

**Curso Superior de Licenciatura em Biologia**

ISABELLA VITÓRIA CASTRO DE OLIVEIRA

**CIÊNCIAS FORENSES E INVESTIGAÇÃO CRIMINAL NO ENSINO DE  
CIÊNCIAS E BIOLOGIA: revisão sistemática e análise de conteúdo**

Planaltina-DF  
2025

ISABELLA VITÓRIA CASTRO DE OLIVEIRA

**CIÊNCIAS FORENSES E INVESTIGAÇÃO CRIMINAL NO ENSINO DE  
CIÊNCIAS E BIOLOGIA: revisão sistemática e análise de conteúdo**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Biologia do *Campus* Planaltina do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de licenciada em Biologia.

Orientadora: Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa

Planaltina-DF  
2025

*Dedico este trabalho aos autores e pilares da minha vida:  
primeiramente a Deus, pois dele, por ele e para ele são todas as  
coisas e secundamente aos meus pais que TUDO fizeram para  
que eu realizasse e fosse autora dos meus próprios sonhos.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero expressar minha profunda gratidão à minha família. Aos meus pais, que sempre foram minha base, minha inspiração e minha fonte de força, devo tudo o que sou. Cada conquista minha carrega um pouco de vocês, e por isso meu coração se enche de amor e gratidão.

À minha mãe, Divina Pereira de Castro, dedico todo e qualquer sucesso meu. Ela, que sob muito sol, me fez chegar até este momento oferecendo sempre a sua sombra. Que, mesmo com três jornadas por dia, nunca deixou faltar nada. Que, independente dos recursos, esteve ao meu lado me apoiando, fosse me levando de carro à escola ou dividindo um guarda-chuva na caminhada debaixo de um temporal às 7h da manhã. Que, com seus 1,50 e poucos de altura e sua companhia constante, sempre me fez sentir imbatível diante de qualquer perigo. Obrigada por cada conselho, por cada comida colocada na minha boca, fosse aos seis meses de idade ou aos vinte e um anos, quando eu não tinha tempo para parar de estudar, pelo amor incondicional, pelo companheirismo e pela minha vida. Cada gesto de amor, cada palavra de incentivo e cada sacrifício feito por você ficaram gravados em minha alma, e para sempre eu me lembrarei.

Ao senhor Augusto para uns, Carlinhos para outros e, para mim, simplesmente meu Pai, meu eterno amor e meu mais profundo agradecimento. Obrigada por ser a minha base firme e o meu ponto de apoio em todas as fases da vida. Obrigada por ser o caminho seguro ao qual sei que sempre posso retornar quando precisar, encontrando acolhimento. Você é minha maior inspiração em empatia, generosidade e companheirismo. Obrigada por me mostrar a fé e me levar para perto de Deus sempre que possível. Isso foi essencial na minha jornada. Obrigada por todo amor, por cada puxão de orelha e por tantos anos dedicados ao meu futuro.

Agradeço também às minhas duas famílias, Castro e Oliveira, que de alguma forma foram amparo, apoio, proteção e cuidado, se não diretamente a mim, aos meus pais. Meu muito obrigada! Sem vocês, com certeza meu caminho teria sido muito mais difícil.

À dona Cecília, minha avó, deixo um agradecimento especial. Um exemplo de mulher que, mesmo sem tantas oportunidades, sempre foi persistente, forte, trabalhadora, mãe amorosa e apaixonada por Deus. Eu diria que ela é a rocha matriz de todos os que a conhecem, um exemplo de fé e uma inspiração. Essa conquista é nossa, vó!

Deixo também meu agradecimento a todo ombro amigo, àqueles que dançaram e sorriram comigo, mas que também secaram minhas lágrimas e ouviram todas as minhas lamentações e reclamações, que foram muitas. À minha família: Isadora, minha confidente e companheira para a vida toda. Ana Lúcia, sempre presente ao meu lado com todo carinho e amor. Cinthia, minha inspiração e incentivadora particular para que eu alcance um futuro maior.

Às minhas melhores amigas de longuíssima data, as musas da direita Jaciara e Letícia, que são meu bauzinho e porto seguro, onde sei que não há julgamentos, às vezes há sim, mas que posso contar de olhos fechados.

Aos meus grandes amigos e parceiros de vida, Rayane, Bruna, Filipe, Lana e Dany, obrigada por apoiarem minhas escolhas e serem refúgio para as minhas preocupações.

À minha panelinha da Bio, Aline e Suzana, que levarei no coração e na memória para sempre. Sem vocês, talvez esses quatro anos não tivessem sido tão felizes.

Deixo também meu agradecimento especial à minha orientadora Mayara que me auxiliou e acompanhou ao longo deste ano. Sua orientação, paciência e dedicação foram fundamentais para meu crescimento acadêmico e pessoal.

A todos vocês, meu muito obrigada. Cada um, à sua maneira, contribuiu para que eu chegasse até aqui, e esta vitória é, sem dúvida, compartilhada com cada pessoa que esteve ao meu lado.

Eu amo vocês!!! E, mais uma vez, obrigada!

## RESUMO

Ao longo dos anos, o ensino de ciências e biologia tem buscado metodologias mais dinâmicas e contextualizadas, capazes de promover aprendizagens significativas. Nesse contexto, as Ciências Forenses (CF) e a Investigação Criminal (IC) destacam-se como temáticas interdisciplinares que aproximam o conteúdo escolar da realidade, despertando o interesse dos estudantes e fortalecendo o vínculo entre teoria e prática. Considerando o potencial pedagógico dessas abordagens, este trabalho teve como objetivo identificar e analisar como as CF e a IC vêm sendo exploradas no ensino de Ciências e Biologia, mapeando tendências, contribuições e lacunas na literatura. Trata-se de uma pesquisa de natureza básica, com objetivos descritivo-exploratórios e caráter bibliográfico, estruturada a partir das etapas da metodologia PRISMA. A abordagem adotada é predominantemente qualitativa, fundamentada na análise de conteúdo conforme preconizado por Bardin (2011). A partir da aplicação de uma estratégia de busca em duas bases de dados (Web of Science e Scopus), fichamento, leitura do material, organização e interpretação, criaram-se categorias temáticas que passaram por uma análise através do *software* Iramuteq, para a validação e quantificação estatística através de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e Análise Fatorial de Correspondência (AFC). Como resultados, identificou-se um forte consenso sobre o potencial da CF/IC para motivar e engajar os alunos (Categorias 1 e 2), mas a Categoria 4 alerta para a necessidade de um debate crítico sobre suas implicações sociais e éticas. A AFC demonstrou que as classes lexicais se alinham com as categorias: as metodologias ativas e a tecnologia (Cat.1, Cat. 2/Classe 2), assim como o Currículo/Formação (Cat. 3/Classe 5) são os pontos centrais da discussão na literatura. Os resultados indicam que a literatura sobre o tema ainda é escassa, mas vem crescendo com foco em metodologias ativas e uso de tecnologias digitais. Tais dados podem ser de interesse para professores atuantes em todos os níveis, bem como formadores de docentes e professores em formação inicial, os quais buscam estratégias inovadoras para tornar o ensino mais atrativo e conectado ao cotidiano dos estudantes. Também pode ser de interesse para pesquisadores da área de Educação em Ciências, que poderão identificar lacunas e novas possibilidades de investigação sobre o uso das CF e IC como recurso didático.

**Palavras-chave:** Ciências Forenses; Investigação Criminal; Ensino de Ciências; Revisão Sistemática; Análise de Conteúdo.

## **ABSTRACT**

Over the years, the teaching of science and biology has sought more dynamic and contextualized methodologies capable of promoting meaningful learning. In this context, Forensic Sciences (FS) and Criminal Investigation (CI) stand out as interdisciplinary themes that bring school content closer to real-life situations, sparking students' interest and strengthening the connection between theory and practice. Considering the pedagogical potential of these approaches, this study aimed to identify and analyze how FS and CI have been explored in Science and Biology education, mapping trends, contributions, and gaps in the literature. This is a basic research study with descriptive-exploratory objectives and a bibliographic nature, structured according to the stages of the PRISMA methodology. The approach adopted is predominantly qualitative, based on content analysis as proposed by Bardin (2011). Using a search strategy in two databases (Web of Science and Scopus), along with data charting, reading, organization, and interpretation, thematic categories were created and analyzed using the Iramuteq software to validate and statistically quantify the data through Descending Hierarchical Classification (DHC) and Correspondence Factor Analysis (CFA). The results indicate a strong consensus on the potential of FS/CI to motivate and engage students (Categories 1 and 2), but Category 4 highlights the need for a critical discussion about their social and ethical implications. The CFA showed that lexical classes align with the categories: active methodologies and technology (Cat. 1, Cat. 2/Class 2), as well as Curriculum/Teacher Education (Cat. 3/Class 5), are central points in the literature. The findings suggest that the literature on the topic is still limited but growing, with a focus on active methodologies and the use of digital technologies. These results may be of interest to teachers at all educational levels, as well as teacher educators and preservice teachers seeking innovative strategies to make learning more engaging and connected to students' daily lives. They may also support researchers in Science Education who wish to identify gaps and new research possibilities regarding the use of FS and CI as teaching resources.

**Keywords:** Forensic Sciences; Criminal Investigation; Science Education; Systematic Review; Content Analysis.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1 Caracterização da Pesquisa</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 Levantamento dos dados e delimitação da amostra</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3 Análise dos dados</b> .....	<b>12</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 Análise de conteúdo e categorização</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e Análise Fatorial de Correspondência (AFC) no software Iramuteq</b> .....	<b>19</b>
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>26</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o ensino de Ciências e Biologia tem buscado estratégias pedagógicas mais atrativas e contextualizadas, com o intuito de promover uma aprendizagem significativa e crítica (Smith; Paradise, 2022). Nesse cenário, as Ciências Forenses (CF) e a Investigação Criminal (IC) surgem como temáticas interdisciplinares e envolventes, capazes de despertar o interesse dos estudantes ao conectar os conteúdos curriculares com situações do cotidiano e do mundo real. Essas áreas são complementares e atuam juntas auxiliando na resolução de crimes. Enquanto a ciência forense aplica princípios e técnicas científicas como biologia, química e física para analisar evidências, a investigação criminal é o processo conduzido pelas autoridades para apurar a ocorrência de um crime, identificar os envolvidos e esclarecer os fatos (Tak, 2021).

Segundo Tomio e Hermann (2019) o ensino de Ciências deve apresentar significado de existência. Com isso, a fortificação do elo entre a prática e a teoria, entre vivências escolares e a realidade, pode trazer sentido às descobertas e à percepção de um propósito, facilitando a aprendizagem e a integração de conceitos no mundo das Ciências. Ademais, sabendo que a tomada de decisões baseada em evidências e a compreensão da ciência na sociedade, são de extrema relevância para a educação científica, trabalhar em conexão com metodologias que se baseiem em CF e IC, torna-se ainda mais relevante; visto que, além de acrescentar habilidades como a argumentação, a cooperação e a interação social, criam um ambiente dinâmico em sala de aula e estimulando o interesse dos alunos (Ducan, 2006).

Isso porque, no contexto educacional, essas temáticas possibilitam o uso de recursos como a análise e estudo de casos, exames de DNA e verificação de vestígios de materiais biológicos, incentivando os alunos a desenvolverem o pensamento crítico, a investigação científica e a aplicação prática do conhecimento teórico (Morelato *et al.*, 2023). Tais métodos promovem uma mais aprendizagem ativa, participativa e, dessa forma, contribuem para tornar o aprendizado mais dinâmico, contextualizado e significativo (Tak, 2021).

A utilização de aulas que sejam envolvidas por metodologias mais ativas pode aumentar significativamente o engajamento dos estudantes. Envolvidos pela curiosidade natural, discentes podem criar conexões ao conteúdo midiático, como em séries de investigação do tipo *CSI*, *Criminal Minds*, *Hawaii-five0*. Além disso, a possibilidade de aplicar conhecimentos científicos em contextos reais em busca de soluções envolvendo enigmas, cenas de crime, pistas torna a aprendizagem mais dinâmica e interessante (Poletto, 2017).

Ademais o uso da ciência forense em sala de aula permite o desenvolvimento de competências previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Magwilang, 2022). Dentre as competências estão: No entanto, para que essa abordagem seja efetiva, é fundamental compreender como ela tem sido explorada academicamente, identificando suas potencialidades, limitações e contextos de aplicação.

A revisão sistemática, aliada à análise de conteúdo, pode permitir mapear e refletir sobre as produções científicas existentes, oferecendo subsídios para práticas docentes mais fundamentadas e inovadoras. Em outras palavras, entendendo o potencial dessas ferramentas, assim como do fato de que a aplicação das propostas em contextos relacionados ao ensino de Ciências e Biologia tem crescido nos últimos anos (Reis *et.al*, 2022; Poletto, 2017), torna-se relevante sistematizar e sumarizar os conteúdos das publicações indexadas, de modo a possibilitar um levantamento e descrição detalhados, para facilitar tanto a implementação de práticas, quanto a visualização de lacunas de pesquisa.

Diante do exposto e após uma busca inicial por análises de conteúdo e revisões sistemáticas relacionadas às Ciências Forenses e à Investigação Criminal no ensino de Ciências e Biologia, foi possível identificar uma lacuna referente à ausência de estudos que utilizem, de forma estruturada, o método de Análise de Conteúdo de Bardin (2011). Nesse sentido, este trabalho emerge da necessidade de compreender como as CF e a IC têm sido abordadas nesse contexto educacional, contribuindo para o fortalecimento e a qualificação de suas aplicações pedagógicas (Jones, 2019) bem como possibilitar a visualização de lacunas de pesquisa, às quais podem ser alvo de pesquisadores que busquem por inovações na área. Assim, o objetivo precípua é sistematizar e analisar conteúdos sobre CF e IC no ensino de Ciências/Biologia presentes nas bases de dados Web of Science e Scopus, a fim de categorizar os enfoques metodológicos e/ou temáticos encontrados, bem como identificar lacunas, contribuições e desafios para o uso dessa temática no ensino.

A área de ensino de Ciências e biologia foi selecionada tendo em vista que ambos, CF e IC, permitem, como previamente citado, a contextualização com os conteúdos, estimulando o pensamento crítico e a aplicação do método científico a partir da observação, formulação de hipóteses, experimentação e análise de dados. Além disso, como já exposto pela literatura, aumenta o engajamento dos alunos, facilita a interdisciplinaridade, abre a possibilidade de discussões sobre ética, justiça e cidadania (Fakayode et al., 2017).

Sendo assim, a realização de uma pesquisa qualitativa, aliando revisão sistemática à análise de conteúdo, debruçada sobre um tema no qual a produção ainda é fragmentada e dispersa, permitirá mapear e refletir sobre as produções científicas existentes. A partir disso,

surtem oportunidades para inovação curricular e aplicação de propostas bem fundamentadas, permitindo conhecer o que já foi estudado e publicado, evitando a repetição de abordagens ou projetos semelhantes, bem como identificando novas possibilidades de atuação pedagógica. Apesar de existirem trabalhos abordando temáticas similares (Abouzahir et al., 2024; Mariniak, 2025), não há revisões com o método proposto no presente trabalho, o que se demonstrou um incentivo para a execução da proposta.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 Caracterização da Pesquisa**

Essa é uma pesquisa de natureza básica, quanto aos objetivos, é descritiva-exploratória, quanto aos procedimentos, é uma pesquisa bibliográfica, uma revisão de literatura com base nas fases aplicadas na metodologia PRISMA (Page, Moher e McKenzie, 2022). Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa predominantemente qualitativa, por meio da análise de conteúdo (Prodanov; Freitas, 2013; Bardin, 2011).

### **2.2 Levantamento dos dados e delimitação da amostra**

A revisão sistemática foi escolhida pois se trata de uma abordagem metodológica robusta, que permite identificar, selecionar, avaliar e sintetizar criticamente as evidências disponíveis sobre um determinado tema, de forma transparente, reprodutível e imparcial (Macêdo; Romanowski, 2025). Para tanto, foram selecionadas as bases de dados Web of Science e Scopus, por terem um grande acervo multidisciplinar com mais de 35.000 periódicos de alta visibilidade cada uma, bem como relevância na comunidade acadêmica, com um extenso período de cobertura, ademais, a primeira delas possui categorias específicas voltadas para a educação, o que permite uma melhor seleção dos dados de interesse nessa área e a segunda, possui uma cobertura maior de periódicos na área de educação (Oliveira; Barbosa; Barbosa, 2025; Birkle, et al., 2020; Suela; Moreto; Freitas, 2021).

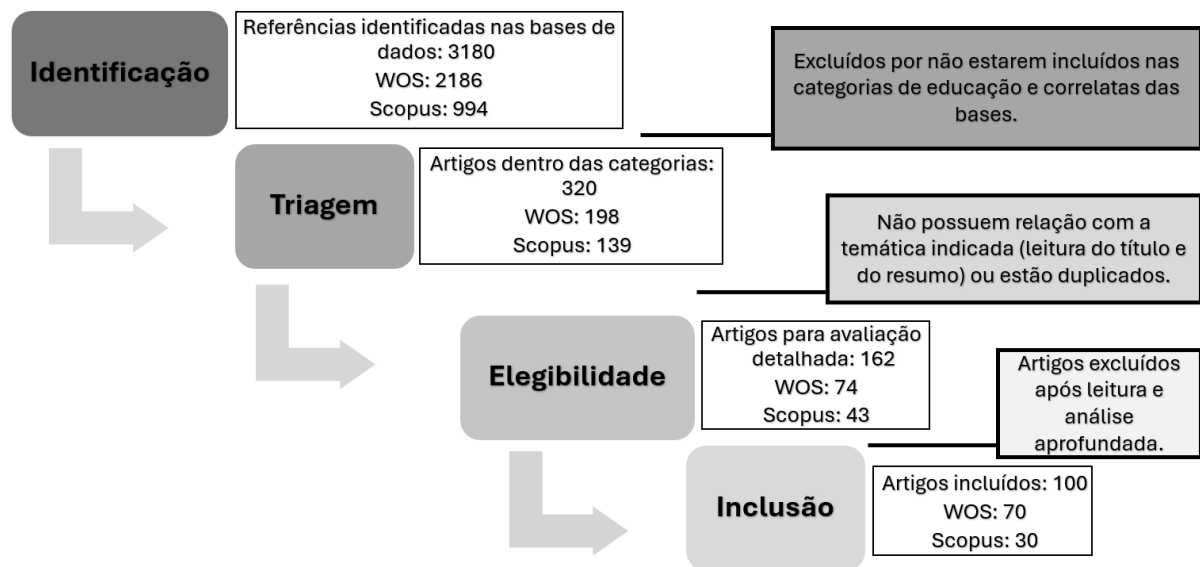
Nas bases foi definido um critério de busca específico para orientar a pesquisa avançada, aplicando um “Query” com o código indicando que as palavras deveriam estar disponíveis no título, nas palavras-chave ou no resumo, seguido pelos descritores, conforme se lê: ((Forensic science OR criminal investigation) AND (curriculum OR teaching OR learning OR education OR "scientific teaching" OR "science teaching" OR "biology teaching"))”. Os descritores foram selecionados a partir de termos mais generalistas, a fim de obter um maior número de trabalhos. Os termos foram selecionados a partir do Thesaurus da Educação Brasileira do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2020), sendo traduzidos

com auxílio do Thesaurus da Educação Internacional, disponibilizado pela Unesco (UNESCO, 2020), já que a busca foi feita em inglês.

Além de estarem alinhados aos nossos objetivos, outros critérios de inclusão e exclusão das publicações foram: 1) artigos completos publicados em periódicos ou eventos, excluindo capítulos de livro, editoriais, cartas e outras publicações sem a revisão por pares; 2) somente publicações disponíveis nas categorias relacionadas à educação ou biologia, a saber: educação nas disciplinas científicas, educação especial, educação e pesquisa educacional, e psicologia educacional; biologia, genética e multidisciplinar. Após o levantamento, foi realizada a análise de dados.

A partir dos processos de triagem, foram selecionados artigos publicados entre os anos de 2006 e 2025. Esse recorte temporal evidencia um recente interesse científico ao assunto.

**Figura 1.** Diagrama de fluxo do processo seguido.



Fonte: Elaboração própria baseada no Método PRISMA.

### 2.3 Análise dos dados

Para análise, das poucas pesquisas até o recente momento sobre CF e IC no ensino de ciência e biologia organização e sistematização dos dados obtidos, foram utilizados os pressupostos de análise de conteúdo de Bardin (2011), com auxílio de softwares para melhor precisão e definição de possíveis categorias, agrupamentos ou classes. O enfoque interpretativo seguiu as três etapas básicas: pré-análise, exploração do material e tratamento e interpretação dos resultados. Tais etapas permitem a descrição cuidadosa dos conteúdos, de

maneira sintética, mas rigorosa, possibilitando conjecturar conhecimentos indo além do que está explícito, proporcionando uma abordagem sistemática e estruturada (Bardin, 2011).

Inicialmente, foram realizadas a leitura dinâmica e a organização dos dados dos artigos na forma de um fichamento simples. Depois, os dados foram organizados para formarem o corpus textual do Iramuteq, eliminando dados (símbolos, dois pontos, reticências etc.) que não são identificáveis no software. Essas fases corresponderam à pré-análise.

Posteriormente, na etapa de exploração do material, ocorreu o processamento sistemático do corpus, no qual os dados previamente organizados e preparados na etapa de pré-análise foram submetidos a um exame minucioso, com a codificação, categorização e quantificação dos elementos de significado, buscando identificar unidades de registro, temas ou núcleos de sentido que respondam aos objetivos da pesquisa. Por fim, na etapa de tratamento e interpretação dos resultados, os dados obtidos foram analisados criticamente e articulados ao referencial teórico, permitindo a inferência e a compreensão aprofundada dos sentidos subjacentes ao conteúdo analisado.

Com o objetivo de refinar a análise, foi utilizado o software Iramuteq versão 0.7 alpha 2 (Ratinaud, 2009), que utiliza precisão estatística a fim de identificar padrões, fazer a análise de frequência de palavras, classificar textos etc. Por ser um amplo conjunto textual para revisão, tal proposta exige muito do pesquisador. Nesse sentido, o Iramuteq pode ser um auxílio robusto para analisar esses dados (Oliveira; Barbosa; Barbosa, 2024; Camargo, Justo, 2013). Através deste programa foram realizadas duas análises multivariadas: a Classificação Hierárquica Descendente (CHD), que classifica segmentos de textos em classes, de acordo com as palavras que aparecem mais em cada grupo, e uma Análise Fatorial de Correspondência (AFC) que apresenta relações entre diferentes grupos e palavras.

A Análise Fatorial de Correspondência (AFC) no Iramuteq é uma técnica estatística multivariada que permite identificar e representar graficamente as associações entre palavras (variáveis) e segmentos de texto (unidades de contexto). Ela se baseia em uma matriz de contingência, na qual as linhas correspondem às classes ou categorias e as colunas às palavras, indicando a frequência com que cada termo ocorre em cada classe. A partir dessa matriz, o software calcula distâncias do tipo qui-quadrado e projeta os resultados em um plano fatorial, de modo que palavras e classes mais próximas no gráfico apresentam maior associação semântica. Assim, a AFC facilita a visualização e a interpretação das relações lexicais e dos eixos temáticos predominantes no corpus analisado.

Já a análise CHD trata-se de uma técnica estatística de agrupamento que organiza os segmentos de texto em classes lexicais homogêneas com base na frequência e coocorrência das

palavras. O procedimento inicia-se com uma análise da matriz de presença das palavras nos segmentos textuais e utiliza o teste do qui-quadrado para identificar os termos mais característicos de cada grupo. Em seguida, o algoritmo realiza divisões sucessivas, separando os segmentos em subconjuntos cada vez mais distintos, até formar classes estáveis com vocabulários estatisticamente diferenciados. O resultado é representado em um dendrograma, no qual as classes mais próximas compartilham maior semelhança lexical e temática.

A utilização do Iramuteq, constituiu um procedimento complementar e de validação empírica dos achados qualitativos; tendo em vista que, enquanto a análise de conteúdo permitiu a categorização interpretativa dos temas com base na leitura e inferência das pesquisadoras, o Iramuteq, por meio das análises multivariadas, ofereceu um suporte estatístico e visual capaz de identificar padrões lexicais, associações entre termos e recorrências semânticas de forma mais objetiva. Isso possibilitou verificar se as categorias emergentes da análise de conteúdo encontram correspondência e consistência lexical no corpus, fortalecendo a confiabilidade e a robustez interpretativa dos resultados.

Ademais, a identificação das classes e da frequência das categorias em determinadas classes revela núcleos de sentido predominantes e relações estruturais entre os temas, o que amplia a compreensão do fenômeno estudado e permite triangular os dados qualitativos com evidências quantitativas, assegurando maior rigor metodológico à pesquisa.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Análise de conteúdo e categorização**

A análise e categorização dos 100 artigos foram realizadas a posteriori, obtendo-se quatro categorias principais (Tabela 1). Essa etapa manteve a consistência dos critérios analíticos aplicados nas fases anteriores (pré-análise e exploração), assegurando rigor metodológico e proporcionando uma compreensão aprofundada das abordagens predominantes nos estudos revisados.

Os artigos agrupados na categoria 1, de metodologias ativas e práticas investigativas utilizando o contexto das ciências forenses, evidenciam a centralidade de abordagens que promovem o protagonismo discente, a resolução de problemas, a interdisciplinaridade e a aplicação dos conteúdos em contextos autênticos de investigação. Essas experiências didáticas envolvem situações reais ou simuladas de gamificação, laboratórios práticos, simulações de cena de crime e estudos de caso baseados em contexto forense, nas quais os estudantes são

chamados a investigar, analisar evidências, interpretar resultados e tomar decisões fundamentadas. As práticas são elaboradas para serem reproduzíveis em diferentes níveis de ensino e são marcadas pela valorização do trabalho colaborativo, da argumentação, da aprendizagem baseada em projetos e da integração entre as áreas das ciências naturais, exatas e até mesmo sociais.

**Tabela 1.** Título, definição, critérios de inclusão e identificação dos artigos incluídos em cada uma das quatro categorias estabelecidas na pesquisa.

<b>Categorias</b>	<b>Definição / Critérios de Inclusão</b>	<b>Qtd</b>	<b>Exemplos de Referências</b>
<b>1. Metodologias ativas e práticas investigativas utilizando o contexto das ciências forenses ou investigação criminal.</b>	Abrange práticas e estratégias de ensino pontuais, que promovem aprendizagem ativa, pensamento crítico e engajamento dos estudantes, tais como PBL ( <i>Problem-Based Learning</i> /Aprendizagem Baseada em Problemas), investigação guiada, estudo de caso, sala invertida, mentoria e interdisciplinaridade. O foco dos artigos é na descrição da aplicação de metodologias ativas ou práticas pontuais.	34	Saribe e Sevimmel (2024); Govan (2014); Marle et.al (2014); Nabais e Costa (2017); Li e Savage (2018).
<b>2. Tecnologias digitais e laboratoriais no ensino, dentro do contexto das ciências forenses, e seus efeitos no ensino e na aprendizagem.</b>	Inclui pesquisas sobre o uso de tecnologias digitais no ensino (realidade virtual/aumentada, simulações, gamificação, AVA, e-learning, ensino remoto ou híbrido) ou tecnologias aplicadas em laboratório para práticas pontuais. Foco principal nas ferramentas tecnológicas e em seus efeitos na aprendizagem.	35	Lebow et.al (2011); Neonaki e Branford-White (2019); Zaragoza e Novell (2018); Angelopoulou e Vidalis (2014).
<b>3. Currículo e proposição de cursos, em todos os níveis de ensino, análise de competências e desenvolvimento profissional.</b>	Reúne artigos que descrevem, propõem ou avaliam currículos, programas de graduação/pós, capacitações, design de cursos ou modelos formativos para o ensino na área forense. Avaliação de competências, formação docente, estratégias de avaliação institucional ou treinamento profissional.	26	Elkins (2012); Li (2021); Garofalo, Chemes e Alonso (2016); Dewitt et.al (2001).
<b>4. Revisões teóricas e de literatura, epistemologia e discussões fundamentais, envolvendo temas éticos, políticos/socio científicos.</b>	Agrupar trabalhos com revisão bibliográfica, discussão conceitual, epistemológica, análise de fundamentos do campo ou abordagens históricas na área forense, relacionadas à educação ou ao ensino. Inclui também artigos que tratam de dilemas éticos, debates sobre justiça, política pública, atitudes, inclusão, diversidade, equidade, práticas responsáveis e integração social em contextos educacionais e profissionais da ciência forense.	5	Andrade (2017). Dufeniuk (2015); Mandracchia, Shaw e Morgan (2012).

Como exemplos de pesquisas incluídas nessa categoria estão os artigos de Somma (2022) e de Farah e Montepare (2022). O primeiro apresenta uma abordagem de ensino baseada na realização de atividades práticas em geologia forense, utilizando o modelo de sala de aula invertida para promover o desenvolvimento de competências investigativas. Nessas atividades, são exercitadas técnicas de coleta, análise e comparação de amostras geológicas, além de simulações de busca por sepultamentos, o que reforça o caráter investigativo e experimental do processo de aprendizagem (Somma, 2022).

O segundo descreve uma experiência intergeracional em que estudantes de ciências forenses aplicam seus conhecimentos na resolução de um cenário simulado de crime. A atividade, desenvolvida em parceria com adultos mais velhos de uma comunidade universitária de aposentados, proporcionou a prática de técnicas de análise de evidências e investigação, promovendo o aprendizado ativo e colaborativo (Farah e Montepare, 2022).

Em geral, o conjunto de artigos dessa categoria evidencia a importância da experimentação como estratégia pedagógica, reforçando a articulação entre a teoria e a prática científica (Abouzahir et al. 2024; Cresswell e Loughlin, 2017; Li, 2021; Lorusso e Gemmellaro, 2023; Styers, Van Zandt e Hayden, 2018). Os resultados dos artigos são positivos em termos de estímulo, motivação e até de resultados de aprendizagem, corroborando a literatura atual, já que a temática de IC/CF desperta o interesse e tem sido combinada às metodologias ativas, as quais, por sua vez, tornam o estudante protagonista na construção do próprio conhecimento, proporcionando uma aprendizagem significativa e crítica (Bacich; Moran, 2018; Lorusso e Gemmellaro, 2023).

A segunda categoria “Tecnologias digitais no ensino dentro do contexto das Ciências forenses e seus efeitos no ensino e na aprendizagem” reúne artigos que investigam o potencial pedagógico de recursos digitais, ambientes virtuais, plataformas online e ferramentas tecnológicas, especialmente aplicadas à formação em Ciências forenses. Entre os exemplos analisados, observa-se desde comparações de currículos internacionais com foco na adoção de recursos tecnológicos até propostas de cursos virtuais, ambientes de simulação, uso de jogos digitais, realidade aumentada e plataformas híbridas. Os artigos convergem ao demonstrar que o uso de tecnologias digitais pode fomentar práticas inovadoras, flexibilizar a aprendizagem, ampliar o acesso ao conhecimento e proporcionar experiências próximas da realidade profissional, mesmo em contextos remotos ou híbridos (Zou *et al.*, 2025). Os efeitos mais observados incluem aumento dos índices de motivação e engajamento dos estudantes, melhora nas habilidades práticas, reforço da aprendizagem colaborativa e maior aderência às demandas do mercado de trabalho em ciência forense (Casey *et al.*, 2023). Contudo, os trabalhos também

apontam desafios relativos à infraestrutura, à necessidade de formação continuada de docentes e à elaboração de estratégias instrucionais que mantenham o foco no protagonismo do estudante e nas competências requeridas pelo campo científico forense (Nilendu, 2024; Ness e Preece, 2025).

Um exemplo de pesquisa incluída nessa categoria é o trabalho de Butz et al. (2006). O artigo descreve o desenvolvimento do *invisible (Interactive Virtual Intelligent System for Scientific Inquiry in a Biology Learning Environment)*, um sistema de tutoria inteligente e ambiente de software multimídia destinado a alunos do ensino médio, que oferece uma experiência virtual e prática de aprendizado em biologia (Butz et al., 2006). Utilizando software interativo e inteligente, os estudantes são colocados em cenários orientados por objetivos que replicam a experiência autêntica de um cientista engajado em métodos de investigação científica. O trabalho detalha o primeiro de três módulos planejados, que se concentra em ciência forense e na aplicação de evidências de DNA, cabelos, fibras e outros vestígios para resolver um problema de cena de crime.

A categoria 3 “Currículo, competências e desenvolvimento profissional como foco central da pesquisa” reúne artigos que descrevem, analisam e propõem currículos inovadores, especialmente para programas de graduação e pós-graduação, mas inclui também capacitações e modelos formativos voltados à educação forense em diferentes contextos e níveis de ensino. Os trabalhos enfatizam a necessidade de atualizar os referenciais curriculares, definir competências-chave para a atuação profissional e implementar estratégias de avaliação formativa e somativa alinhadas às demandas do mercado e aos desafios contemporâneos das ciências forenses (Harneker e Stander, 2020).

Destacam-se propostas de cursos interdisciplinares, módulos voltados à genética e bioquímica forense, abordagens de ensino por meio de estudos de caso, uso de plataformas digitais, simulações práticas e diferentes formatos de avaliação. Embora sejam citadas metodologias ativas e uso de plataformas digitais, o foco dos trabalhos reside nos currículos, por isso, foi estabelecida uma categoria distinta.

Os resultados apresentados nos artigos demonstram impactos positivos na formação, como o aumento do engajamento dos estudantes, a integração efetiva entre teoria e prática, o desenvolvimento de habilidades laboratoriais e argumentativas, além da promoção de autonomia, senso crítico e perfil interdisciplinar exigidos para atuação em cenários complexos (Teixeira et al., 2023; Vedova, Denyer e Costabile, 2025). Alguns estudos ainda reforçam a importância do alinhamento entre programas formativos e a articulação com demandas reais de julgamento, laboratório e resolução de problemas técnicos no exercício profissional forense.

Em suma, a categoria sinaliza uma tendência de consolidação do ensino forense como campo interdisciplinar, dinâmico e em constante processo de inovação curricular (Nilendu, 2024; Orfao e Leung, 2024).

Os artigos agrupados na última categoria, “Revisão teórica, epistemologia e discussões fundamentais, envolvendo temas éticos, políticos e Sociocientíficos”, reúnem reflexões que discutem conceitos-base do ensino, formação e prática em ciências forenses. Esses trabalhos questionam as raízes epistemológicas da área, investigam a natureza interdisciplinar do campo, debatem o papel de processos avaliativos, o impacto de programas educativos formais e informais (Andrade, 2017). Destaca-se o exame crítico das práticas e trajetórias formativas, bem como a ênfase na historicidade e nos fundamentos teóricos voltados à autonomia dos aprendizes, à identidade disciplinar, à ética profissional e à dimensão política da ciência forense no contexto educacional (Irons, Stephens e Ferguson, 2009).

Em termos de temas recorrentes, esses artigos abordam desde os desafios éticos relacionados à coleta, uso ou preservação de evidências forenses, até o impacto de experiências educacionais diversas na formação cidadã, na percepção pública de justiça, na motivação para carreiras científicas e na promoção de equidade e engajamento social via ciência (Mandrachia, Shaw, Morgan, 2013). O conjunto também contempla análises de programas educacionais sob a ótica dos direitos humanos, diversidade, equidade de acesso, implicações filosóficas da formação científica, e propõe orientações ou recomendações para políticas públicas. Assim, configura-se como núcleo de suporte reflexivo e crítico para a evolução do ensino forense e da formação de cientistas e profissionais do campo.

Em suma, o panorama da literatura analisada revela um forte consenso sobre o potencial motivacional e pedagógico das CF/IC, atuando primariamente como um veículo para a implementação de metodologias ativas. As categorias 1 e 2 formam o núcleo da intervenção prática: enquanto a Categoria 1 apresenta os benefícios das CF/IC para o desenvolvimento de habilidades laboratoriais, de argumentação e raciocínio indutivo/dedutivo em contextos autênticos, a Categoria 2 mostra que a tecnologia é o principal vetor para escalar e modernizar essas abordagens, superando barreiras de infraestrutura e viabilizando simulações sofisticadas e flexíveis, essenciais para a formação profissional. O ponto de convergência é a centralidade do protagonismo do estudante na construção do conhecimento, com resultados positivos de engajamento e aprendizagem significativa, corroborando a literatura pedagógica mais ampla.

Apesar da riqueza nas propostas de intervenção e nos modelos curriculares (Categoria 3), a Categoria 4 (Revisão Teórica, Ética e Epistemologia) revela uma tensão crítica subjacente entre o entusiasmo metodológico e a necessidade de rigor e reflexão. Os estudos teóricos

questionam as raízes epistemológicas da área e os vieses que a prática forense, muitas vezes influenciada pela cultura popular (e.g., "efeito CSI"), carrega. Enquanto a maioria dos artigos celebra a CF/IC por sua capacidade de aumentar o engajamento e as habilidades, a Categoria 4 exige uma pausa reflexiva para debater a ética, a política, os vieses cognitivos e as implicações sociais e de direitos humanos da ciência na justiça. Essa transversalidade é fundamental: a efetividade das práticas (Cat 1) e dos recursos (Cat 2) depende diretamente da qualidade e do alinhamento dos currículos (Cat 3), que, por sua vez, devem ser informados pelo debate crítico sobre a identidade disciplinar e o papel social das CF, como sugerido pela Categoria 4.

No entanto, apesar do avanço na articulação de estratégias inovadoras e do reconhecimento do impacto positivo dessas abordagens sobre a motivação e o desempenho dos estudantes, identificam-se algumas lacunas nas pesquisas analisadas. Destacam-se a escassez de discussões mais profundas sobre a avaliação longitudinal dos efeitos dessas práticas no desenvolvimento ético, crítico e cidadão dos estudantes, bem como a limitada produção de orientações sistematizadas para políticas públicas integradas ao currículo científico, com olhar para diversidade, acessibilidade e formação continuada de professores.

Persistem, ainda, desafios quanto à sustentabilidade e à escala dessas metodologias diante das limitações estruturais e do acesso desigual aos recursos tecnológicos, sugerindo a necessidade de investigações futuras mais ampliadas e robustas, capazes de subsidiar políticas institucionais e curriculares verdadeiramente transformadoras para o ensino de Ciências via investigação forense.

### **3.2 Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e Análise Fatorial de Correspondência (AFC) no software Iramuteq**

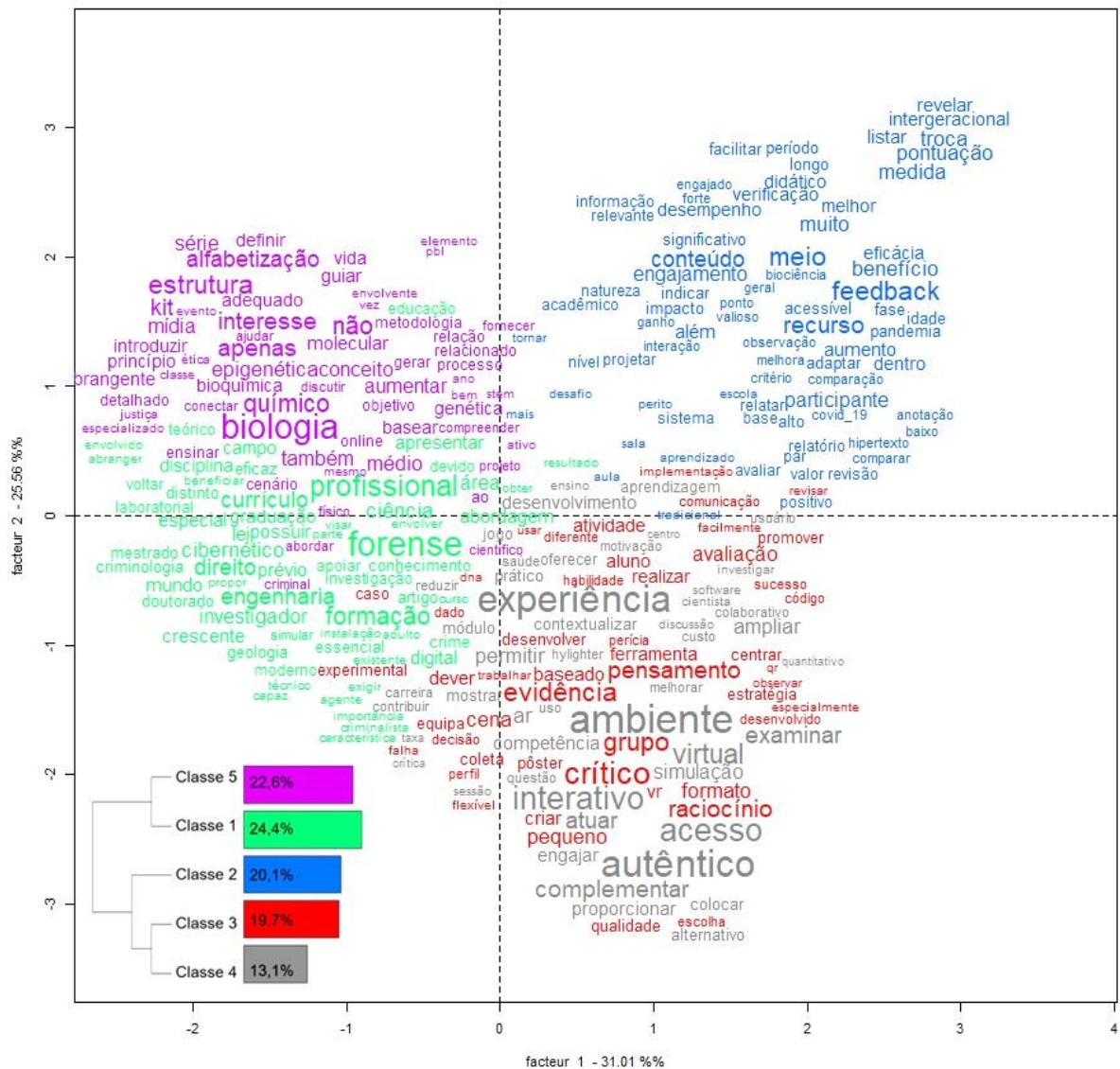
Posteriormente à análise dos resumos dos 100 artigos distribuídos nas 4 Categorias, todos os textos dos abstracts foram cuidadosamente traduzidos e submetidos à Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e Análise Fatorial de Correspondência (AFC) no software Iramuteq. O corpus textual foi dividido nas categorias, de modo que os resumos de cada categoria ficaram em um grupo separado. As análises resultaram na formação de 5 classes lexicais, com um aproveitamento de 80,12% do corpus textual. É válido destacar que a partir de 75% já é considerado um bom aproveitamento (Camargo; Justo, 2013).

A CHD (canto inferior esquerdo da Figura 2) oferece um dendrograma, o qual expõe a hierarquia das classes de vocabulário. As 5 classes lexicais formadas, (caracterizadas pelas

palavras com maior qui-quadrado), representam os diferentes perfis temáticos presentes nos resumos analisados. O dendrograma indica que o corpus se dividiu inicialmente em dois subgrupos (classes 5 e 1 e todas as outras). Posteriormente temos a classe 2 e as classes 3 e 1. Pela análise é possível perceber que a classe mais frequente foi a classe 1, seguida pela classe 5, com a classe 4 sendo a menos frequente.

Em termos mais específicos, a classe 3 (19,7%) agrupa termos como crítico, evidência, grupo, raciocínio, pensamento, cena, avaliação, fictício e realidade virtual (vr), refletindo estudos que enfatizam o desenvolvimento do pensamento crítico e investigativo por meio de metodologias ativas, como problem-based learning (PBL), estudos de caso e em alguns casos aplicando tecnologias. Os trabalhos dessa classe utilizam situações forenses simuladas, frequentemente chamadas de “cenas de crime”, como ferramenta para mobilizar a análise de evidências, a formulação de hipóteses e a argumentação científica. A ênfase está em promover aprendizagens significativas, nas quais os estudantes se engajem cognitivamente e emocionalmente na resolução de problemas autênticos. Tais dados estão em consonância com a literatura, conforme demonstrado no estudo de Mebert et al. (2020), que apresenta resultados positivos ao evidenciar que promover aprendizagens verdadeiramente significativas exige a participação cognitiva e emocional dos alunos na resolução de situações reais. O estudo também indica que estratégias como a aprendizagem baseada em problemas, o desenvolvimento de projetos autênticos, o trabalho colaborativo e o uso de tecnologias e práticas ativas são eficazes para alcançar esse objetivo.

**Figura 2.** Caracterização das classes lexicais do corpus textual pelas análises de CHD e AFC.



A classe 4 (13,1%), se destaca com palavras-chave como ambiente, experiência, autêntico, interativo, acesso, virtual, complementar, simulação e realidade, reunindo mais aspectos relacionados à incorporação de tecnologias digitais, como a realidade virtual (VR), realidade aumentada (AR) e laboratórios virtuais. Esses ambientes virtuais são descritos como espaços que ampliam o acesso a experiências laboratoriais, especialmente em contextos em que há limitações de infraestrutura física. Os trabalhos destacam o potencial de imersão, engajamento e autonomia proporcionado por tais tecnologias, que simulam de forma realista processos de coleta, análise e interpretação de evidências. Estes aspectos também são reforçados pela literatura, que aponta que a tecnologia imersiva, especialmente a realidade virtual, tem transformado o campo educacional ao oferecer experiências de aprendizagem mais autênticas, interativas e contextualizadas.

Pesquisas evidenciam que, quando integrada a fundamentos pedagógicos sólidos, a realidade virtual contribui para aprimorar os resultados de aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas, práticas e colaborativas. Essa integração promove experiências personalizadas e dinâmicas, capazes de potencializar o engajamento dos estudantes e ampliar o valor pedagógico das práticas educativas, configurando-se como uma ferramenta promissora para a inovação no ensino em diferentes contextos (Algerafi et.al, 2023; Mallek et.al, 2024).

A classe 1 (24,4%), por sua vez, a maior em percentual, é formada por termos como forense, profissional, formação, currículo, direito, engenharia, investigador e ciência. Essa classe concentra termos que abordam a formação acadêmica e profissional voltada à atuação no campo das Ciências forenses, bem como as interfaces interdisciplinares que o tema suscita, unindo Biologia, química, física, direito e tecnologia. Os textos enfatizam a necessidade de currículos alinhados à expectativas e possibilidades contemporâneas, bem como formações interdisciplinares, que preparem o estudante tanto para a compreensão dos fenômenos científicos quanto para a aplicação em contextos práticos e legais. Também aparecem reflexões sobre a formação de professores e sobre a inserção da temática forense em diferentes níveis de ensino (Ali, 2023; Teixeira et.al, 2023; Nilendu, 2024).

Com destaque para os termos como feedback, recurso, conteúdo, pontuação, medida, benefício, engajamento e participante, está a classe 2 (20,1%), a qual agrupa conteúdos centrados na avaliação da aprendizagem e no uso de recursos educacionais inovadores. Os artigos discutem formas de mensurar o engajamento e o desempenho em atividades investigativas, frequentemente associando resultados positivos ao uso de feedback contínuo e à participação ativa. Também se evidenciam preocupações com a eficácia de recursos digitais e estratégias de ensino tais como as metodologias ativas. Nesse sentido, Abildinova (2024) destaca que, embora os métodos de ensino ativos e a integração digital possuam grande potencial de transformação no ensino superior, sua adoção em larga escala ainda é comprometida por fatores como escassez de recursos, falta de tempo e insuficiente capacitação docente.

A classe 5 (22,6%) reúne termos como biologia, estrutura, químico, interesse, alfabetização, epigenética, ensino médio e conceito. Representa trabalhos que exploram o uso do contexto forense para o ensino de conteúdos biológicos e químicos, especialmente no ensino médio e na alfabetização científica. Os estudos dessa classe descrevem o potencial da temática forense em tornar o aprendizado mais atraente, aproximar ciência e cotidiano e estimular o interesse pela área científica. Experimentos com DNA, epigenética e análises químicas são

frequentemente citados como exemplos de aplicação de conceitos abstratos em contextos práticos e socialmente relevantes (Zhou et.al, 2020; An et.al, 2025).

Em perspectiva integradora, uma leitura cruzada das cinco classes revela três grandes eixos interpretativos: 1) o eixo metodológico, que abrange práticas investigativas, simulações e ambientes virtuais que promovem autonomia, pensamento crítico e protagonismo discente, 2) o eixo formativo, que contempla desde a alfabetização científica até a formação profissional interdisciplinar, evidenciando a amplitude educacional do tema, e 3) o eixo avaliativo, o qual conecta os dois anteriores ao refletir sobre estratégias de mensuração e aprimoramento da aprendizagem.

Assim, o conjunto dos resultados demonstra que o uso das Ciências forenses e da investigação criminal no ensino de Ciências e Biologia constitui um campo emergente de inovação pedagógica, que articula ciência, tecnologia e sociedade, permitindo a abordagem de discussões científico-contemporâneas significativas, bem como a aplicação de metodologias ativas que colocam os estudantes no centro do processo de aprendizagem. Em suma, além de favorecer a aprendizagem significativa, tais abordagens promovem engajamento, interdisciplinaridade e formação crítica, ampliando as fronteiras da educação científica contemporânea (Cresswell e Loughlin, 2017; Carmo, Souto e Silva, 2021).

Ao analisar os dados da AFC, é possível perceber uma relação entre as classes lexicais e as variáveis (as 4 categorias) no plano cartesiano (Figura 2). A análise da distribuição das categorias nos segmentos de texto que compõem cada classe revelou associações estatisticamente significativas apenas entre a Categoria 2 e a classe 4 ( $p < 0,001$ ) e entre a Categoria 3 e a classe 5 ( $p < 0,05$ ). Embora não tenha associação estatisticamente significativa entre a classe 3 e a categoria 3 ( $p = 0,11$ ), esta aproxima-se mais do que as demais. A classe 1 e a classe 2 não apresentaram associação estatisticamente significativa com nenhuma categoria específica, sugerindo temas menos exclusivos a uma única categoria de artigos.

Observa-se que o plano fatorial (Figura 2) revela tanto convergências quanto fronteiras semânticas entre os temas dos artigos. A classe 4, por exemplo, associada estatisticamente à Categoria 2 (Tecnologias digitais no ensino dentro do contexto das Ciências forenses), concentra léxicos como experiência, interativo, acesso, virtual, vr e ar, evidenciando o papel das tecnologias na promoção de aprendizagens significativas e no desenvolvimento de competências cognitivas superiores, achado coerente com autores como Mayne e Green (2020) que destaca que a utilização de ambientes virtuais imersivos no ensino de ciências forenses auxiliam no aprimoramento de habilidades práticas e investigativas, além de superar as restrições de infraestrutura física. No entanto, ainda existem lacunas quanto à análise do

impacto dessas ferramentas em diferentes níveis de ensino e contextos educacionais (Sakr, Abdullah, 2024).

A Classe 5, localizada na região superior esquerda do plano, apresenta forte associação com a Categoria 3 (Currículo e proposição de cursos, análise de competências e desenvolvimento profissional). Palavras como Biologia, química, formação, currículo, profissional, disciplina, ensino médio e engenharia revelam o foco em propostas curriculares, estruturas de formação docente e discente e modelos de ensino interdisciplinares. Essa configuração sugere uma preocupação dos estudos em discutir a organização dos cursos e a articulação entre teoria e prática profissional, buscando alinhar as competências formativas às demandas do campo forense. Ainda que a Classe 3 não tenha atingido significância estatística nessa relação, observa-se uma proximidade semântica entre ambas, indicando convergências temáticas na discussão sobre formação e profissionalização.

As classes 1 e 2, embora não apresentem associações estatisticamente significativas com categorias específicas, revelam conteúdos relevantes para a compreensão do conjunto temático analisado. A classe 1, representada por termos como profissional, forense, formação, teórico, direito, investigador, é mais genérica. Já a classe 2, que contém vocábulos como participante, feedback, engajamento, meio, conteúdo, benefício, avaliação, parece refletir dimensões mais pedagógicas e avaliativas, envolvendo a interação entre docente e discente, o engajamento em atividades colaborativas e a retroalimentação do processo de ensino-aprendizagem, podendo se articular de forma transversal às demais categorias. Percebe-se que são temáticas transversais, que permeiam a grande maioria das categorias.

De modo geral, a configuração lexical observada indica uma similaridade com as categorias estabelecidas por meio da análise de conteúdo (Bardin, 2011), contudo, no caso da AFC as pesquisas analisadas poderiam ser sumarizadas em dois grandes eixos: 1) um eixo tecnológico e experimental, no qual se destacam as práticas mediadas por recursos digitais e laboratoriais (categorias 1 e 2, classe 4), e 2) um eixo formativo e curricular, associado ao desenvolvimento profissional e à estruturação de cursos (categoria 3 e classe 5). As demais classes parecem atuar como zonas de interseção entre essas dimensões, abordando aspectos pedagógicos, avaliativos e epistemológicos que contribuem para uma compreensão mais ampla do campo educacional das CF/IC aplicadas ao ensino de Ciências e Biologia.

#### 4. CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou o mapeamento e a reflexão acerca das produções científicas nas áreas de CF/IC e o ensino de Ciências e biologia, fornecendo suporte para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais embasadas e inovadoras envolvendo a temática.

Os resultados obtidos evidenciaram que o uso de CF/IC no ensino constitui um campo emergente de grande potencial pedagógico. A análise de conteúdo, aliada às técnicas de CHD e AFC, no software Iramuteq, permitiu identificar e validar quatro categorias principais na literatura: metodologias ativas e práticas investigativas, tecnologias digitais aplicadas ao ensino, currículo e formação profissional, revisões e fundamentos teóricos e éticos do campo forense. De forma integrada, as evidências indicam que as CF/IC têm se consolidado como um instrumento eficaz para promover a aprendizagem ativa, o engajamento e o desenvolvimento do pensamento crítico, articulando teoria e prática em situações autênticas de investigação.

Apesar do avanço expressivo nas experiências didáticas e na modernização curricular, persistem lacunas relevantes na literatura. Observa-se escassez de estudos longitudinais que avaliem o impacto das CF/IC no desenvolvimento de competências éticas, críticas e cidadãs dos estudantes, bem como a ausência de propostas consolidadas de políticas públicas que integrem tais abordagens ao currículo de Ciências em diferentes níveis de ensino. Além disso, os desafios estruturais e tecnológicos, como desigualdade de acesso a recursos digitais e formação docente insuficiente, ainda limitam a disseminação dessas práticas em contextos diversos, especialmente em escolas com infraestrutura precária.

Dessa forma, este trabalho contribui para discussões mais coesas e completas, além de oferecer bases e servir de referência para estudos posteriores. Entretanto, ressalta-se que, embora os resultados tenham sido significativos, é reconhecido o uso restrito às bases Web of Science e Scopus, ambas de acesso institucional. Essa delimitação, ainda que garanta rigor na seleção das fontes, pode ter excluído pesquisas relevantes publicadas em outras plataformas. Sugere-se, portanto, que estudos futuros ampliem o escopo de busca, incluindo mais bases de dados.

Por fim, é essencial também que haja um pensamento voltado para a construção de diretrizes curriculares e políticas institucionais que orientem a integração das CF ao ensino de Ciências e biologia de forma crítica, interdisciplinar e socialmente comprometida, consolidando esse campo como vetor de inovação pedagógica e de formação científica transformadora.

## 5. REFERÊNCIAS

ABILDINOVA, Gulmira; ABDYKERIMOVA, Elmira; ASSAINOVA, Almagul; MUKHTARKYZY, Kaussar; ABYKENOVA, Dariya. Preparing educators for the digital age: teacher perceptions of active teaching methods and digital integration. **Frontiers In Education**, [Lausanne, Suíça], v. 9, p. 210-227, 27 nov. 2024. Frontiers Media SA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/feduc.2024.1473766>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ABOUZAHIR, Hind; BELHOUSS, Ahmed; BENYAICH, Hicham. Learning Clinical Reasoning in Forensic Medicine: a scoping review. **Medical Science Educator**, [Bethesda, EUA], v. 34, n. 3, p. 695-703, 1 mar. 2024. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s40670-024-02013-z>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ALBEEDAN, Mohammed; KOLIVAND, H.; HAMMADY, R.; SABA, T. Seamless Crime Scene Reconstruction in Mixed Reality for Investigation Training: A Design and Evaluation Study. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, [S. l.], v. 16, n. 5, p. 748-761, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3235478>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ALGERAFI, Mohammed A. M.; ZHOU, Yueliang; OUBIBI, Mohamed; WIJAYA, Tommy Tanu. Unlocking the Potential: a comprehensive evaluation of augmented reality and virtual reality in education. **Electronics**, [Basel, Suíça], v. 12, n. 18, p. 3953, 20 set. 2023. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/electronics12183953>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ALI, Muhammad Imran. Forensic Science Integration in Legal Education: a paradigm shift for strengthening legal expertise in pakistan. **Journal Of Legal Studies**, [Varsóvia, Polônia], v. 32, n. 46, p. 101-115, 2 nov. 2023. Walter de Gruyter GmbH. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2478/jles-2023-0014>. Acesso em: 05 nov. 2025.

AN, Shuping; YANG, Hu; JIANG, Shiqing; LI, Jia; ZHANG, Guangyi. Design and exploration of integrating bioinformatic analysis into comprehensive and exploratory epigenetic e experiments. **Yi chuan = Hereditas**, [Beijing, China], v. 47, n. 5, p. 600-608, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.16288/j.ycz.24-217>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ANDRADE, Mytse Andrea Sales de Melo. Investigação na sala de aula: uma proposta contextualizada para o ensino de ciências/ bioquímica por meio da perícia criminal. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [Fortaleza, Brasil], v. 15, p. 162, 10 out. 2017. Sociedade Brasileira de

Bioquímica e Biologia Molecular - SBBq. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.16923/reb.v15i0.688>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ANGELOPOULOU, Olga; VIDALIS, Stilianos. An academic approach to digital forensics. **Journal of Information Warfare**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 118-128, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19493553.2015.11228511>. Acesso em: 05 nov. 2025.

AZIZ, Nor Akma; YUSOF, Muhammad Saifuddin M.; RAHMAN, Lukman Hakim Abd. Acquiring and analysing digital evidence—a teaching and learning experience in class. **International Journal of Electronic Security and Digital Forensics**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 407-422, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJESDF.2020.108605>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BACICH, Lilian.; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BANDARLIPE, Maria Cristina B. Enhancing Students' Performance in Biology through Blended Learning with Collaborative Tools and Interactive Online Activities. **International Journal Of Instruction**, [Eskişehir, Turquia], v. 17, n. 3, p. 383-400, 1 jul. 2024. Modestum Ltd. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.29333/iji.2024.17321a>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARBOSA, Mayara Lustosa de Oliveira; MARÍN-SUELVES, Diana. Content and sentiment analysis of autobiographical narratives of experienced and well-evaluated teachers in Spain. **Education Sciences**, [Basel, Suíça], v. 14, p. 642–662, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/6/642>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BATES, Holly E.; LOWES, Shanna; WEST, Sarah L. M. MUREs: a new member of the ure-cure family of research opportunities for undergrads. **Advances In Physiology Education**, [Bethesda, EUA], v. 45, n. 4, p. 835-840, 1 dez. 2021. American Physiological Society. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1152/advan.00148.2020>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BIRKLE, Caroline; PENDLEBURY, David A.; SCHNELL, Joshua; ADAMS, Jonathan. Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity. **Quantitative Science Studies**, [Cambridge, EUA], v. 1, n. 1, p. 363-376, fev. 2020. MIT Press. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00018](http://dx.doi.org/10.1162/qss_a_00018). Acesso em: 05 nov. 2025.

BLANCHARD, Margaret R.; SOUTHERLAND, Sherry A.; OSBORNE, Jason W.; SAMPSON, Victor D.; ANNETTA, Leonard A.; GRANGER, Ellen M. Is inquiry possible in light of accountability a quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. **Science Education**, [Hoboken, EUA], v. 94, n. 4, p. 577-616, 11 mar. 2010. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20390>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BOUAKAZE, Caroline; ESCHBACH, Judith; FOUQUEREL, Elise; GASSER, Isabelle; KIEFFER, Emmanuelle; KRIEGER, Sophie; MILOSEVIC, Sara; SAANDI, Thoueiba; FLORENTZ, Catherine; MARÉCHAL-DROUARD, Laurence. “OpenLAB”: a 2-hour pcr-based practical for high school students. **Biochemistry And Molecular Biology Education**, [Hoboken, EUA], v. 38, n. 5, p. 296-302, set. 2010. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20408>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BRESSLER, Denise M.; TUTWILER, M. Shane; BODZIN, Alec M. Promoting student flow and interest in a science learning game: a design-based research study of school scene investigators. **Educational Technology Research And Development**, [New York, EUA], v. 69, n. 5, p. 2789-2811, 5 ago. 2021. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11423-021-10039-y>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BRETTELL, Thomas; BUTLER, John; ALMIRALL, Jose. Ciência forense. **Química Analítica**, [Washington, D.C., EUA], v. 81, n. 12, p. 4695–4711, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ac9008786>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BROWN, Patrick J. P. Process-oriented guided-inquiry learning in an introductory anatomy and physiology course with a diverse student population. **Advances In Physiology Education**, [Bethesda, EUA], v. 34, n. 3, p. 150-155, set. 2010. American Physiological Society. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1152/advan.00055.2010>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BUTZ, Brian P.; MILLER, Susan M.; DUARTE, Michael; WLODARCZYK, Bryan; COOPER, Robert A. Work in progress: an intelligent tutoring system for forensic biology. In: **ANNUAL FRONTIERS IN EDUCATION (FIE 2006)**, 36., 2006, San Diego, CA. **Proceedings of the 36th Annual Frontiers in Education Conference**. San Diego: IEEE, 2006. p. 19–20. Disponível em: 10.1109/FIE.2006.322736. Acesso em: 05 nov. 2025.

CAMARGO, Brígido V.; JUSTO, Ana M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013. Associação Brasileira de Psicologia. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9788/tp2013.2-16>. Acesso em: 05 nov. 2025.

CAMARGO, Bruno V.; JUSTO, Ana Maria. IRAMUTEQ: Um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 21, p. 513–518, 2013.

CAMPBELL, Jackie. Inquiry-Based Learning Case Studies for Computing and Computing Forensic Students. **Interactive Technology and Smart Education**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 4-15, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/17415651211228068>. Acesso em: 05 nov. 2025.

CARMO, Shirlene; SOUTO, Luís; SILVA, Carlos Fernandes. The interdisciplinarity of forensic sciences in the educational sphere: an analysis of this context in secondary school. In: **Education Applications & Developments VII**. Lisboa: inScience Press, 2021. pp. 146-162. Disponível em: DOI: [10.36315/2021end041](https://doi.org/10.36315/2021end041). Acesso em: 05 nov. 2025.

CASANOVA, Marina; SALVADÓ, Zoel; GONZÁLEZ, Ángel; VALLS, Cristina; NOVO, Maria Teresa. Learning genetics through a scientific inquiry game. **Journal Of Biological Education**, [Londres, Reino Unido], v. 51, n. 2, p. 99-106, 14 jun. 2016. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2016.1177569>. Acesso em: 05 nov. 2025.

CASEY, Eoghan; JOCZ, Jennifer; PETERSON, Karen A.; PFEIF, Daryl; SODEN, Cassi.. Motivando jovens a aprender STEM por meio de um programa de ciência forense digital inclusivo em termos de gênero. **Smart Learning Environments**, [Nova York, EUA], v. 10, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00213-x>. Acesso em: 05 nov. 2025.

CECCHI, Teresa. Acting Chromatography. **Journal Of Chemical Education**, [Washington, D.C., EUA], v. 101, n. 6, p. 2576-2584, 28 maio 2024. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00013>. Acesso em: 05 nov. 2025.

CHEN, Yen-Ru; CHANG-LIAO, You-Qi; LIN, Cheng Yu; TSAI, Deng-Ruei; LIM, Jia-He; HONG, Ruo-Huai. Virtual reality crime scene investigation: The O.J. Simpson case. In: **IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY AND 3D USER INTERFACES**, 2022, Christchurch, Nova Zelândia. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2022. p. 1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/VR51573.2022.00037>. Acesso em: 05 nov. 2025.

COHEN, Frederick B.; JOHNSON, Thomas A. A Ph.D. curriculum for digital forensics. In: **HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES**, 42., 2009, Big Island. **Proceedings** [...]. Piscataway: IEEE, 2009. p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2009.344>. Acesso em: 05 nov. 2025.

CRESSWELL, Sarah L.; LOUGHLIN, Wendy A. A Case-Based Scenario with Interdisciplinary Guided-Inquiry in Chemistry and Biology: experiences of first year forensic science students. **Journal Of Chemical Education**, [Washington, D.C., EUA], v. 94, n. 8, p. 1074-1082, 9 jun. 2017. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00827>. Acesso em: 05 nov. 2025.

CUNHA, Ilane; CAVALCANTE, J.; PATEL, Ahmed. A proposal for curriculum development of educating and training Brazilian police officers in digital forensics investigation and cybercrime prosecution. **International Journal of Electronic Security and Digital Forensics**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 209-224, jan. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJESDF.2017.085805>. Acesso em: 05 nov. 2025.

DEALEY, Jill. Active learning in criminal justice. **Learning And Teaching**, [New York, EUA], v. 13, n. 2, p. 85-101, 1 jun. 2020. Berghahn Books. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3167/latiss.2020.130206>. Acesso em: 05 nov. 2025.

DELLA VEDOVA, Chris; DENYER, Gareth; COSTABILE, Maurizio. Combining face-to-face laboratory sessions and a computer simulation effectively teaches gene editing and DNA sequencing to undergraduate genetics students. **Biochemistry And Molecular Biology Education**, [Hoboken, EUA], v. 53, n. 3, p. 286-296, 15 mar. 2025. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.21895>. Acesso em: 05 nov. 2025.

DEWITT, William; GEDDES, Leslie Alexander; JOHNSON, Frank. A master of science curriculum in forensic engineering. In: **ASEE ANNUAL CONFERENCE AND EXPOSITION**, 2001, Albuquerque, Novo México. Washington, D.C.: ASEE, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.18260/1-2--9030>. Acesso em: 05 nov. 2025.

DUNCAN, Kimberly; DALY-ENGEL, Toby. Using forensic science problems as teaching tools. **The Science Teacher**, [Arlington, EUA], v. 73, p. 38-43, 2006.

ELKINS, Kelly M. An in silico DNA cloning experiment for the biochemistry laboratory. **Biochemistry And Molecular Biology Education**, [Hoboken, EUA], v. 39, n. 3, p. 211-215,

maio 2011. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20466>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ELKINS, Kelly M. Curriculum and course materials for a forensic DNA biology course. **Biochemistry And Molecular Biology Education**, [Hoboken, EUA], v. 42, n. 1, p. 15-28, jan. 2014. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20749>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ELKINS, Kelly M.; KADUNC, Raelynn E. An Undergraduate Laboratory Experiment for Upper-Level Forensic Science, Biochemistry, or Molecular Biology Courses: human dna amplification using str single locus primers by real-time pcr with sybr green detection. **Journal Of Chemical Education**, [Washington, D.C., EUA], v. 89, n. 6, p. 784-790, 2 mar. 2012. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/ed1006585>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ERAÑA-ROJAS, Irma Elisa; LÓPEZ CABRERA, Mildred Vanessa; RÍOS BARRIENTOS, Elena; MEMBRILLO-HERNÁNDEZ, Jorge. A challenge based learning experience in forensic medicine. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, New York, v. 68, p. 101873, nov. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2019.101873>. Acesso em: 05 nov. 2025.

EWAIS, Ahmed; MYSTAKIDIS, Stylianos; KHALILIA, Walid; DIAB, Shadi; CHRISTOPOULOS, Athanasios; KHASIB, Said; YAHYA, Baha; HATZILYGEROUDIS, Ioannis. Virtual reality immersive simulations for a forensic molecular biology course—a quantitative comparative study. **Applied Sciences**, Basel, v. 14, n. 17, p. 7513, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app14177513>. Acesso em: 05 nov. 2025.

FAKAYODE, Sayo; OKONTA, Fred; ADAMS, A; CHEN, Y; PEREZ, R; ZHAN, Z. Promovendo a aprendizagem de alunos em Justiça Criminal, STEM e Ciência Forense: experiência de aprendizagem por inquérito guiado da Iniciativa Aggie Sleuth (AggieSI). **Journal of Criminal Justice Education**, [Londres, Reino Unido], v. 28, p. 192–206, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10511253.2016.1199720>. Acesso em: 05 nov. 2025.

FARAH, Kimberly S.; MONTEPARE, Joann M. Unusual suspects for Age-Friendly University (AFU) intergenerational classroom exchange: a classroom case study in forensic science. **Gerontology & Geriatrics Education**, [Londres, Reino Unido], v. 44, n. 1, p. 41-50, 29 jul. 2022. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02701960.2022.2106479>. Acesso em: 05 nov. 2025.

FIRUZI, Zeynab; SABET, Mitra Sedghi; JAFARAGHAEI, Fateme; JAFARI, Hedayat; LEYLI, Ehsan Kazemnezhad; KARKHAH, Samad; GHAZANFARI, Mohammad Javad. Effect of a forensic nursing virtual education course on knowledge and clinical decision-making of master's nursing students in Iran: a non-equivalent control group pre- and post-test study. **Journal Of Educational Evaluation For Health Professions**, [Seul, Coreia do Sul], v. 19, p. 20, 25 ago. 2022. Korea Health Personnel Licensing Examination Institute. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3352/jeehp.2022.19.20>. Acesso em: 05 nov. 2025.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FUSELIER, Linda; BOUGARY, Azhar; MALOTT, Michelle. From trace evidence to bioinformatics: putting bryophytes into molecular biology education. **Biochemistry And Molecular Biology Education**, [Hoboken, EUA], v. 39, n. 1, p. 38-46, jan. 2011. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20458>. Acesso em: 05 nov. 2025.

GARÓFALO, Sofia Judith; CHEMES, Lucía; ALONSO, Manuel. Propuesta didáctica de enseñanza con simulaciones para estudiantes del profesorado en Ciencias Biológicas. **Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias**, [Cádiz, Espanha], v. 13, n. 2, p. 359-372, 2016. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cadiz. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2016.v13.i2.09](http://dx.doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.09). Acesso em: 05 nov. 2025.

GELIR, Iskender. Preschool children learn physics, biology, chemistry and forensic science knowledge with integrated teaching approaches. **International Journal Of Early Years Education**, [Londres, Reino Unido], v. 30, n. 4, p. 891-905, 8 fev. 2022. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09669760.2022.2037077>. Acesso em: 05 nov. 2025.

GERICKE, Niklas; EWEN, Birgitta Mc. Defining epigenetic literacy: how to integrate epigenetics into the biology curriculum. **Journal Of Research In Science Teaching**, [Hoboken, EUA], v. 60, n. 10, p. 2216-2254, 2 mar. 2023. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21856>. Acesso em: 05 nov. 2025.

GONZÁLEZ, Graciela A. From forensic chemistry: an educational experience. **Chemistry Teacher International**, [Berlim, Alemanha], v. 6, n. 4, p. 397-406, 24 out. 2024. Walter de Gruyter GmbH. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1515/cti-2024-0028>. Acesso em: 05 nov. 2025.

GOVAN, Michelle. The application of peer teaching in digital forensics education. **Higher Education Pedagogies**, [Londres, Reino Unido], v. 1, n. 1, p. 57-63, jan. 2016. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/23752696.2015.1134198>. Acesso em: 05 nov. 2025.

HAMNETT, Hilary J.; MCKIE, Amanda E. Developing a procedure for learning and assessing peer review in a forensic science programme. **Assessment & Evaluation In Higher Education**, [Londres, Reino Unido], v. 44, n. 5, p. 787-798, 22 dez. 2018. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02602938.2018.1536924>. Acesso em: 05 nov. 2025.

HAPES, Rebecca L.; DOOLEY, Kim E.; ODOM, Summer F. A case study of college student participation in a peer mentorship program within STEM disciplines. **Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning**, [Londres, Reino Unido], v. 32, n. 5, p. 633-653, 5 set. 2024. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/13611267.2024.2396474>. Acesso em: 05 nov. 2025.

HARNEKER, Roshan; STANDER, Adrie. Developing a Digital Forensics Curriculum: exploring trends from 2007 to 2017. **Communications In Computer And Information Science**, [Cham, Suíça], p. 64-76, 22 nov. 2019. Springer International Publishing. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-35629-3\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-35629-3_5). Acesso em: 05 nov. 2025.

HOWITT, Christine; LEWIS, Simon; UPSON, Emily. 'It's a Mystery': a case study of implementing forensic science in preschool as scientific inquiry. **Australasian Journal Of Early Childhood**, [Melbourne, Austrália], v. 36, n. 3, p. 45-55, set. 2011. SAGE Publications. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/183693911103600307>. Acesso em: 05 nov. 2025.

IRONS, Alastair.; STEPHENS, Paul.; FERGUSON, Ian. Digital Investigation as a distinct discipline: a pedagogic perspective. **Digital Investigation**, [Amsterdam, Holanda], v. 6, n. 1-2, p. 82-90, set. 2009. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diin.2009.05.002>. Acesso em: 05 nov. 2025.

IRONS, Alastair D.; STEPHENS, Peter; FERGUSON, Robert I. Digital Investigation as a distinct discipline: A pedagogical perspective. **Digital Investigation**, Amsterdam, v. 6, n. 1-2, p. 82-90, set. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.diin.2009.05.006>. Acesso em: 05 nov. 2025.

JAMES, Joy. BSI not CSI: Investigation at the birthplace – a community midwifery simulation. **Nurse Education in Practice**, v. 11, n. 1, p. 62-67, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2009.12.011>. Acesso em: 05 nov. 2025.

JEFFERY, Adam J.; ROGERS, Steven L.; JEFFERY, Kelly L. A.; HOBSON, Luke. A flexible, open, and interactive digital platform to support online and blended experiential learning environments: thinglink and thin sections. **Geoscience Communication**, [Göttingen, Alemanha], v. 4, n. 1, p. 95-110, 16 mar. 2021. Copernicus GmbH. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5194/gc-4-95-2021>. Acesso em: 05 nov. 2025.

JONES, Cierra. Using forensic science as an engagement tool for student retention and student success in general biology. **The FASEB Journal**, [Bethesda, EUA], v. 33, 2019. Disponível em: [https://doi.org/10.1096/fasebj.2019.33.1\\_supplement.617.15](https://doi.org/10.1096/fasebj.2019.33.1_supplement.617.15). Acesso em: 05 nov. 2025.

KANU, A Bakarr; PAJSKI, Megan; HARTMAN, Machel; KIMARU, Irene; MARINE, Susan; KAPLAN, Lawrence J. Exploring Perspectives and Identifying Potential Challenges Encountered with Crime Scene Investigations when Developing Chemistry Curricula. **Journal Of Chemical Education**, [Washington, D.C., EUA], v. 92, n. 8, p. 1353-1358, 30 jun. 2015. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/ed500671x>. Acesso em: 05 nov. 2025.

KESSLER, Gary C.; HAGGERTY, Don A. Pedagogy and Overview of a Graduate Program in Digital Investigation Management. **Journal of Digital Forensic Practice**, Abingdon, v. 3, n. 1, p. 57-70, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15567280903328017>. Acesso em: 05 nov. 2025.

KHALILIA, Walid; MAYNE, Richard; GREEN, Helen. Virtual reality for teaching and learning in crime scene investigation. **Science & Justice**, Kidlington, v. 60, n. 5, p. 466-472, set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2020.07.006>. Acesso em: 05 nov. 2025.

KOTKAS, Tormi; HOLBROOK, Jack; RANNIKMÄE, Miia. Exploring Students' Science-Related Career Awareness Changes through Concept Maps. **Education Sciences**, [Basel, Suíça], v. 11, n. 4, p. 157, 30 mar. 2021. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/educsci11040157>. Acesso em: 05 nov. 2025.

KOVALEVA, Anastasia; FROLOVA, Elena. Innovations for Teaching Forensic Science in Modern Russian Transitive Society. **Shs Web Of Conferences**, [Les Ulis, França], v. 70, p. 11004, 2019. EDP Sciences. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1051/shsconf/20197011004>. Acesso em: 05 nov. 2025.

KUMMER, Caroline; LINDEN, G.; KREBS, S. The potential of digital technologies in problem-based forensic learning activities. **Science & Justice**, Kidlington, v. 62, n. 6, p. 643-651, nov. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.04.005>. Acesso em: 05 nov. 2025.

KUROWSKI, Scotia; REISS, Rebecca. MENDEL MEETS CSI: forensic genotyping as a method to teach genetics & dna science. **The American Biology Teacher**, [Berkeley, EUA], v. 69, n. 5, p. 280-286, maio 2007. University of California Press. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1662/0002-7685\(2007\)69\[280:mmcfiga\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1662/0002-7685(2007)69[280:mmcfiga]2.0.co;2). Acesso em: 05 nov. 2025.

LAI, Li; LIU, Li; WANG, Yaochen; LIU, Shanlong; ZHANG, Jiancheng; ZHENG, Xiaochun. QR code technology in individual identification training provides an introduction in hands-on forensic DNA genotyping to medical students. **Bmc Medical Education**, [Londres, Reino Unido], v. 23, n. 1, p. 162-183, 5 maio 2023. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s12909-023-04284-3>. Acesso em: 05 nov. 2025.

LEBOW, David G.; LICK, Dale W.; HARTMAN, Hope J.; DALGLISH, Campbell; GRUNDMANN, Oliver. Social annotation to enhance learning and assessment in higher education. **Cutting-Edge Technologies In Higher Education**, [Bingley, Reino Unido], p. 261-278, 13 jan. 2011. Emerald Group Publishing Limited. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1108/s2044-9968\(2011\)0000001016](http://dx.doi.org/10.1108/s2044-9968(2011)0000001016). Acesso em: 05 nov. 2025.

LEITE, Diego de Oliveira; PRADO, Rogério Junqueira. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [São Paulo, Brasil], v. 34, n. 2, p. 103-112, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172012000200015>. Acesso em: 05 nov. 2025.

LI, Enping. A Hands-On Mobile Device Forensics Course in Cybersecurity Education. In: **IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, TECHNOLOGY &**

**EDUCATION (TALE)**, 2021, [S.L.]. Anais... [S.l.: s.n.], 5 dez. 2021. p. 01-05. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/tale52509.2021.9678660>. Acesso em: 05 nov. 2025.

LI, Fudong; SAVAGE, Nick. Demonstrating data carving concepts using jigsaw puzzles: a preliminary study. **International Journal of Electronic Security and Digital Forensics**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 165-176, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJESDF.2018.093116>. Acesso em: 05 nov. 2025.

LORUSSO, Nicholas S.; GEMMELLARO, M. Denise. Identifying unknown specimens using predictive phylogenies for remote forensic education. **Biochemistry And Molecular Biology Education**, [Hoboken, EUA], v. 51, n. 2, p. 200-201, 5 dez. 2022. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.21696>. Acesso em: 05 nov. 2025.

LOUNSBURY, Karen M. Crime scene investigation: an exercise in generating and analyzing dna evidence. **Biochemistry And Molecular Biology Education**, [Hoboken, EUA], v. 31, n. 1, p. 37-41, jan. 2003. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.2003.494031010166>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MACÊDO, Mônica; ROMANOWSKI, João Pedro. The practice in undergraduate degrees for teacher education: an integrative review. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 41, 2025.

MAGNI, P. A.; BRIGITTA, J.; VAN KOPPEN, R. Cross-cultural experience in forensic science: the Australia-Malaysia mobility program. **Forensic Science International: Synergy**, Amsterdam, v. 7, p. 100414, set. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2023.100414>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MAGUIRE, Joseph. Assessing Knowledge and Skills in Forensics with Alternative Assessment Pathways. In: **CONFERENCE ON COMPUTING EDUCATION PRACTICE**, 6., 2022, [S.L.]. **Proceedings of the 6th Conference on Computing Education Practice**. [New York, EUA]: ACM, 2022. p. 29-32. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1145/3498343.3498351>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MAGWILANG, Epiphania. Instrução baseada em casos na sala de aula de química forense: efeitos na motivação e no desempenho dos alunos. **Revista Internacional de Aprendizagem, Ensino e Pesquisa Educacional**, [Quezon City, Filipinas], v. 21, n. 3, p. 284–298, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.3.21>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MAKRANSKY, Guido; ANDREASEN, Niels K.; BACEVICIUTE, Sarune; MAYER, Richard E. Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. **Journal Of Educational Psychology**, [Washington, D.C., EUA], v. 113, n. 4, p. 719-735, maio 2021. American Psychological Association (APA). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000473>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MALLEK, Fatma; MAZHAR, Tehseen; SHAH, Syed Faisal Abbas; GHADI, Yazeed Yasin; HAMAM, Habib. A review on cultivating effective learning: synthesizing educational theories and virtual reality for enhanced educational experiences. **PeerJ Computer Science**, [Londres, Reino Unido], v. 10, p. 2000-2015, 23 maio 2024. PeerJ. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7717/peerj-cs.2000>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MANDRACCHIA, Jon T.; SHAW, Lucas B.; MORGAN, Robert D. What's with the attitude? Changing attitudes about criminal justice issues. **Journal of Forensic Psychology Practice**, v. 13, n. 2, p. 94-111, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15241031.2013.784411>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MARINIAK, Mikaelly Rafaela. A ciência forense como objeto de representações sociais: implicações para a educação em Ciências. 2025. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2025.

MARLE, Peter D.; DECKER, Lisa; TAYLOR, Victoria; FITZPATRICK, Kathleen; KHALIQI, David; OWENS, Janel E.; HENRY, Renee M. CSI-Chocolate Science Investigation and the Case of the Recipe Rip-Off: using an extended problem-based scenario to enhance high school students' science engagement. **Journal Of Chemical Education**, [Washington, D.C., EUA], v. 91, n. 3, p. 345-350, 27 jan. 2014. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/ed3001123>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MARTÍNEZ, Ma Angeles; COBO, Manuel Jesús; HERRERA, Manuel; HERRERA-VIEDMA, Enrique. Analyzing the Scientific Evolution of Social Work Using Science Mapping. **Research On Social Work Practice**, [Thousand Oaks, EUA], v. 25, n. 2, p. 257-277, 11 fev. 2014. SAGE Publications. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/1049731514522101>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MAYNE, Richard; GREEN, Helen. The utilisation of virtual reality for practical crime scene investigation training. **Science & Justice**, Kidlington, v. 60, n. 5, p. 459-465, set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2020.07.005>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MAYNE, Richard; GREEN, Helen. Virtual Reality for Teaching and Learning in Crime Scene Investigation. **Preprints.Org Logo**, [Basel, Suíça], p. 325-352, 24 abr. 2020. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20944/preprints202004.0434.v1>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MCNAMARA-SCHROEDER, Kathleen; OLONAN, Cheryl; CHU, Simon; MONTOYA, Maria C.; ALVIRI, Mahta; GINTY, Shannon; LOVE, John J. DNA fingerprint analysis of three short tandem repeat (STR) loci for biochemistry and forensic science laboratory courses. **Biochemistry And Molecular Biology Education**, [Hoboken, EUA], v. 34, n. 5, p. 378-383, set. 2006. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.2006.494034052665>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MEBERT, Laura; BARNES, Roy; DALLEY, Jacqueline; GAWARECKI, Leszek; GHAZI-NEZAMI, Farnaz; SHAFER, Gregory; SLATER, Jill; YEZBICK, Erin. Fostering student engagement through a real-world, collaborative project across disciplines and institutions. **Higher Education Pedagogies**, [Londres, Reino Unido], v. 5, n. 1, p. 30-51, 1 jan. 2020. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/23752696.2020.1750306>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MENNELL, Julie. The future of forensic and crime scene science. **Forensic Science International**, [Amsterdam, Holanda], v. 157, p. 113-128, mar. 2006. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2005.12.023>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MENSHEW, D. Using biotech, CSI and zombies to engage students in science in a tough corner of the USA. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, Hoboken, v. 45, n. 1, p. 15-22, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bmb.20986>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MILLER, Leslie M.; CHANG, Ching-I.; WANG, Shu; BEIER, Margaret E.; KLISCH, Yvonne. Learning and motivational impacts of a multimedia science game. **Computers & Education**, [Amsterdam, Holanda], v. 57, n. 1, p. 1425-1433, ago. 2011. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.016>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MOHANTY, Abhinav; MURARISSETTY, Pooja; NGUYEN, Ngoc Diep; BAHAMON, Julio César; RAMAPRASAD, Harini; SRIDHAR, Meera. Criminal Investigations. In: **ACM**

**TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION**, 52., 2021, [S.L.]. **Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education**. [New York, EUA]: ACM, 2021. p. 1276-1276. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1145/3408877.3439630>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MORELATO, Marie; CADOLA, Liv; BÉRUBÉ, Maxime; RIBAUUX, Olivier; BAECHLER, Simon. Forensic Intelligence Teaching and Learning in Higher Education: an international approach. **Ssrn Electronic Journal**, [Amsterdam, Holanda], p. 311-339, 2022. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4213191>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MUGNAI, Riccardo; BARBOSA, Júlio Vianna; BAPTISTA, Darcilio Fernandes. Building a zoological teaching collection of invertebrates using alcoholic gel. **Journal Of Biological Education**, [Londres, Reino Unido], v. 46, n. 2, p. 110-116, jun. 2012. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2011.583668>. Acesso em: 05 nov. 2025.

NABAIS, J. M. Valente; COSTA, Sara D. A Forensic Experiment: the case of the crime at the cinema. **Journal Of Chemical Education**, [Washington, D.C., EUA], v. 94, n. 8, p. 1111-1117, 5 jun. 2017. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00942>. Acesso em: 05 nov. 2025.

NEONAKI, Maria; BRANFORD-WHITE, Christopher. Enhancing the bioscience STEM agenda through blended e-learning. In: **INTERNATIONAL MULTI-CONFERENCE ON SOCIETY, CYBERNETICS AND INFORMATICS (IMSCI)**, 2., 2008, Orlando, FL. Anais... Orlando: International Institute of Informatics and Systemics, 2008.

NESS, Dominic; PREECE, Daniel. The CSI effect in academia: influencing forensic science enrolment and perception in higher education. **Egyptian Journal Of Forensic Sciences**, [Londres, Reino Unido], v. 15, n. 1, p. 212-213, 5 jul. 2025. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s41935-025-00467-9>. Acesso em: 05 nov. 2025.

NILENDU, Debesh. Enhancing forensic education: exploring the importance and implementation of evidence-based education system. **Egyptian Journal Of Forensic Sciences**, [Londres, Reino Unido], v. 14, n. 1, p. 114-127, 10 jan. 2024. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s41935-023-00375-w>. Acesso em: 05 nov. 2025.

NININ, José M. León; BLANCO, Andrea E. Colina; HELD, Andreas; PLANER-FRIEDRICH, Britta. Environmental Forensics: mock trial of a chromium contamination case as a tool for interdisciplinary teaching and improvement of soft skills. **Journal Of Chemical Education**, [Washington, D.C., EUA], v. 99, n. 10, p. 3452-3460, 16 jun. 2022. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00275>. Acesso em: 05 nov. 2025.

NÚÑEZ RODRÍGUEZ, Jose Antonio. Implementation of virtual environment of learning in the subject Histotechnology I as the teaching support. **Eduweb – Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación**, [Caracas, Venezuela], v. 10, n. 1, p. 11–24, ene./jun. 2016. Disponível em: <http://ojs.eduweb.info/index.php/eduweb/article/view/10>. Acesso em: 05 nov. 2025.

OLIVEIRA, Caio César Marques de; BARBOSA, Mayara Lustosa de Oliveira; BARBOSA, Rodrigo Morency Arouca. MAPEANDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ENSINO DE GENÉTICA: análise bibliométrica e de conteúdo das publicações indexadas na base web of science. **Aracê**, [João Pessoa, Brasil], v. 7, n. 5, p. 28581-28615, 12 maio 2025. Seven Events. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.56238/arev7n5-439>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ORFAO, Jarred; LEUNG, Wai Sze.. Developing Digital Forensics Expertise Competencies Through Courtroom Role-Play. **Educação em Segurança da Informação – Desafios na Era Digital**. 2024. p. 146–162. Disponível em: DOI: 10.1007/978-3-031-62918-1\_10. Acesso em: 05 nov. 2025.

PAN, Yin; SCHWARTZ, David; MISHRA, Sumita. Gamified course modules for undergraduate digital forensics. **Journal of Cybersecurity and Information Management**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 49-65, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.53703/001c.71260>. Acesso em: 05 nov. 2025.

PAN, Yin; SCHWARTZ, David; MISHRA, Sumita. Gamified digital forensics course modules for undergraduates. In: **INTEGRATED STEM EDUCATION CONFERENCE (ISEC)**, 2015, Princeton, NY. Anais... [New York]: IEEE, 2015. p. 100–105. Disponível em: <10.1109/ISECon.2015.7119899>. Acesso em: 05 nov. 2025.

PARADA AZUAJE, Yermys Daniela. Sistema hipermedial como ferramenta de apoio ao intercâmbio de informação. **Dialogica**, [Lima, Peru], v. 7, p. 73-93, 2013.

PEÑA-FERNÁNDEZ, Antonio; PEÑA, María de Los Ángeles; LOBO-BEDMAR, María del Carmen; EVANS, Mark Dennis. INTERVENTIONS TO ENHANCE THE TEACHING OF TOXICOLOGY AT A UK UNIVERSITY. In: **EDULEARN PROCEEDINGS**, 2018, [S.L.]. Anais... [Valência, Espanha]: IATED, 2018. p. 327-341. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21125/edulearn.2018.1683>. Acesso em: 05 nov. 2025.

POLETTI, Matheus. A ciência forense como metodologia ativa no ensino de Ciências = Forensic science as an active methodology in science teaching. **Experiências em Ensino de Ciências**, Sinop, v. 12, n. 8, p. 88–100, 28 out. 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/696>. Acesso em: 05 nov. 2025.

PRINGLE, J.; MARSHALL, S.; GILL, J. Immersive XR environments for forensic science teaching and training. **Science & Justice**, Kidlington, v. 63, n. 1, p. 57-65, jan. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.10.007>. Acesso em: 05 nov. 2025.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PUNNOOSE, Jibin Abraham; HALVORSEN, Ken; CHANDRASEKARAN, Arun Richard. DNA Nanotechnology in the Undergraduate Laboratory: analysis of molecular topology using dna nanoswitches. **Journal Of Chemical Education**, [Washington, D.C., EUA], v. 97, n. 5, p. 1448-1453, 10 abr. 2020. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b01185>. Acesso em: 05 nov. 2025.

QUWEIDER, Mahmoud K. AC 2011-1061: Encouraging art and science cross-departmental collaboration through an interdisciplinary program. In: **ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION**, 2011, Vancouver, Canadá. Anais... [Washington, D.C.]: ASEE, 2011.

RATINAUD, P. IRaMuTeQ: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires [programa de computador]. Version 0.7 alpha 2. 2009. Disponível em: <http://www.iramuteq.org>. Acesso em: 05 nov. 2025.

REIS, André Felipe Moreira; LINDOSO, Alexsandra Câmara Paz; OLIVEIRA, Érica Brito; VALLE, Mariana Guelero do. Ciência forense no ensino de biologia. **Instrumento: Revista de Estudo e Pesquisa em Educação**, [Juiz de Fora, Brasil], v. 24, n. 3, p. 312-323, 21 dez.

2022. Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34019/1984-5499.2022.v24.35000>. Acesso em: 05 nov. 2025.

REUTTER, Dennis; SCHUTZER, Steven E.; CRAFT, Charles M.; FLETCHER, Jacqueline; FRICKE, Frederick L.; HOLOWACHUK, Scott A.; JOHNSON, Rudolph C.; KEIM, Paul S.; PEARSON, James L.; SIBERT, Robert W.; VELSKO, Steve. Planning for chemical, biological, radiological, and nuclear (CBRN) forensic capability exercises. **Forensic Science International: Synergy**, Amsterdam, v. 3, p. 100140, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/bsp.2010.0023>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ROCHA, Gabriela Xavier; GARRIDO, Fabiola de S.R.G.; GARRIDO, Rodrigo Grazinoli. Forensic Approach to Improving Science Teaching in High School. **Procedia - Social And Behavioral Sciences**, [Amsterdam, Holanda], v. 116, p. 4293-4296, fev. 2014. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.934>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ROSSI, Mayara; MELLO, Geison. O USO E AS CONTRIBUIÇÕES DAS METODOLOGIAS ATIVAS PARA A APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **Enciclopédia Biosfera**, [Goiânia, Brasil], v. 19, n. 42, p. 221-238, 30 dez. 2022. Centro Científico Conhecer. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.18677/encibio\\_2022d23](http://dx.doi.org/10.18677/encibio_2022d23). Acesso em: 05 nov. 2025.

SAKR, Asmaa; ABDULLAH, Tariq. Virtual, augmented reality and learning analytics impact on learners, and educators: a systematic review. **Education And Information Technologies**, [Dordrecht, Holanda], v. 29, n. 15, p. 19913-19962, 5 abr. 2024. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-024-12602-5>. Acesso em: 05 nov. 2025.

SEBASTINAY, Ana Paula; PIZZATO, Michelle Camara; DIEHL, Ivan Francisco; SALGADO, Tania Denise Miskinis. Aprendiendo a investigar por medio de la Ciencia Forense e Investigación Criminal. **Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias**, [Cádiz, Espanha], v. 10, n. 3, p. 480-490, 2013. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cadiz. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2013.v10.i3.13](http://dx.doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.i3.13). Acesso em: 05 nov. 2025.

SEVIMEL, Canan; SARĐBEY, Aylın Yalçın. Türkiye’de ve Dünyada Adli Bilimler Eğitiminin Karşılaştırmalı İncelenmesi. **Yukseğ�retim Dergisi**, [Ankara, Turquia], v. 1, n. 6, p. 363-302, 18 abr. 2024. Turkish Academy of Sciences. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.53478/yukseğ�retim.1404151>. Acesso em: 05 nov. 2025.

SIRBU, Vasile; SANDU, Ion. Forensic biology as a special field of education. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECONOMIC, EDUCATION AND MANAGEMENT (ICEEM)**, 2., 2012, Shanghai, China. Anais... Shanghai, 2012.

SMITH, Kimberly; PARADISE, Carol. Ensinando o processo da ciência com literatura primária: usando a pedagogia CREATE em cursos de ecologia. **Ecologia e Evolução**, [Hoboken, EUA], v. 12, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ece3.9644>. Acesso em: 05 nov. 2025.

SOMMA, Roberta. Advances in Flipped Classrooms for Teaching and Learning Forensic Geology. **Education Sciences**, [Basel, Suíça], v. 12, n. 6, p. 403, 13 jun. 2022. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/educsci12060403>. Acesso em: 05 nov. 2025.

SOSA-REYES, Ana María; VILLAVICENCIO-QUEIJEIRO, Alexa; SUZURI-HERNÁNDEZ, Luís Jiro. The Interdisciplinary approach in forensic science teaching at the UNAM. **Journal of Forensic Sciences**, Hoboken, v. 66, n. 1, p. 250-258, 2021. Disponível em: [10.1016/j.scijus.2022.08.006](https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.08.006). Acesso em: 05 nov. 2025.

STERLING, Amanda. Connecting Machine Design Concepts via an Undergraduate Forensic Engineering. In: **ASEE ANNUAL CONFERENCE AND EXPOSITION**, 2019, Tampa. **Proceedings** [...]. Tampa: ASEE, 2019. p. 1-13. Disponível em: <https://doi.org/10.18260/1-2-32588>. Acesso em: 05 nov. 2025.

STRICKLAND, Sheri; ERTURK, Neval. Teaching science through forensic case studies. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES (EDULEARN10)**, 2. 2010, Barcelona, Espanha. Anais... Barcelona: IATED, 2010.

SUELA, Sólón Colodetti; MORETO, Eliza Rocha; FREITAS, Rodrigo Randow de. Bibliometria e seus Métodos de Pesquisa: um estudo nas bases de dados scopus e web of science. **Revista Fsa**, [São Luís, Brasil], v. 18, n. 6, p. 151-168, 1 jun. 2021. Revista FSA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12819/2021.18.6.8>. Acesso em: 05 nov. 2025.

TAK, Anisha. SCIENTIFIC MECHANISMS IN CRIME INVESTIGATION: a study. **The Journal Of Unique Laws And Students**, [Mohali, Índia], v. , n. , p. 411-421, 15 nov. 2021. Unique Law. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.59126/v1i3a14>. Acesso em: 05 nov. 2025.

TEIXEIRA, Alexandra; AZEVEDO, Alvaro; PÉREZ-MONGIOVI, Daniel; CALDAS, Inês. Involving Forensic Students in Integrative Learning—A Project Proposal. **Forensic Sciences**, [Basel, Suíça], v. 3, n. 1, p. 69-79, 7 fev. 2023. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/forensicsci3010007>. Acesso em: 05 nov. 2025.

THOMPSON, David F.; WALKER, Curtis K. A descriptive and historical review of bibliometrics with applications to medical sciences. **Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy**, Lenexa, v. 35, n. 6, p. 551–559, maio 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/phar.1586>. Acesso em: 05 nov. 2025.

TOMIO, Denise; HERMANN, Ana Paula. Mapeamento dos clubes de Ciências da América Latina e construção do site internacional de clubes de ciência. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [Belo Horizonte, Brasil], v. 21, p. e10483, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1984-5499201900030018>. Acesso em: 05 nov. 2025.

UHERCÍKOVÁ, Gabriela; ŠULCOVÁ, Renata. Become a detective (topic work focused on forensic analysis). In: **CONFERENCE ON PROJECT-BASED EDUCATION IN SCIENCE**, 2013, Prague, Czech Republic. Projektové vyučování v přírodních předmětech. Prague, 2013.

WILKINS, Holly Vanessa; SPIKMANS, Val; EBAYAN, Robert; RILEY, Brenden. Application of augmented reality in crime scene investigation education. **Journal of Digital Forensics, Security and Law**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 30, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2024.03.005> Acesso em: 05 nov. 2025.

WILLIAMSON, R. Craig. Start, stop, restart: the recent history of federal funding for radiochemistry education. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON METHODS AND APPLICATIONS OF RADIOANALYTICAL CHEMISTRY**, 8., 2009, Kona, HI. Current status, trends, and needs in radiochemical education: the US and abroad. Kona: American Nuclear Society, 2009.

WU, Yiyang; GAPINSKA-SERWIN, Agata; KNAAP, Wade; SOONG, Ronald; LUK, Vivienne. The Application of Cross-course Collaboration between Forensic Chemistry and

Forensic Identification. **Journal Of Chemical Education**, [Washington, D.C., EUA], v. 101, n. 3, p. 753-765, 14 fev. 2024. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01220>. Acesso em: 05 nov. 2025.

YANOWITZ, Karen L. Students' Perceptions of the Long-Term Impact of Attending a "CSI Science Camp". **Journal Of Science Education And Technology**, [Dordrecht, Holanda], v. 25, n. 6, p. 916-928, 22 jul. 2016. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-016-9635-3>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ZARAGOZA, Carme; FERNÁNDEZ NOVELL, Josep M. Biochemistry and molecular biology works about Nobel Prizes at Catalan high schools. In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS DE APRENDIZAGEM (EDULEARN15)**, 7., 2015, Barcelona, Espanha. Anais... [Valência, Espanha]: IATED, 2015.

ZHOU, Yunlei; YIN, Huanshun; ZHAO, Wei-Wei; AI, Shiyun. Electrochemical, electrochemiluminescent and photoelectrochemical bioanalysis of epigenetic modifiers: a comprehensive review. **Coordination Chemistry Reviews**, [Amsterdam, Holanda], v. 424, p. 213519, dez. 2020. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccr.2020.213519>. Acesso em: 05 nov. 2025.



Isabella Oliveira &lt;isabella.oliveira@estudante.ifb.edu.br&gt;

## Ata da Defesa de TCC da Estudante Isabella Vitória Castro de Oliveira

4 mensagens

**Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa** <1230540@etfbsb.edu.br> 17 de novembro de 2025 às 10:52  
Para: thanuci@gmail.com, Rodrigo Morency Arouca Barbosa <1086074@ifb.edu.br>, Isabella Oliveira <isabella.oliveira@estudante.ifb.edu.br>, Silvia Dias da Costa Fernandes <silvia.fernandes@ifb.edu.br>

Prezados,

Segue a ata de defesa. Peço a gentileza de que respondam a este e-mail o mais rápido possível (**com cópia para todos**), indicando a concordância ou não com o conteúdo da ata. Depois que todos responderem, o e-mail será salvo em pdf e enviado à docente responsável pela disciplina, constituindo o documento que oficializa o TCC junto ao registro acadêmico.

### ATA DE DEFESA DO TCC

Às 09h do dia 17/11/2025, 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 da orientadora Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa e participação dos examinadores Thanuci Silva e Rodrigo Morency Arouca Barbosa, para avaliar o TCC intitulado: "**Ciências forenses e investigação criminal no ensino de ciências e biologia: revisão sistemática e análise de conteúdo**", apresentado pela discente Isabella Vitória Castro de Oliveira, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Biologia. A presidência declarou instalados os trabalhos, dando início à mencionada apresentação que durou cerca de 28 minutos. Em seguida, foram realizadas as perguntas dos examinadores. 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 9,4

Recomendação:

 Aceito sem modificação Aceito com modificações, tendo o prazo de 10 dias corridos para entrega da versão final (27/11). Recusado

Nada mais havendo para ser tratado, a presidência deu por encerrados os trabalhos às 09:58 h, 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.

--

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa**

**Rodrigo Morency Arouca Barbosa** <1086074@etfbsb.edu.br> 17 de novembro de 2025 às 10:55  
Para: Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa <1230540@etfbsb.edu.br>  
Cc: thanuci@gmail.com, Rodrigo Morency Arouca Barbosa <1086074@ifb.edu.br>, Isabella Oliveira <isabella.oliveira@estudante.ifb.edu.br>, Silvia Dias da Costa Fernandes <silvia.fernandes@ifb.edu.br>

Bom dia,

Ciente e de acordo.

**Atenciosamente,**  
**Rodrigo Morency**  
Pró-reitoria de Gestão de Pessoas - PRGP  
Telefone: 61-2103-2133/19-98184-7290



**INSTITUTO FEDERAL**  
Brasília

"A maior necessidade do mundo é a de homens e mulheres que não se comprem nem se vendam; que no íntimo da alma sejam verdadeiros e honestos; que não temam chamar o erro pelo seu nome; cuja consciência seja tão fiel ao dever como a bússola o é ao pólo; homens e mulheres que permaneçam firmes pelo que é reto, ainda que caiam os céus" Educação, Pág. 57

[Texto das mensagens anteriores oculto]

---

**Thanuci Silva** <thanuci@gmail.com>

17 de novembro de 2025 às 11:25

Para: Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa <1230540@etfbsb.edu.br>

Cc: Rodrigo Morency Arouca Barbosa <1086074@ifb.edu.br>, Isabella Oliveira <isabella.oliveira@estudante.ifb.edu.br>, Sílvia Dias da Costa Fernandes <silvia.fernandes@ifb.edu.br>

De acordo.

Thanuci Silva, Ph.D.

[Texto das mensagens anteriores oculto]



**ficha de avaliação tcc.docx**  
49K

---

**Isabella Oliveira** <isabella.oliveira@estudante.ifb.edu.br>

18 de novembro de 2025 às 10:54

Para: Thanuci Silva <thanuci@gmail.com>

Cc: Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa <1230540@etfbsb.edu.br>, Rodrigo Morency Arouca Barbosa <1086074@ifb.edu.br>, Sílvia Dias da Costa Fernandes <silvia.fernandes@ifb.edu.br>

Bom dia!! De acordo!

Atenciosamente, Isabella Vitória Castro de Oliveira!

[Texto das mensagens anteriores oculto]

# Documento Digitalizado Público

## TCC da Isabella Vitoria Castro de Oliveira

**Assunto:** TCC da Isabella Vitoria Castro de Oliveira  
**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 09/12/2025 10:15:57.

Este documento foi armazenado no SUAP em 09/12/2025. 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:** 779375

**Código de Autenticação:** 4c8839ff3b

