

# **QUÍMICA FORENSE, CTS E OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: CONEXÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

*Flávio Leite Rodrigues*

## **ARTIGO ORIGINAL**

### **RESUMO**

Este artigo investigou as relações entre a química forense, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), buscando compreender como essa integração pode enriquecer o ensino de ciências. A pesquisa adotou uma metodologia bibliométrica e de análise temática, a partir de 779 resumos de publicações indexadas na base Scopus com a string “forensic chemistry”. A aplicação de técnicas de modelagem de tópicos (LDA) revelou cinco eixos principais: (i) ensino e formação em química forense, (ii) drogas ilícitas e detecção eletroquímica, (iii) espectrometria de massas e caracterização de substâncias, (iv) modelagem e algoritmos em dados forenses e (v) métodos de detecção em vestígios forenses. A análise mostrou que esses temas se articulam a diferentes ODS, especialmente os de educação de qualidade (ODS 4), saúde (ODS 3), inovação (ODS 9), consumo responsável (ODS 12), justiça (ODS 16) e igualdade de gênero (ODS 5). Os resultados apontam que a química forense, quando trabalhada sob uma abordagem CTS, constitui um recurso pedagógico capaz de motivar estudantes, promover o pensamento crítico e aproximar o ensino de química dos desafios sociais contemporâneos.

**Palavras-chave:** Química Forense; Educação CTS; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; Ensino de Química; Análise Bibliométrica.

# FORENSIC CHEMISTRY, STS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: CONNECTIONS FOR SCIENCE EDUCATION

## ABSTRACT

This article investigated the relationship between forensic chemistry, the Sustainable Development Goals (SDGs), and the Science-Technology-Society (STS) perspective, aiming to understand how this integration can enrich science education. The research adopted a bibliometric and thematic analysis methodology, based on 779 abstracts of publications indexed in Scopus using the string “forensic chemistry”. Topic modeling (LDA) revealed five main axes: (i) teaching and training in forensic chemistry, (ii) illicit drugs and electrochemical detection, (iii) mass spectrometry and substance characterization, (iv) modeling and algorithms in forensic data, and (v) detection methods in forensic traces. The analysis showed that these themes are strongly linked to different SDGs, especially quality education (SDG 4), health (SDG 3), innovation (SDG 9), responsible consumption (SDG 12), justice (SDG 16), and gender equality (SDG 5). Results indicate that forensic chemistry, when approached from an STS perspective, can serve as a pedagogical tool that motivates students, fosters critical thinking, and connects chemistry education to contemporary social challenges.

**Keywords:** Forensic Chemistry; STS Education; Sustainable Development Goals; Chemistry Teaching; Bibliometric Analysis.

Instituição afiliada – Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN.

Dados da publicação: Artigo publicado em Setembro de 2025

DOI: <https://doi.org/10.36557/pbpc.v4i2.391>

Autor correspondente: Flávio Leite Rodrigues

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



## 1 INTRODUÇÃO

A química forense, uma área intrinsecamente multidisciplinar e aplicável da química, estabelece diversas relações com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) delineados na Agenda 2030, e as práticas pedagógicas do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) oferecem um caminho robusto para consolidar e aprofundar essas conexões (Santos, 2023).

A química forense é, essencialmente, uma aplicação da química analítica no contexto legal. Sua visibilidade e interesse público cresceram exponencialmente, impulsionados pela cobertura de casos criminais notórios e pela representação em mídias como a televisão. Embora muitos educadores possam não perceber plenamente, a ciência forense possui um grande potencial para motivar os alunos a se dedicarem ao estudo da química, desde os níveis introdutórios até a bioquímica.

A Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas, estabelece 17 ODS e 169 metas que constituem um plano de ação global para as pessoas, o planeta e a prosperidade, com o objetivo de fortalecer a paz e a liberdade universal. Estes objetivos são interconectados e buscam um equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental do desenvolvimento sustentável (Martins *et al.*, 2024). A ciência e a tecnologia desempenham um papel crucial nos desafios sociais atuais, muitos dos quais estão diretamente ligados aos ODS (Franco-Mariscal *et al.*, 2024).

A química forense pode se relacionar com os ODS de várias maneiras, uma das ligações mais diretas e evidentes da química forense é com o ODS 16: Paz, Justiça e Instituições Eficazes. Esta área da ciência contribui diretamente para a promoção de sociedades pacíficas e inclusivas, o acesso à justiça para todos e a construção de instituições eficazes, responsáveis e transparentes em todos os níveis (Martins *et al.*, 2024).

As aplicações forenses incluem a análise de fragmentos de projéteis para resolver investigações criminais, como no caso do assassinato de John F. Kennedy, que exige análises elementares e metalurgia forense. O DNA profiling (identificação individual por DNA) tornou-se o método mais amplamente aceito para individualização, superando até mesmo a impressão digital. A análise de impressões digitais, hoje com sistemas sem tinta, também é uma prática forense fundamental. Além disso, a investigação de cenas de crime e a análise de vestígios (baseada no Princípio de Troca de Locard, que afirma que "todo contato deixa um rastro") são pilares para a resolução de crimes e a garantia da justiça (Kaplan, 2019). A toxicologia forense, que lida com drogas de abuso, é vital para combater o tráfico e o uso indevido de substâncias, alinhando-se com a meta de reduzir significativamente os fluxos financeiros e de armas ilegais e combater todas as formas de crime organizado (Martins *et al.*, 2024).

Com relação ao ODS 3: Saúde e Bem-Estar, a toxicologia forense é fundamental para a prevenção e tratamento do abuso de substâncias, incluindo drogas entorpecentes e o uso nocivo do álcool (Martins *et al.*, 2024). A detecção de álcool no hálito, utilizando dispositivos como o *Breathalyzer* e o *Intoxilyzer*, que se baseiam em reações químicas e espectroscopia de infravermelho do etanol, é um exemplo direto de como a química forense impacta a segurança pública e a saúde. A análise de drogas em amostras biológicas, como a urina, utilizando métodos presuntivos e confirmatórios como cromatografia gasosa-espectrometria de massas (GC-MS), também exemplifica essa conexão (Kaplan, 2019).

O ODS 4: Educação de Qualidade se beneficia da química forense ao utilizá-la como um poderoso motivador para o estudo da química em diversos níveis. A abordagem de casos forenses específicos, como a contaminação de Tylenol com cianeto de potássio ou a datação do Sudário de Turim por radiocarbono, permite introduzir conceitos químicos complexos, como espectroscopia de absorção atômica, estrutura atômica e radioatividade, de maneira engajadora e contextualizada (Kaplan, 2019). Essa abordagem, por sua vez, estimula o pensamento analítico e a resolução de problemas, pilares da educação de qualidade. Programas de extensão para estudantes mais jovens também demonstram o potencial da ciência forense para despertar o interesse em química (Kaplan, 2019).

No âmbito do ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis, a investigação de incêndios e crimes de incêndio (*arson investigation*) é uma área forense que pode se ligar à meta de reduzir os impactos ambientais negativos das cidades, incluindo a gestão de resíduos e o uso seguro de substâncias químicas (Kaplan, 2019). A expertise forense na análise de materiais combustíveis e resíduos pode contribuir para a segurança e sustentabilidade urbana.

O ODS 12: Consumo e Produção Responsáveis pode ser relacionado à química forense através da análise de materiais como tintas, fibras, polímeros sintéticos em cenas de crime, e a detecção de drogas em dinheiro ou amostras ilícitas. A identificação e quantificação dessas substâncias contribuem para entender padrões de produção e consumo, incluindo os ilícitos, e para a implementação de padrões de consumo e produção mais sustentáveis (Mojica *et al.*, 2019).

Por fim, a química forense se alinha com os ODS 5: Igualdade de Gênero e ODS 10: Redução das Desigualdades ao ser um campo multidisciplinar e interdisciplinar ideal para aumentar a participação em áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). A natureza cativante da ciência forense, com seu apelo à resolução de mistérios ("quem fez?"), pode atrair indivíduos de todas as origens, raças, etnias, gêneros e status socioeconômicos, combatendo a "tubulação furada" (leaky pipeline) e promovendo a diversidade e inclusão nas ciências (Andersson, 2017). A diversidade de pensamento e perspectiva é crucial para impulsionar a inovação e a resolução de problemas complexos na área forense (Kaplan, 2019).

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação científica busca uma formação que capacite os alunos a compreender as complexas relações entre o conhecimento científico e tecnológico e o contexto social em constante transformação. Ele incentiva a discussão de questões sociais e os impactos, tanto positivos quanto negativos, dos avanços científicos e tecnológicos, visando formar cidadãos que possam se posicionar criticamente, buscar soluções e tomar decisões informadas. Essa abordagem é fundamental para o desenvolvimento de cidadãos esclarecidos e responsáveis, capazes de atuar em um mundo cada vez mais moldado pela ciência e tecnologia (Santos, 2023).

As práticas CTS são essenciais para viabilizar e aprofundar a relação entre a química forense e os ODS das seguintes maneiras:

**1. Foco em Questões Sociocientíficas (QSC):** O modelo ENCIC-CT para o desenvolvimento do pensamento crítico, por exemplo, centraliza-se em problemas da vida cotidiana e em QSC como ponto de partida. As QSC são problemas reais, complexos e não resolvidos que se situam na intersecção entre ciência, tecnologia e sociedade, e podem ser abordadas a partir de múltiplas perspectivas: sociais, éticas,

econômicas, ambientais, legais e políticas. Muitos casos forenses representam QSC autênticas, pois levantam dilemas éticos, sociais e legais sobre o uso de evidências (como o DNA, por exemplo, na diferenciação de gêmeos idênticos em um caso de estupro, que gerou debate sobre a admissibilidade da técnica), a confiabilidade das técnicas forenses ou as implicações de novas tecnologias na justiça. Os próprios ODS podem ser utilizados para identificar QSC relevantes que estimulam o desenvolvimento do pensamento crítico (Franco-Mariscal *et al.*, 2024).

**2. Desenvolvimento do Pensamento Crítico (PC):** O PC é um objetivo primordial da educação científica, considerado crucial para que os cidadãos tomem decisões e ajam na sociedade, especialmente diante dos desafios científicos e tecnológicos relacionados aos ODS. A química forense, com seus cenários intrigantes de investigação criminal, oferece um contexto autêntico e altamente envolvente para o desenvolvimento dessas habilidades. O PC implica não apenas pensar de forma razoável, mas também desenvolver uma opinião informada e independente, integrando o raciocínio científico, valores e ação social (Franco-Mariscal *et al.*, 2024).

**3. Estratégias Didáticas Engajadoras e Inclusivas:** As abordagens CTS propõem metodologias que permitem aos alunos analisar, avaliar e sintetizar informações, e aplicá-las para tomar decisões informadas e bem fundamentadas (Franco-Mariscal *et al.*, 2024). Exemplos dessas estratégias incluem:

Gamificação e Jogo de Papéis (Role-playing): Essas estratégias são particularmente adequadas para abordar QSC. Os alunos podem assumir diferentes papéis em um cenário forense (por exemplo, cientistas forenses, advogados, jurados, vítimas, suspeitos), investigando evidências, analisando resultados e apresentando argumentos. Isso estimula a identificação de problemas, a busca de informações, a proposição de soluções e ações, a capacidade de argumentar, a expressão de diferentes perspectivas e a tomada de decisões responsáveis, ao mesmo tempo que destaca atitudes, valores e emoções. Um exemplo disso é um jogo de papéis sobre a proibição de plásticos de uso único, que permitiu aos alunos explorar conceitos científicos e mudar atitudes.

Micro-debates: Essa estratégia, de curta duração, é projetada para desenvolver o PC, a argumentação, a análise crítica de informações e a tomada de decisões. Pode ser empregada para discutir as implicações éticas e sociais das evidências forenses ou de novas tecnologias. Por exemplo, um debate sobre a admissibilidade de um novo tipo de evidência de DNA em tribunal.

Mapeamento de Controvérsias: Essa metodologia, baseada na Teoria do Ator-Rede, permite explorar e visualizar a complexidade das QSC. Pode ser aplicada para analisar as controvérsias em torno da confiabilidade da ciência forense ou as implicações de novas tecnologias na justiça, contribuindo para uma compreensão aprofundada das diferentes perspectivas.

Recursos Multimídia (Filmes e Séries de TV): Filmes e séries com temática forense (como "CSI") aumentaram o perfil público da ciência forense [i]. Podem ser utilizados para ilustrar conhecimentos, estimular debates, contextualizar informações e promover o PC, convidando os alunos a questionar a viabilidade das situações retratadas na vida real.

Realidade Aumentada (RA): A RA pode promover o desenvolvimento do PC ao proporcionar experiências práticas que incentivam a resolução de problemas, facilitam a exploração e descoberta, promovem a colaboração e a comunicação, e ensinam a

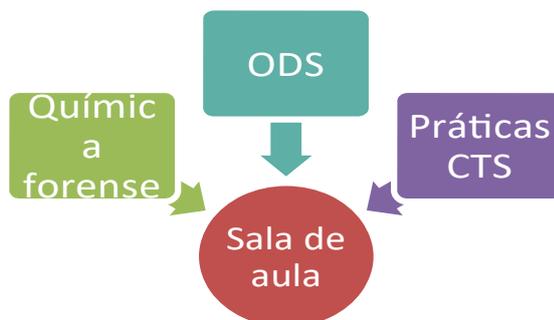
avaliar criticamente as informações.

**4. Gerenciamento da Pluralidade Conceitual:** A química, e por extensão a química forense, é caracterizada pela coexistência de múltiplos conceitos e modelos para explicar fenômenos. As práticas CTS, ao abordar os cinco pilares para apoiar a aprendizagem dos alunos – como decisões curriculares, uso consistente de conceitos e modelos, transições sensíveis entre eles, perspectiva pluralista sobre as concepções dos alunos e fomento da cognição epistêmica – podem ajudar os professores a gerenciar essa pluralidade.

Isso é crucial para o desenvolvimento da cognição epistêmica, onde os alunos aprendem a avaliar as evidências e a argumentação que sustentam o conhecimento científico, reconhecendo que diferentes abordagens podem ser válidas para diferentes propósitos. Por exemplo, entender a evolução dos modelos atômicos (Dalton, Rutherford, Bohr) ou os diferentes conceitos de reações redox (transferência de oxigênio, transferência de elétrons, números de oxidação) permite aos alunos compreender as limitações e o poder explicativo de cada um. Essa capacidade de lidar com a pluralidade conceitual se reflete diretamente na tomada de decisões em contextos forenses, onde a interpretação de evidências pode exigir a compreensão de múltiplas abordagens científicas (Nehring; Schanze, 2025).

Ao integrar a química forense em um currículo com enfoque CTS, os educadores podem não apenas motivar os alunos para a ciência, mas também prepará-los para serem cidadãos ativos e críticos, capazes de entender as complexas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, e de contribuir para a realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em suas vidas pessoais, sociais e profissionais. A Figura 1 ilustra a relação investigada.

**Figura 1** – Relação entre os temas investigados.



**Fonte:** Os autores

## 2 METODOLOGIA

A estratégia metodológica adotada neste estudo baseou-se em uma revisão bibliométrica e análise temática de publicações científicas sobre ensino de Química Verde, estruturada em quatro etapas principais: (i) coleta de dados, (ii) triagem e preparação do corpus, (iii) pré-processamento textual e (iv) modelagem de tópicos. A busca foi realizada na base de dados Scopus em julho de 2025, utilizando a seguinte string de pesquisa: "forensic chemistry".

O levantamento inicial resultou em 855 documentos. Foram eliminados 76 documentos sem resumo, restando 779 artigos para análise. Para cada documento foram extraídos os seguintes metadados: título, lista de autores, ano de publicação e texto do resumo, constituindo o corpus textual de estudo.

O corpus de resumos foi submetido a um pipeline de Processamento de Linguagem Natural (PLN), seguindo práticas consagradas em mineração de textos (Roberts *et al.*, 2014; Wellman *et al.*, 2023):

- Conversão de todo o texto para letras minúsculas;
- Tokenização em palavras individuais;
- Remoção de *stop words* da língua inglesa;
- Lematização, reduzindo palavras às suas formas canônicas;
- Eliminação de pontuação e caracteres numéricos.

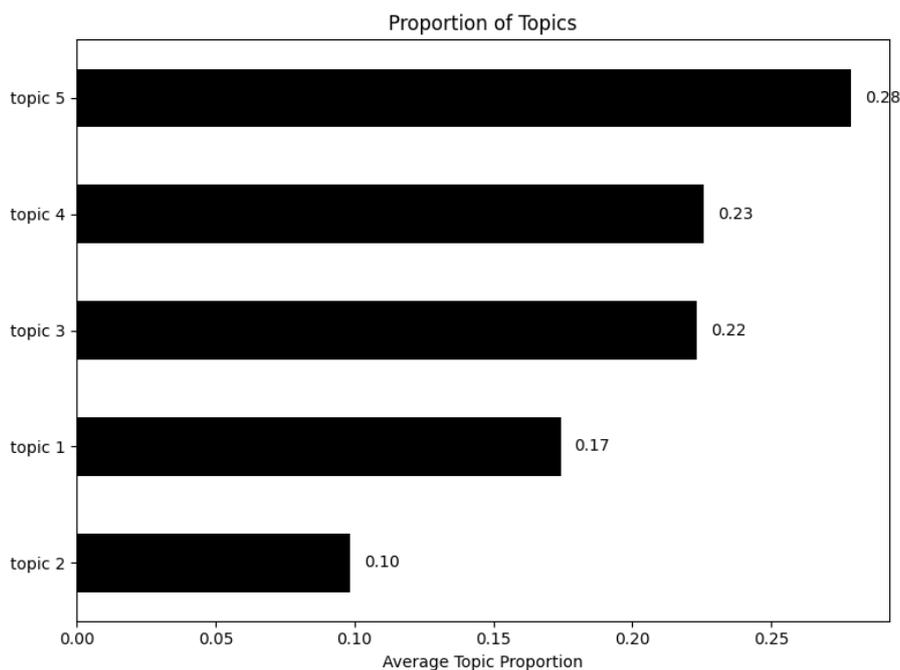
Esse processo assegurou a qualidade e a consistência dos dados para aplicação de técnicas de modelagem probabilística. A análise temática foi realizada por meio da técnica *Latent Dirichlet Allocation* (LDA), um modelo generativo probabilístico voltado à identificação de tópicos latentes em grandes coleções textuais (Blei; Ng; Jordan, 2003). O LDA considera cada documento como uma combinação de tópicos, e cada tópico como uma distribuição de probabilidades sobre palavras.

Para a definição do número ótimo de tópicos (K), foram estimados modelos variando de  $K = 5$  a  $K = 30$ . A avaliação comparativa dos modelos foi conduzida a partir de três critérios principais: métricas de coerência de tópicos ( $c_v$  e  $u_{mass}$ ) (Weston *et al.*, 2023); pontuações de perplexidade, aplicadas tanto ao conjunto de treinamento quanto ao conjunto de validação (Wang *et al.*, 2023) e equilíbrio interpretativo entre granularidade e consistência semântica dos tópicos. A partir desses procedimentos, foi possível extrair uma representação temática robusta sobre a produção científica em química forense, discutindo suas relações com os ODS e com as práticas CTS no ensino de ciências.

### 3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

A análise temática realizada com base no modelo LDA aplicado ao corpus de 779 resumos resultou na identificação de cinco tópicos principais, que sintetizam as tendências e abordagens mais recorrentes nas pesquisas sobre ensino de química forense. Esses tópicos foram interpretados a partir das métricas de maior probabilidade, FREX e Lift, permitindo tanto a captura de termos frequentes quanto de expressões distintivas. A Figura 2 apresenta a proporção de tópicos na literatura pesquisada.

**Figura 2** – Distribuição de tópicos na literatura pesquisada.



Fonte: Os autores

A modelagem de tópicos (LDA) aplicada ao corpus de 779 resumos sobre química forense revelou cinco grandes eixos temáticos. Cada eixo apresenta potenciais conexões com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e pode ser explorado no ensino de química sob uma abordagem CTS.

Em breve discussão analítica pode-se observar que a dimensão educacional (Tópico 1) evidencia que a química forense é não apenas campo técnico, mas também pedagógico, alinhado ao ODS 4 ao tornar o ensino de química mais significativo e conectado a problemas reais (Mojica *et al.*, 2019).

Os tópicos técnicos (2 a 5) refletem a diversidade metodológica da área, indo de técnicas eletroquímicas a espectrometria de massas, até algoritmos estatísticos e estudos de vestígios. Essa pluralidade dialoga com a noção de pluralidade conceitual da química discutida por Nehring e Schanze (2025), mostrando que diferentes modelos analíticos coexistem e enriquecem a prática científica.

Do ponto de vista CTS, os tópicos permitem explorar questões éticas (uso de dados forenses em tribunais), políticas (combate às drogas e segurança pública) e ambientais (impactos de poluentes detectados em contextos forenses), favorecendo uma formação cidadã crítica (Santos, 2023). O Quadro 1 apresenta uma visão geral dos resultados e suas principais relações com os temas abordados.

**Quadro 1-** Tópicos identificados, descritores principais e conexões com ODS e CTS

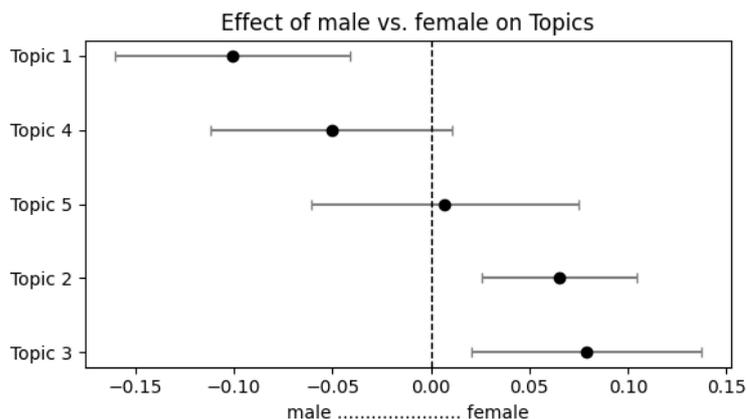
Tópico	Descritores Principais	Interpretação Temática	ODS Relacionados	Contribuições CTS
<b>1. Ensino e formação em química forense</b>	<i>student, laboratory, course, education, case, drug</i>	Ênfase em cursos, práticas laboratoriais, estudos de caso e ensino de ciências forenses.	<b>ODS 4</b> (Educação de qualidade)	Promove motivação e engajamento ao conectar conceitos químicos a casos reais; desenvolve pensamento crítico.

Tópico	Descritores Principais	Interpretação Temática	ODS Relacionados	Contribuições CTS
<b>2. Drogas ilícitas e detecção eletroquímica</b>	<i>cocaine, detection, electrode, electrochemical, sensor, voltammetry</i>	Métodos analíticos para detecção rápida de drogas, com destaque para sensores eletroquímicos.	<b>ODS 3</b> (Saúde e bem-estar); <b>ODS 16</b> (Paz e justiça)	Possibilita discutir políticas públicas de drogas, saúde coletiva e papel da ciência na justiça.
<b>3. Espectrometria de massas e caracterização de substâncias</b>	<i>mass, spectrometry, ion, compound, substance, drug</i>	Avanços em técnicas de espectrometria de massas aplicadas à toxicologia, fármacos e autenticidade de substâncias.	<b>ODS 9</b> (Indústria, inovação e infraestrutura); <b>ODS 12</b> (Consumo e produção responsáveis)	Mostra como a inovação tecnológica contribui para a rastreabilidade e segurança de produtos.
<b>4. Modelagem e algoritmos em química forense</b>	<i>study, model, algorithm, sensor, gsr, monoxide, ink</i>	Uso de estatística, algoritmos e modelagem em dados forenses (resíduos de disparo, tintas, gases).	<b>ODS 16</b> (Instituições eficazes); <b>ODS 13</b> (Ação climática, na interface com poluentes ambientais)	Estimula debates sobre confiabilidade de evidências, ciência de dados e impactos ambientais de resíduos tóxicos.
<b>5. Métodos de detecção em vestígios forenses</b>	<i>detection, fingerprint, urine, case, method, sample</i>	Análises de vestígios: impressões digitais, fluidos corporais, amostras de urina.	<b>ODS 3</b> (Saúde), <b>ODS 16</b> (Justiça)	Permite problematizar privacidade, bioética e o uso da ciência para garantir direitos humanos.

Fonte: Os autores

A análise revelou também um aspecto relevante: a perspectiva de gênero na produção científica em química forense (Andersson, 2017). Os dados indicam que determinados tópicos apresentam maior predominância em trabalhos de autoria masculina, enquanto outros são mais recorrentes em pesquisas de autoria feminina. A Figura 3 ilustra os resultados.

**Figura 2** – Distribuição de tópicos na literatura pesquisada.



Fonte: Os autores

O Tópico 1 (Ensino e formação em química forense) e o Tópico 4 (Modelagem e algoritmos) mostraram maior presença em publicações de autoria masculina. Esse resultado sugere que homens têm direcionado esforços sobretudo para discussões

mais estruturais e computacionais do ensino e da aplicação da química forense.

O Tópico 2 (Drogas ilícitas e detecção eletroquímica) e o Tópico 3 (Espectrometria de massas e caracterização de substâncias) tiveram predominância feminina, indicando uma maior contribuição das pesquisadoras em temas ligados à saúde pública, toxicologia e técnicas de análise de substâncias.

O Tópico 5 (Métodos de detecção em vestígios forenses) não apresentou diferença estatisticamente significativa entre homens e mulheres, sugerindo equilíbrio de participação.

Essa distribuição reforça a ideia de que há diferentes sensibilidades e enfoques sendo construídos a partir das experiências de pesquisadores e pesquisadoras. A diversidade de olhares contribui para enriquecer o campo, favorecendo abordagens inovadoras e interdisciplinares, em consonância com o ODS 5 (Igualdade de Gênero) e com a noção de pluralidade conceitual na química (Nehring; Schanze, 2025).

#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados da análise confirmam que o ensino de Química Forense, fundamentado na perspectiva CTS, constitui uma abordagem poderosa para integrar conteúdos científicos às questões sociais, ambientais, tecnológicas e jurídicas contemporâneas. Para a prática em sala de aula, isso significa criar oportunidades de aprendizagem que vão além da transmissão de conceitos químicos, estimulando os estudantes a refletirem sobre o papel da ciência na justiça, na saúde pública e na sustentabilidade.

Estratégias como estudos de caso criminais, simulações laboratoriais de análise de vestígios, projetos interdisciplinares envolvendo ciência e sociedade e o uso de tecnologias digitais emergem como caminhos concretos para aproximar os conteúdos da realidade dos alunos. Essas práticas favorecem tanto o desenvolvimento do pensamento crítico quanto a internalização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como parte essencial do processo educativo.

Além disso, a inclusão da dimensão de gênero nas reflexões sobre o ensino de Química Forense revela diferentes sensibilidades e enfoques, enriquecendo o campo com pluralidade de perspectivas. Esse aspecto contribui para uma educação científica mais inclusiva, democrática e diversa, em consonância com o ODS 5 (Igualdade de Gênero).

Em síntese, a prática pedagógica em Química Forense deve ser compreendida como um processo que alia cidadania, criticidade e diversidade, formando sujeitos capazes de intervir de maneira consciente nos rumos da sociedade e da ciência, em sintonia com os princípios da Agenda 2030.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ANDERSSON, K. Chemistry for whom? Gender awareness in teaching and learning chemistry. **Cultural Studies of Science Education**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 425–433, 2017.
- BLEI, D. M.; NG, A. Y.; JORDAN, M. I. Latent dirichlet allocation. **J. Mach. Learn. Res.**, [s. l.], v. 3, n. null, p. 993–1022, 2003.
- FRANCO-MARISCAL, A. J. *et al.* The ENCIC-CT Model for the Development of Critical Thinking. In: FRANCO-MARISCAL, A. J. (org.). **Critical Thinking in Science Education and**

**Teacher Training.** Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 3–42. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-78578-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-78578-8_1). Acesso em: 2 ago. 2025.

KAPLAN, L. J. Chemistry and Crime: Investigating Chemistry from a Forensic Science Perspective. *In*: TEACHING CHEMISTRY WITH FORENSIC SCIENCE. [S. l.]: American Chemical Society, 2019. (ACS Symposium Series, v. 1324). v. 1324, p. 13–34. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/bk-2019-1324.ch002>. Acesso em: 12 ago. 2025.

MARTINS, A. L. J. *et al.* A Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como estratégia para equidade em saúde e territórios sustentáveis e saudáveis. **Saúde em Debate**, [s. l.], v. 48, p. e8828, 2024.

MOJICA, E.-R. E. *et al.* Integration of Forensic Themes in Teaching Instrumental Analysis at Pace University. *In*: TEACHING CHEMISTRY WITH FORENSIC SCIENCE. [S. l.]: American Chemical Society, 2019. (ACS Symposium Series, v. 1324). v. 1324, p. 203–219. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/bk-2019-1324.ch011>. Acesso em: 27 ago. 2025.

NEHRING, A.; SCHANZE, S. Turning the Plurality of Chemistry into a Resource for Learning: A Core Competency of Chemistry Teachers. **Science & Education**, [s. l.], v. 34, n. 4, p. 2051–2078, 2025.

ROBERTS, M. E. *et al.* Structural Topic Models for Open-Ended Survey Responses. **American Journal of Political Science**, [s. l.], v. 58, n. 4, p. 1064–1082, 2014.

SANTOS, D. CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: O MOVIMENTO CTS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA. **Educere - Revista da Educação da UNIPAR**, [s. l.], v. 23, p. 1259–1286, 2023.

WANG, M. *et al.* Investigation of Pre-service Teachers' Conceptions of the Nature of Science Based on the LDA Model. **Science & Education**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 589–615, 2023.

WELLMAN, N. *et al.* Publishing Multimethod Research in AMJ: A Review and Best-Practice Recommendations. **Academy of Management Journal**, [s. l.], v. 66, n. 4, p. 1007–1015, 2023.

WESTON, S. J. *et al.* Selecting the Number and Labels of Topics in Topic Modeling: A Tutorial. **Advances in Methods and Practices in Psychological Science**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 25152459231160105, 2023.