatística da diferença observada nos resultados. Se o valor de p foi inferior a 0,05, a hipótese nula foi rejeitada, indicando que a diferença entre os grupos era estatisticamente significativa.

2.1. PÚBLICO-ALVO

O estudo foi conduzido em uma escola de ensino médio CED Stella dos Cherubins Guimarães Trois, com uma turma do 3º ano, composta por cerca de 36 alunos, adolescentes com idade entre 17 a 18 anos de uma escola regular localizada em Planaltina no Distrito Federal.

2.2. SIMULAÇÕES

Para a realização desta pesquisa, foram aplicadas duas simulações de técnicas forenses, distribuídas em dois encontros de 50 minutos cada. No primeiro encontro, foi utilizado como referência dois casos criminais amplamente conhecidos: o Caso Richthofen (2002) e o Caso Ted Bundy (1970). Durante os primeiros 15 minutos, foram analisadas e explicadas as técnicas forenses empregadas na resolução desses casos. Em seguida, foi realizada uma simulação prática de coleta de impressões digitais. Cada mesa contou com cerca de seis alunos, e a atividade ocorreu no laboratório de biologia, conforme ilustrado na figura 1. Para a análise das impressões digitais, foram utilizados materiais como fita adesiva, papel branco e grafite durante a aula.

Figura 1. Laboratório de biologia, onde foram realizadas simulações forenses



Fonte: Autora, 2024.

No segundo encontro, foi conduzida a segunda simulação, que consistiu na análise de vestígios biológicos. Essa atividade envolveu o uso de amido de milho tingido com corante alimentício vermelho e solução de iodo, além de um roteiro detalhado (Apêndice 1) para a documentação da cena, conforme os procedimentos forenses adequados. Os procedimentos

forenses incluíram a preservação adequada das evidências, a coleta sistemática e organizada de evidências, a análise cuidadosa de impressões digitais e vestígios biológicos, bem como a documentação detalhada de todos os achados.

Durante a aplicação das simulações, foi realizado um questionário de múltipla escolha pré e pós-aula prática (Apêndice 4 e 5) para avaliação quantitativa dos resultados. Essa abordagem permitiu mensurar o impacto das atividades na compreensão dos conceitos forenses pelos participantes, promovendo um aprendizado interdisciplinar e contextualizado.

2.2.1. PRIMEIRA SIMULAÇÃO: COLETA DE IMPRESSÕES DIGITAIS (35 minutos)

Neste primeiro encontro de 35 minutos, os alunos tiveram a oportunidade de vivenciar o processo de coleta de impressões digitais, uma prática essencial em investigações criminais. A atividade teve como objetivo introduzir os alunos às técnicas utilizadas para a coleta de evidências forenses, proporcionando uma experiência prática que aprofunde sua compreensão dos conceitos de investigação criminal e seu vínculo com o aprendizado de biologia. A sequência didática da simulação de coleta de impressões digitais encontra-se descrita no Apêndice 2.

Durante a atividade, os alunos aprenderam a coletar suas próprias impressões digitais de forma prática e divertida, utilizando materiais simples. Inicialmente, cada aluno pressionou o dedo sobre uma superfície de grafite em pó, garantindo que a impressão ficasse visível. Em seguida, cuidadosamente, passaram uma fita adesiva sobre o dedo, capturando a impressão deixada pelo grafite. Com bastante atenção, os alunos retiraram a fita e, de forma cuidadosa, colaram-na em uma folha branca. Esse processo permitiu que os alunos observassem detalhadamente a formação das linhas e padrões presentes em suas impressões digitais, além de entenderem como as digitais podem ser únicas e valiosas para a identificação individual. Eles foram orientados a identificar e analisar os padrões das impressões digitais — como arcos, espirais e laços —, discutindo suas características em grupo. Para identificação foi utilizada uma imagem tirada da internet, disponível no Anexo 1: Padrões de impressões digitais. Disponível em: <https://sl.bing.net/Ltdy0XFIn6>.

Na atividade de coleta das impressões digitais, os conceitos genéticos fundamentais foram explorados de forma prática e acessível. Os alunos puderam observar como as impressões digitais são um exemplo claro de polimorfismo genético, ou seja, como uma característica pode variar entre indivíduos, mesmo sendo determinada por um mesmo tipo de informação genética.

Esse conceito foi abordado de maneira visual, com os alunos vendo como as impressões digitais são únicas, mesmo em gêmeos idênticos, devido à interação entre os fatores genéticos e ambientais durante o desenvolvimento fetal. Durante a atividade, foi enfatizado que, embora a estrutura geral das impressões digitais tenha uma base genética, ela também é influenciada por fatores ambientais, como o ambiente uterino, que afeta a formação dos padrões das digitais. Isso ajudou os alunos a compreenderem que a hereditariedade desempenha um papel importante na formação dessas características, mas que elas podem apresentar variações, reforçando o conceito de variabilidade genética.

Essa abordagem interdisciplinar conecta conceitos de biologia molecular e genética ao contexto prático da ciência forense, permitindo aos alunos desenvolverem uma visão ampliada sobre a aplicação científica no mundo real. Como ponto de partida das atividades forenses, esta simulação estabelece as bases para os próximos encontros, aprofundando o envolvimento dos alunos com as práticas investigativas.

2.2.2. SEGUNDA SIMULAÇÃO: ANÁLISE DE VESTÍGIOS BIOLÓGICOS (50 minutos)

Neste segundo e último encontro de 50 minutos, os alunos realizaram um experimento prático aplicando conceitos de biologia forense e bioquímica. A professora preparou uma amostra simulada de sangue utilizando amido de milho tingido com corante vermelho para representar o sangue verdadeiro. Os alunos, então, coletaram essa amostra simulada e a depositaram cuidadosamente sobre um papel branco. Utilizando uma pipeta, aplicaram a solução de iodo sobre a amostra de sangue falso.

Assim que o iodo foi adicionado, os alunos observaram a reação imediata, que resultou em uma coloração azul escura ou preta. Foi explicado que essa reação ocorre porque o iodo se acomoda dentro da estrutura helicoidal das moléculas de amido, formando um complexo que altera a absorção de luz e gera a coloração característica. A professora relacionou essa reação ao processo usado em análises forenses reais, em que reações químicas específicas são utilizadas para identificar componentes biológicos, como proteínas ou hemoglobina, presentes no sangue.

A atividade destacou a identificação de macromoléculas biológicas e a importância dos testes bioquímicos na detecção de substâncias. Além disso, introduziu conceitos como falsos positivos e a necessidade de validação dos resultados nas investigações forenses, incentivando os alunos a refletirem sobre a precisão no manuseio e na análise de evidências. Embora simplificada, a simulação proporcionou uma visão prática de como a biologia molecular e a

biologia forense são aplicadas na resolução de problemas reais, abordando os desafios da preservação de evidências.

A sequência didática dessa atividade pode ser encontrada no Apêndice 3. Com o encerramento das atividades práticas, a simulação reforçou a aplicação de métodos científicos no ensino, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico e a compreensão interdisciplinar.

2.2.3. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Para alcançar o objetivo de investigar como a aplicação prática de conhecimentos biológicos em contextos forenses pode motivar os alunos, foi implementada uma estratégia abrangente de avaliação, que incluiu tanto critérios técnicos quanto instrumentos para medir motivação e engajamento. Segundo Julio (2011), para avaliar o engajamento de um grupo em uma tarefa, é fundamental observar suas ações em situações que permitam identificar quando os membros começam a atuar de acordo com a proposta do professor e quando deixam de seguir essa sintonia.

Os critérios de avaliação serão organizados em três categorias principais: Coleta e Análise de Evidências (30%), Interpretação Científica (50%) e Trabalho em Equipe (20%). A coleta de evidências foi observada a partir da habilidade dos alunos em realizar os procedimentos corretos, como o uso adequado da fita adesiva para a coleta das impressões digitais e o manuseio do conta-gotas para aplicar a solução de iodo nas amostras de vestígios biológicos. A análise de evidências foi verificada pela capacidade dos alunos em identificar padrões nas impressões digitais e nas reações químicas do amido com o iodo, além da interpretação científica, que envolveu a aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, relacionando-os com as evidências coletadas. Essa avaliação foi realizada por meio da observação direta das atividades, questionários aplicados aos alunos e na análise dos relatórios escritos, nos quais os estudantes detalhavam os procedimentos, discutiam os resultados obtidos e aplicavam o conhecimento científico de forma crítica.

O trabalho em equipe foi avaliado através da observação da colaboração entre os alunos durante as atividades práticas. A professora acompanhou como os estudantes se organizaram para realizar as tarefas em grupo, como dividir responsabilidades e auxiliar uns aos outros na coleta e análise das evidências. Além disso, foi analisada a capacidade dos alunos em comunicar ideias e tomar decisões coletivas, como a discussão das hipóteses sobre os resultados e a execução das etapas da simulação de forma colaborativa.

Esses critérios permitem uma análise detalhada do desempenho técnico e científico dos alunos durante as atividades práticas. Além disso, foram aplicados questionários pré e pós-aula prática, que foram analisados no *excel*. Com o objetivo de avaliar as percepções dos estudantes em relação ao nível de motivação, engajamento com os conteúdos abordados e compreensão dos conceitos biológicos e químicos trabalhados. O questionário pré-aula mensurou as expectativas dos alunos e seus conhecimentos prévios, enquanto o questionário pós-aula avaliou o impacto das atividades na aprendizagem e no interesse pelos temas discutidos.

As práticas de impressões digitais e vestígios biológicos foram relacionadas aos casos de Richthofen e Ted Bundy para ilustrar como as técnicas forenses são essenciais na investigação de crimes. No Caso Richthofen, as impressões digitais e vestígios poderiam ajudar a confirmar ou refutar alegações, ligando suspeitos à cena do crime. No Caso Ted Bundy, a análise de provas, como marcas de mordidas e impressões digitais, foi crucial para conectar o criminoso aos assassinatos. Assim, os alunos puderam entender como essas técnicas são fundamentais na resolução de casos reais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da pesquisa indicam um impacto extremamente positivo da aplicação das metodologias ativas e simulações práticas no ensino de biologia. Os questionários revelaram respostas completamente positivas dos alunos, com unanimidade quanto à aplicação do raciocínio lógico e à capacidade de resolução de problemas. Embora desafiadora, essa abordagem foi considerada factível, resultando em um engajamento ativo. Os alunos mostraram grande disposição para trabalhar em equipe, apontando que essa colaboração foi essencial para o sucesso da atividade, fortalecendo habilidades de comunicação e colaboração.

A participação ativa na solução dos casos simulados gerou entusiasmo e aprofundou a compreensão dos conceitos de biologia forense. Durante as atividades, todos os alunos concordaram em participar nas simulações, apresentando maior proatividade nos questionários, discutindo suas hipóteses em grupo e tomando decisões colaborativas sobre a coleta e análise das evidências. A Figura 2 ilustra a impressão digital coletada de um dos alunos durante as atividades, exemplificando uma das etapas do processo investigativo praticado em sala de aula.

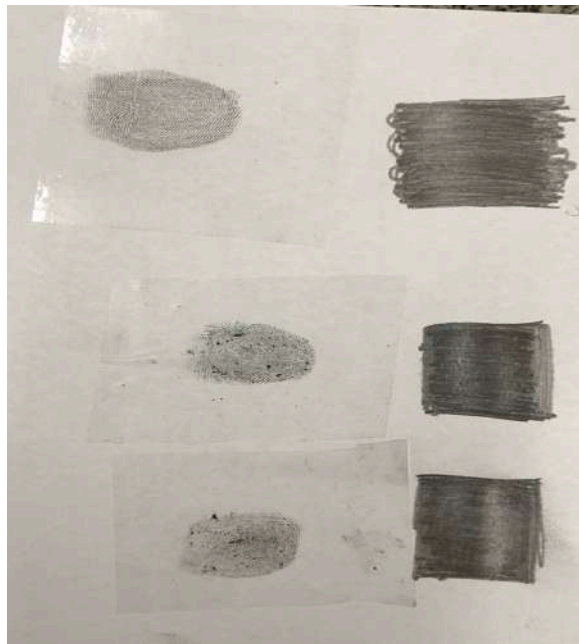
Esses resultados corroboram com as discussões de autores que abordam a importância das metodologias ativas e práticas colaborativas no processo de aprendizagem. Segundo Morim (2002), superar a complexidade das atividades exige compreensão e respeito ao tempo de

aprendizagem de cada aluno, possibilitando uma interação colaborativa onde os alunos trocam ideias e se auxiliam mutuamente. Nesse sentido, o trabalho em equipe foi apontado como essencial para a obtenção dos resultados, corroborando com Kalleder (2012, p.4), que enfatiza que a complementação de habilidades e conhecimentos para atingir objetivos é a principal ideia de uma equipe de trabalho.

Bacich e Moran (2017) também destacam a importância do uso de tecnologias digitais para superar barreiras na implementação de metodologias ativas, especialmente em turmas numerosas. As tecnologias têm transformado a dinâmica escolar, reorganizando o tempo, o espaço e as interações entre alunos, professores e informações, potencializando o impacto dessas práticas no ensino.

Além disso, como observa Santos (2018), o tema forense, muito popularizado pelas mídias, tem atraído diversas pessoas para a área criminalística, embora a realidade muitas vezes se distinga da forma como é retratada na mídia. As atividades práticas realizadas no contexto escolar, portanto, proporcionaram uma visão mais realista e prática da ciência forense, conectando teoria e prática de forma eficiente e engajante.

Figura 2. Impressões digitais de um aluno

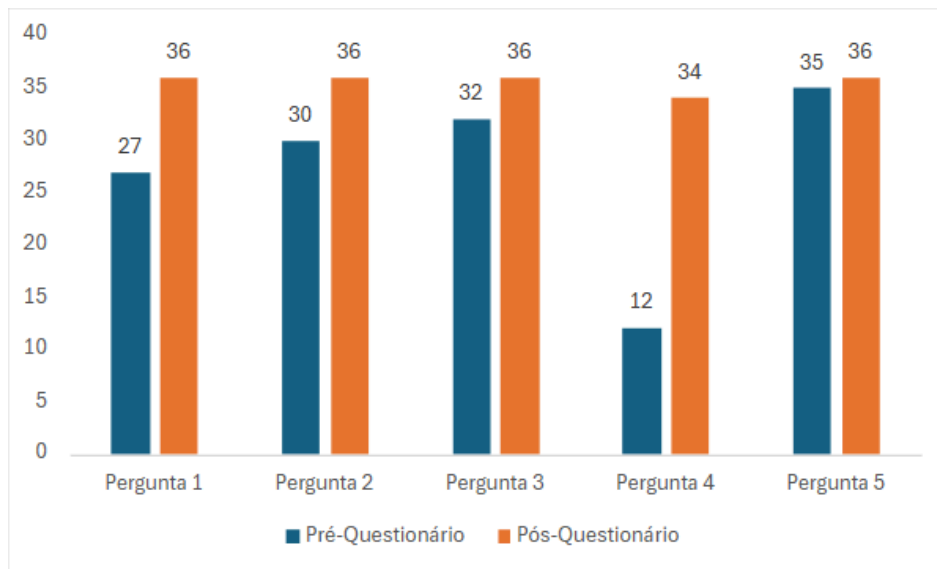


Fonte: Autora, 2024.

Os relatos qualitativos obtidos por meio de entrevistas indicaram que os alunos consideraram a experiência enriquecedora. Eles destacaram a inovação metodológica e a ruptura com o modelo tradicional de aulas expositivas centradas no professor como aspectos positivos da atividade. Além disso, os alunos enfatizaram a corresponsabilização de todos pelo aprendizado, a construção de conhecimento por meio de experiências significativas e o aprendizado em equipe de forma criativa. Os estudantes mencionaram que as simulações ajudaram a tornar conceitos complexos mais acessíveis e relevantes. Um discente comentou: "Foi interessante ver como a biologia pode ser aplicada de maneira prática para resolver problemas do mundo real. Aprendi mais com essa atividade do que em aulas tradicionais. A parte mais legal foi comparar os nossos tipos de impressões digitais com os dos amigos, gerou discussão na sala."

Esses resultados corroboram com as observações de De Oliveira (2018), que destaca que a intervenção baseada em metodologias ativas resultou na satisfação dos participantes, evidenciando a importância de se romper com o modelo tradicional de ensino e de se envolver os alunos no processo de aprendizagem de maneira mais colaborativa e significativa. Poletto (2017) e Ribeiro *et al.* (2024) também afirmam que a biologia forense, quando aplicada como uma metodologia ativa, auxilia significativamente no processo de ensino e aprendizagem. Isso é refletido na etapa pós-atividade, onde os questionários mostraram que os estudantes conseguiram reter melhor os conceitos abordados, evidenciando um aumento na pontuação média dos testes pós-questionário em comparação com as avaliações anteriores, conforme ilustrado no gráfico 1.

Gráfico 1. Comparativo entre **pré e pós-questionário**. Comparação entre o número de respostas afirmativas antes e após a simulação prática, demonstrando a evolução no aprendizado e engajamento dos alunos. No **eixo Y**, estão indicados os números de respostas afirmativas (quantidade de respostas positivas fornecidas pelos alunos), enquanto no **eixo X**, são apresentadas as duas fases da pesquisa: questionários de pré-simulação e pós-simulação. Este gráfico permite observar a evolução no entendimento dos alunos sobre os temas abordados, evidenciando o impacto da simulação prática no aprendizado e no engajamento.



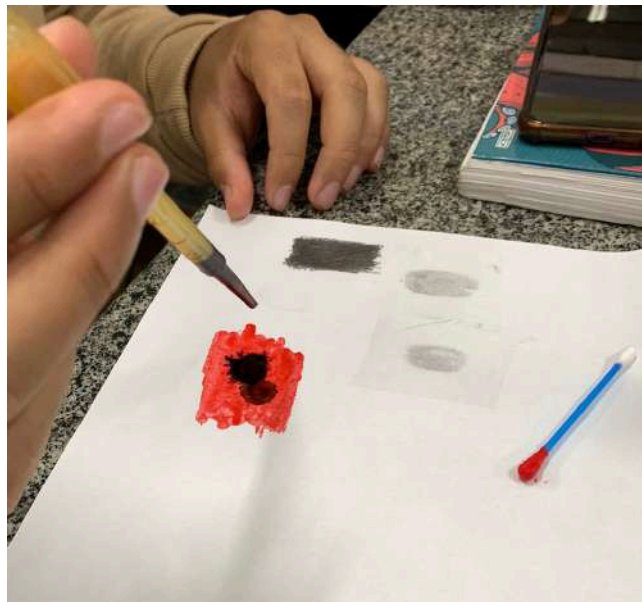
Fonte: Autora, 2024.

A comparação entre os resultados do pré e pós-questionário (Gráfico 1) destacou o aumento no engajamento e na compreensão dos alunos, evidenciando a eficácia das metodologias ativas no ensino de conceitos complexos, como genética e biologia molecular.

A atividade de coleta de impressões digitais possibilitou aos alunos uma compreensão mais clara da relação entre genética e características fenotípicas, como os padrões únicos das impressões digitais. Além disso, a simulação de análise de vestígios biológicos, realizada com amido de milho e corante, facilitou o entendimento sobre o processo de identificação forense e destacou a importância dos vestígios biológicos na resolução de crimes. Essas práticas demonstraram potencial para aumentar o engajamento e a motivação dos estudantes ao aplicarem teorias biológicas em contextos práticos relacionados à ciência forense. A Figura 3 apresenta um momento da atividade em que um aluno aplica iodo ao amido, exemplificando a análise de vestígios biológicos na prática investigativa.

Libâneo (1998) reforça que a organização e a gestão adequadas do ambiente escolar são essenciais para apoiar a implementação de estratégias como essas, garantindo que os recursos e a infraestrutura estejam alinhados aos objetivos pedagógicos previamente definidos. Isso é particularmente relevante no contexto da aplicação de metodologias ativas, como as simulações práticas de ciência forense, que exigem um ambiente preparado e estruturado para que os estudantes possam interagir de maneira eficaz com os conceitos e as ferramentas utilizadas na aprendizagem.

Figura 3. Aplicação do lodo na mistura de amido e corante alimentício na simulação de vestígios biológicos.



Fonte: Autora, 2024.

Os resultados da pesquisa indicam um impacto positivo significativo das metodologias ativas, especialmente com a aplicação de simulações práticas no ensino de biologia e ciências forenses. Os dados do pré-questionário mostraram que, inicialmente, a maioria dos estudantes tinha um conhecimento limitado sobre técnicas de investigação forense, com destaque para a ausência de experiências práticas anteriores, como evidenciado pela alta proporção de respostas negativas na questão sobre o contato prévio com métodos de investigação forense. No entanto, os resultados do pós-questionário indicaram uma melhora significativa na compreensão dos temas abordados, com aumento expressivo nas respostas positivas relacionadas ao uso de metodologias ativas, como as simulações, e à integração entre biologia, genética e ciência forense.

A análise estatística, realizada por meio do teste de *Wilcoxon*, confirmou que as diferenças observadas eram estatisticamente significativas ($p < 0,05$), reforçando o impacto positivo da abordagem prática no aprendizado. De acordo com Darroz (2018), metodologias ativas, como as simulações práticas, ajudam os alunos a desenvolverem uma mentalidade crítica ao aplicarem conceitos em contextos reais. Essa abordagem é essencial para formar cidadãos conscientes e preparados para os desafios do mundo contemporâneo. De Moura (2022) reforça

que a implantação de metodologias ativas supera, muitas vezes, os desafios iniciais, trazendo resultados surpreendentemente positivos, especialmente em um contexto educacional que clama por mudanças nos modelos tradicionais de ensino.

Além disso, estudos de Freeman *et al.* (2014) sugerem que as metodologias ativas, incluindo simulações práticas, aumentam o desempenho e o engajamento dos estudantes, especialmente em disciplinas de ciências e matemática. No entanto, a implementação dessas metodologias requer políticas de apoio e investimentos em infraestrutura, como sugerido por Valente, Almeida e Geraldini (2017), para superar as barreiras iniciais, como a falta de tecnologia adequada e a resistência de alguns docentes.

De acordo com Da Silva Neto *et al.* (2024), a aprendizagem personalizada é uma grande oportunidade dentro das metodologias ativas. Essas abordagens permitem que os professores adaptem as atividades conforme o ritmo e as necessidades de cada aluno, proporcionando um aprendizado mais eficaz e alinhado com as dificuldades individuais. Além disso, Berbel (2011) destaca que metodologias ativas, como o *Team-Based Learning* (TBL), promovem a participação ativa dos alunos, incentivando a reflexão, a construção do conhecimento e a autonomia, permitindo o desenvolvimento de habilidades colaborativas.

Esses achados estão em consonância com a ideia de que práticas pedagógicas baseadas em metodologias ativas, como as simulações forenses e o TBL, ampliam a motivação e a compreensão dos estudantes. Oliveira (2021) aponta que, nas escolas brasileiras, a falta de incentivo para práticas colaborativas pode dificultar o desenvolvimento de habilidades como a cooperação e o protagonismo estudantil, tornando ainda mais relevante a adoção de metodologias que promovam o trabalho em equipe. Assim, as simulações forenses e metodologias como o TBL são ferramentas eficazes para engajar os alunos e ajudá-los a aprender de forma mais aplicada e colaborativa.

Para estudos futuros, é recomendado expandir a amostra para incluir escolas de diferentes regiões e realidades socioeconômicas. Também seria interessante explorar a incorporação de tecnologias, como realidade aumentada, para enriquecer ainda mais as simulações práticas e estudar o efeito comparativo entre metodologias ativas diversas.

4. CONCLUSÃO

A aplicação de metodologias ativas, como as simulações práticas em ciência forense, demonstrou ser uma estratégia eficaz para promover o engajamento, motivação e compreensão

dos alunos sobre conceitos de biologia, química e genética. As atividades realizadas permitiram a conexão entre teoria e prática, além de evidenciar o potencial interdisciplinar e pedagógico dessas abordagens. Esse estudo reforça a importância de incorporar práticas inovadoras no ensino, contribuindo para a formação crítica e científica dos estudantes.

A prática docente, ao adotar metodologias ativas de aprendizagem, se transforma em um processo mais dinâmico e centrado no aluno. O professor, como facilitador do conhecimento, desempenha um papel fundamental na criação de ambientes de aprendizagem que incentivam a exploração, o questionamento e a colaboração. No contexto da ciência forense, essas metodologias ganham um caráter ainda mais significativo, pois permitem aos alunos aplicar conteúdos teóricos de maneira prática e envolvente.

Esse tipo de abordagem proporciona uma experiência educacional mais rica, conectando os alunos ao conteúdo de forma mais profunda e significativa. Ao integrar essas práticas no ensino de ciências, os docentes contribuem para o desenvolvimento de habilidades críticas e para a formação de cidadãos mais preparados para lidar com os desafios complexos do mundo contemporâneo. Assim, as metodologias ativas se mostram como um caminho promissor para transformar a educação, tornando-a mais interativa, colaborativa e alinhada às necessidades do século XXI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACICH, L.; MORÁN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. **Penso Editora**, 2017.

BASSO, J. P. P.; FERRAZ, A. O.; SOUSA, G. C. S. **O uso da biologia forense como eixo temático para o ensino de ciências biológicas**. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista (Unesp). 20 jan. 2023.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BERRIEL, Y. G.; BABÁ, A. Y.; OSSUCCI, G.; GIANOTTO, D. E. P. Biologia Forense na sala de aula. **Colloquium Humanarum**, Presidente Prudente, v. 8, n. 1, p. 53-58, jan./jun. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BOLLELA, V. R. et al. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 47, n. 3, p. 293-300, 2014.

CARDOSO, T. C. **Uso da biologia forense como ferramenta investigativa para o ensino de genética**. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Estadual do Piauí, Teresina. 6 ago. 2020.

CRUZ, A.; RIBEIRO, V. G. P.; LONGHINOTTI, E.; MAZETTO, S. A Ciência Forense no ensino de Química por meio da experimentação investigativa e lúdica. **Química nova na escola**, v. 38, n. 2, p. 167-172, 2016.

DA SILVA, G. C. R. F.. O método científico na psicologia: abordagem qualitativa e quantitativa. **Psicologia.com**. v. 23, n. 08, p. 2020, 2010.

DA SILVA NETO, Raimundo Cazuzza et al. Metodologias ativas no ensino da matemática: desafios e oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 7, p. 2090-2103, 2024.

DARROZ, L. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. **Revista Espaço Pedagógico**. 25. 576-580. 10.5335/rep.v25i2.8180. 2018.

DE MATTOS, K. R. C.; AMESTOY, M. B.; DE TOLENTINO NETO, L. C. B.. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 18, n. 40, p. 22-34, 2022.

DE MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem e os desafios educacionais da atualidade. **XI Encontro Nacional de Dirigentes de Graduação das IES Particulares**, nov. 2022.

DE OLIVEIRA, C.; MARQUES, V. F.; SCHRECK, R. S. C. Aplicação de metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem: relato de experiência. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 9, n. 19, p. 674-684, 2017.

DO NASCIMENTO, T. E.; COUTINHO, C. Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências. **Multiciência online**, v. 2, n. 3, p. 134-153, 2016.

FILHO, A. P. A. dos S. et al. Ciência Forense como ferramenta de ensino através da aprendizagem significativa: intervenções nas escolas de ensino médio no município de Maracanaú. **Revista Binacional Brasil e Argentina: diálogo entre as ciências**, v. 11, n. 1, p. 111-124, 2022.

FREEMAN, S. et. al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014.

INTERAMINENSE, B. K. S. A importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma metodologia interativa. Universidade Federal do Vale do São Francisco. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**. 2019.

JULIO, J.; VAZ, A.; FAGUNDES, A. Atenção: Alunos engajados-Análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, p. 63-81, 2011.

KALLEDER, H. A importância do trabalho em equipe no ambiente cooperativo. São Paulo: **FABE em Revista**, 2012.

LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão das escolas -teoria e prática**. Goiânia: Alternativa, 1998.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; LORETO, E. L. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018.

MARQUES, H. R.; CAMPOS, A.C.; ANDRADE, D.M. et.al. Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. Avaliação: **Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 26, n. 3, p. 718–741, set. 2021.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?. **Cadernos de saúde pública**, v. 9, p. 237-248, 1993.

MORIM, E. **A religião dos saberes**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

MUNHOZ, A. S. Aprendizagem Ativa via Tecnologias. [livro eletrônico]. Curitiba: **InterSaberes**. 2019. Disponível em: <https://www.intersaberes.com/livro-gratis-aprendizagem-ativa-via-tecnologias/>. Acesso em: 11 dez. 2024.

OLIVEIRA, V. B. de. **Aprendizagem baseada em equipe: percepções de alunos e professores de química do ensino médio**. Dissertação de Mestrado (Química). Universidade Estadual de Londrina. 18 fev. 2021.

PEREIRA, S.; ALICH, V. A avaliação do pensamento crítico numa perspectiva psicológica. **Pensamento crítico na educação. Desafios atuais**, p. 87-98, 2015.

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

REIS, A. F. M.; LINDOSO, A.C.P.; OLIVEIRA, É.B. et.al. Ciência forense no ensino de biologia. Instrumento: **Revista de Estudo e Pesquisa em Educação**, v. 24, n. 3, 2022.

RIBEIRO, K. et al. DA CENA DO CRIME AO LABORATÓRIO: a ciência forense como metodologia de ensino. **Revista Ciências & Ideias**. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ.

ROCHA, C. R. **Investigação criminal: sequência didática e jogo de estratégia colaborativa que desenvolvem conhecimentos em biotecnologia**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas (Instituto de Biologia). São Paulo. 31 ago. 2022.

SANTOS, A. E. dos. As principais linhas da biologia forense e como auxiliam na resolução de crimes. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 7, n. 3, p. 12-20, 2018.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M.C.; PINO, J.C. et al. A utilização da ciência forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educación química**, v. 24, n. 1, p. 49-56, 2013.

TEIS, Denize Terezinha; TEIS, Mirtes Aparecida. A abordagem qualitativa: a leitura no campo de pesquisa. **Biblioteca On-line de Ciências da Comunicação**, v. 1, p. 1-8, 2006.

TRÉZ, T. A. Caracterizando o método misto de pesquisa na educação: um continuum entre a abordagem qualitativa e quantitativa. **Atos de Pesquisa em Educação**, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 1157, 2013.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. de; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, abr. 2017.

ANEXO 1 - Tipos de Impressões Digitais. Disponível em: <https://sl.bing.net/Ltdy0XFIn6>.
Acesso em: 5 nov. 2024.



presilha
(loop)



verticilo
(whorl)



arco
(arch)

APÊNDICE 1 - Roteiro de aula prática

Atividade 1: Coleta de Impressões Digitais (35 minutos)

Materiais: fita adesiva, grafite, papel branco.

Procedimento:

- **Preparação do material:** Pegue o lápis e pinte um espaço para posicionar o dedo no grafite em cima.
- **Criação da camada de grafite:** Com o dedo de sua escolha, pressione suavemente na superfície onde está o grafite em pó. Movimente o dedo de forma a cobrir a ponta de forma uniforme. Não é necessário pressionar com força, apenas garantir que o grafite adira à pele.
- **Transferência para a fita adesiva:** Retire um pedaço de fita adesiva e aplique suavemente sobre a ponta do dedo onde o grafite foi depositado. Certifique-se de cobrir completamente a área do dedo.
- **Transferência para o papel:** Retire a fita adesiva com cuidado e cole-a no papel branco. Pressione levemente para garantir que a impressão digital seja transferida corretamente. A impressão digital ficará visível na fita adesiva.
- **Análise:** Utilize uma lupa (opcional) para observar os padrões formados pelas linhas da impressão digital (arcos, espirais ou laços). Observe as particularidades de cada padrão e como eles se diferenciam uns dos outros.
- **Discussão:** Após observar a impressão digital, inicie uma discussão com os colegas sobre a importância de comparar as impressões digitais com um banco de dados, como é feito em investigações forenses. Discuta também os possíveis problemas que podem surgir caso a impressão seja mal coletada, como falhas na leitura e dificuldades na identificação.

Questões para reflexão:

Por que é importante comparar impressões digitais com um banco de dados?

O que aconteceria se a impressão fosse mal coletada?

Atividade 2: Análise de Vestígios Biológicos (50 minutos)

Materiais: amido de milho com corante vermelho, conta-gotas, solução de iodo.

Procedimento:

- **Preparação do "sangue simulado":** A professora preparou uma amostra de sangue falso utilizando amido de milho misturado com corante vermelho, simulando o sangue em uma cena de crime. A mistura foi feita de forma a criar uma substância homogênea e com aparência semelhante à do sangue real.
- **Aplicação da solução de iodo:** Com o auxílio de um conta-gotas, aplique cuidadosamente algumas gotas de solução de iodo sobre a amostra preparada pela professora.
- **Observação da reação:** Quando o iodo entra em contato com o amido, ocorre uma reação que resulta em uma coloração azul escura ou preta. Essa mudança de cor indica a presença de amido na amostra, simulando a identificação de vestígios biológicos, como o sangue verdadeiro, em investigações forenses.
- **Discussão:** Após a observação, discuta com os colegas sobre a importância dos testes bioquímicos na identificação de vestígios biológicos, como proteínas ou hemoglobina, em investigações, e a precisão necessária para evitar erros, como falsos positivos.

Questões para reflexão:

Como a identificação de vestígios biológicos auxilia em uma investigação?

Que erros podem ocorrer em um teste químico e como evitá-los?

APÊNDICE 2 - Procedimento: Sequência didática (impressões digitais)

Habilidade BNCC: **(EM13CNT205)** Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

Objetivos específicos:

- Compreender a importância das impressões digitais;
- Aplicar técnicas de coleta e análise;
- Identificar padrões de impressões digitais;
- Promover discussões em grupo.

Os alunos alcançaram os objetivos ao realizarem a coleta de impressões digitais com grafite, fita adesiva e papel branco. Durante o processo, puderam identificar os diferentes padrões, como arcos, espirais e laços, com o auxílio de lupas. A atividade permitiu compreender a importância das impressões digitais na identificação forense, enquanto as discussões em grupo promoveram uma reflexão sobre os cuidados necessários na coleta e a aplicabilidade dos conceitos aprendidos.

Procedimento:

A) Revisão da aula teórica (5 minutos): Iniciar com uma breve revisão teórica sobre a importância das impressões digitais na identificação forense, destacando como elas são únicas para cada indivíduo e seu uso em investigações criminais.

B) Distribuição de Materiais (5 minutos): Os materiais necessários para a coleta de impressões digitais serão distribuídos entre os alunos que serão divididos em grupos. Esses materiais incluem grafite para revelação de impressões, fita adesiva transparente para a transferência das impressões, cartões de identificação para a catalogação das evidências.

C) Coleta das Impressões Digitais (5 minutos): Sob orientação, os alunos irão coletar suas próprias impressões digitais. Eles deverão seguir procedimentos rigorosos para assegurar a precisão e a preservação das evidências, utilizando as técnicas discutidas previamente.

D) Análise e Documentação (10 minutos): Após a coleta, os alunos analisarão as impressões digitais obtidas, registrando suas observações detalhadamente. Cada impressão deve ser documentada na folha branca. Foi mostrado imagens de impressões digitais mais comuns (Anexo A) e pedido para que cada um escrevesse ao lado de sua digital seu tipo (arco, laço ou espiral).

E) Discussão e Conclusões (10 minutos): Ao final da simulação, os alunos compartilharão suas anotações e discutirão suas observações em grupo, além de comparar suas digitais com as dos outros colegas. A discussão terá como foco a importância da coleta adequada de impressões digitais na investigação criminal, bem como a relevância de um procedimento metódico para a resolução eficaz de crimes. Por último, irão terminar de responder o relatório com as perguntas sobre a prática.

APÊNDICE 3 - Procedimento: Sequência didática (vestígios biológicos)

Habilidade BNCC: **(EM13CNT205)** Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

Objetivos:

- Compreender a aplicação da genética na investigação forense;
- Relacionar teoria e prática;
- Promover o trabalho em equipe e o pensamento crítico;
- Discutir desafios e fomentar a consciência da ciência no contexto social.

Procedimento:

A) **Revisão da aula teórica:** Iniciar com uma breve revisão teórica sobre vestígios biológicos e sua importância nas investigações forenses. Explicar como vestígios como sangue, cabelo, saliva e outros fluidos corporais podem ser usados para identificar indivíduos e fornecer provas cruciais em investigações criminais.

B) **Execução e Aplicação:** A atividade será dividida em duas etapas: coleta de vestígios e análise dos resultados. Cada grupo de alunos trabalhará de forma independente durante a coleta, incentivando a colaboração e o pensamento crítico. A sessão de discussão final proporcionará um espaço para que os alunos conectem a teoria à prática, reconhecendo a importância da genética na identificação de indivíduos a partir de vestígios biológicos.

C) **Distribuição de Materiais (5 minutos):** Os alunos serão divididos em pequenos grupos para facilitar a condução da simulação e a análise detalhada dos vestígios. Cada grupo receberá um conjunto de materiais necessários, incluindo cotonetes, amido de milho com corante vermelho alimentício (sangue simulado), iodo 2%, pipetas e papel branco.

D) **Coleta de Vestígios Biológicos (15 minutos):** A orientadora fornecerá instruções detalhadas sobre o procedimento padrão para a coleta de vestígios biológicos. Os alunos utilizarão cotonetes

para coletar amostras de sangue simulado. Durante a coleta, os alunos serão incentivados a aplicar conceitos de genética, discutindo como o DNA pode ser extraído e analisado para identificar suspeitos.

E) Análise dos Vestígios (20 minutos): Após a coleta, os alunos terão aproximadamente 20 minutos para realizar testes simples de identificação dos vestígios.

F) Discussão e Resolução de Problemas (10 minutos): Ao final da simulação, haverá uma discussão em grupo onde os alunos poderão compartilhar suas observações e discutir os desafios enfrentados durante a atividade. A orientadora conduzirá uma sessão de perguntas e respostas, focando na importância da coleta e análise adequadas de vestígios biológicos na investigação criminal. Durante a discussão, será enfatizada a relevância dos conceitos genéticos na análise forense, como a identificação de perfis genéticos e a aplicação de técnicas de DNA.

APÊNDICE 4 - Questionário pré aula prática

Investigação Forense no Ensino Médio

Objetivo: Este questionário tem como finalidade avaliar o conhecimento inicial dos alunos antes das práticas de simulações forenses.

1.Você já ouviu falar sobre técnicas de coleta de impressões digitais utilizadas em investigações criminais? () Sim () Não

2.Você acredita que vestígios biológicos, como sangue ou saliva, podem ser analisados para identificar suspeitos em um crime? () Sim () Não

3.Você entende como a biologia e a genética podem ser aplicadas na resolução de crimes? () Sim () Não

4.Você já teve contato prático com algum método de investigação forense em sala de aula? () Sim () Não

5.Você considera importante aprender sobre ciência forense como uma forma de aplicar conhecimentos de biologia e química? () Sim () Não

APÊNDICE 5 - Questionário pós aula prática

Investigação Forense no Ensino Médio

Objetivo: Este questionário tem como finalidade avaliar os conhecimentos adquiridos e as percepções dos alunos após as práticas de simulações forenses.

1. Após a aula prática, você se sente mais confiante em explicar como as impressões digitais podem ser coletadas e utilizadas em investigações criminais? () Sim () Não

2. A prática ajudou você a compreender como vestígios biológicos, como sangue ou saliva, podem ser analisados para identificar suspeitos? () Sim () Não

3. Você acha que entendeu melhor como a biologia e a genética se aplicam na resolução de crimes após a simulação? () Sim () Não

4. Você acredita que o uso de metodologias ativas, como simulações, torna o aprendizado mais interessante e eficaz? () Sim () Não

5. Você considera importante aprender sobre ciência forense como uma forma de aplicar conhecimentos de biologia e química? () Sim () Não

ATA DE DEFESA DO TCC

Às 16:30 h do dia 20/01/2025, pela plataforma google meet, reuniu-se a banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da Licenciatura em Biologia do *Campus* Planaltina do IFB, sob a presidência do(a) orientador(a) Dra. Samira Rezende Duarte e participação dos(as) examinadores(as) Dra. Susana Suely Rodrigues Milhomem Paixão e Dr. Marcelo de Faria Salviano, para avaliar o TCC intitulado: INVESTIGAÇÃO CRIMINAL NO ENSINO DE BIOLOGIA: metodologias ativas e ciência forense no contexto escolar, apresentado pelo(a) discente Mariana Gonzaga Lara, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado(a) em Biologia. A presidência declarou instalados os trabalhos, dando início à mencionada apresentação que durou cerca de 20 minutos. Em seguida, foram realizadas as perguntas dos(as) examinadores(as). Na sequência, a banca se retirou para deliberações e cálculo da média. Em seguida, a banca retornou à plataforma, ocasião em que a presidência leu o resultado alcançado, que é o seguinte:

MÉDIA igual a 8,2

Recomendação:


Aceito sem modificação


Aceito com modificação, tendo o prazo de **10 dias para entrega da versão final**


Recusado


Nada mais havendo para ser tratado, a presidência deu por encerrados os trabalhos às 18: 13h, agradecendo aos presentes e lavrando esta ata, que depois de lida e aprovada, é enviada ao *e-mail* do(a) discente e dos(as) examinadores(as) para anuência e assinaturas.

Obs: caso o(a) discente não entregue a versão final, haverá restrições relativas à emissão de documentos por parte do registro acadêmico, tais como: declaração de conclusão de curso, histórico escolar completo, diplomas e outros documentos inerentes às informações comprobatórias de conclusão deste curso.

Documento assinado digitalmente
 **SAMIRA REZENDE DUARTE**
Data: 20/01/2025 18:24:12-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **SUSANA SUELY RODRIGUES MILHOMEM PAIXÃO**
Data: 20/01/2025 18:32:43-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **MARCELO DE FARIA SALVIANO**
Data: 21/01/2025 11:35:07-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **MARIANA GONZAGA LARA**
Data: 22/01/2025 20:56:11-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento Digitalizado Público

TCC da Mariana Gonzaga Lara

Assunto: TCC da Mariana Gonzaga Lara
Assinado por: Sílvia Fernandes
Tipo do Documento: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Sílvia Dias da Costa Fernandes**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/02/2025 11:07:22.

Este documento foi armazenado no SUAP em 05/02/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 673588

Código de Autenticação: c473081268

