

Epistemologia da Ciência Forense e a construção de uma síntese teórica: desdobramentos práticos

A. Giovanelli*

Laboratório de Perícias em Entorpecentes e Psicotrópicos, ICCE / DGPTC / SEPOL

*Endereço de e-mail para correspondência: agianelli@gmail.com. Tel.: +55-21-22020578.

Recebido em 15/11/2023; Revisado em 18/03/2024; Aceito em 07/04/2024

Resumo

A definição da natureza da criminalística e da ciência forense é uma discussão que tem sido retomada com vigor na literatura internacional. No âmago desta discussão está a demarcação de princípios e postulados que caracterizariam a ciência forense como uma ciência autônoma, com métodos próprios. O presente artigo utilizou como base a síntese teórica proposta por Giovanelli [23,24], em que as principais discussões da literatura atual foram consolidadas em seis princípios elencados hierarquicamente e associados a abordagens epistemológicas e metodológicas da ciência forense. Na primeira parte foram discutidos alguns dos pressupostos epistemológicos que fundamentariam a ciência forense, incluindo o seu campo de atuação. Na segunda parte, foram apresentados os desdobramentos práticos e aplicações a partir de metodologia derivada da síntese teórica denominada de “Modelo Sintético da Criminalística”. A partir de seis princípios: Princípio de Locard, Princípio de Kirk, Princípio da Assinatura, Princípio de Bertillon, Princípio da Reconstrução de Frances Lee e Princípio das Propriedades Emergentes foi estruturado um arcabouço teórico, hierarquicamente organizado e sistemático o qual serve de base para a avaliação crítica do trabalho do cientista forense, incluindo a revisão das metodologias utilizadas, o enfrentamento do viés cognitivo em determinadas fases do trabalho do perito e a ampliação de possibilidades analíticas. Além disso, o Modelo Sintético da Criminalística proposto permite estruturar um currículo coerente que agregue as competências essenciais para a análise forense. A síntese teórica proposta reforça a ideia de que a ciência forense é uma ciência específica, com seus próprios métodos e princípios.

Palavras-Chave: ciência forense; síntese teórica; Declaração de Sydney; epistemologia; princípios.

Abstract

The definition of the nature of criminalistics and forensic science has been widely discussed in international literature. The focus of this discussion is the demarcation of principles that would characterize forensic science as an autonomous science, with its own methods. This article used as a basis the theory synthesis proposed by Giovanelli [23,24], in which the main discussions in current literature were consolidated into six principles listed hierarchically and associated with epistemological and methodological approaches to forensic science. In the first part, some of the epistemological assumptions that underlie forensic science were discussed, including its field of activity. In the second part, the practical developments and applications based on the methodology derived from the indicated theoretical description of the “Synthetic Model of Criminalistics” were presented. Based on six principles: Locard’s Principle, Kirk’s Principle, Signature Principle, Bertillon’s Principle, Frances Lee’s Principle of Reconstruction and the Principle of Emergent Properties, a theoretical, hierarchically organized and systematic framework was structured. This model served as the basis for the critical evaluation of the forensic scientist’s work, including the review of the methodologies used, the confrontation of cognitive bias in certain phases of the expert’s work and the expansion of analytical possibilities. Furthermore, the proposed Synthetic Model of Criminalistics makes it possible to structure a coherent curriculum that brings together the essential skills for forensic analysis. The proposed theoretical synthesis reinforces the idea that forensic science is a specific science, with its own methods and principles.

Keywords: forensic science; theory synthesis; Sydney Declaration; epistemology; principles.

1. INTRODUÇÃO

Embora o juiz Hans Gross tenha originalmente cunhado o termo “Criminalística” e indicado a importância da ciência para a investigação de crimes, o surgimento de um aparato organizado de investigação científica teve início com Alphonse Bertillon (1853-1914), cujas técnicas estavam focadas na identificação de criminosos [1]. Posteriormente, Rodolphe Archibald Reiss (1875-1929) e Edmond Locard (1877-1966) estabeleceriam as bases teóricas e metodológicas dos procedimentos de busca e análise de vestígios, no início do século XX [1,2]. Locard, inclusive, foi responsável pela publicação de diversas obras de natureza técnica onde era possível observar a sua objetividade e clareza ao estabelecer as etapas e procedimentos para o trabalho da chamada “polícia científica” [3,4]. Mas talvez sua contribuição mais importante tenha sido a consolidação do modelo espacial e funcional de fluxo de trabalho por meio dos laboratórios. Tanto sua metodologia quanto seu modelo de organização foram replicados em diferentes países do mundo, como Alemanha, Áustria, Canadá, Finlândia, Holanda, Suécia [5] e Argélia [6]. Importante ressaltar que no modelo de Locard, o centro da investigação seria o local de crime e a posterior interpretação ou reconstrução dos fatos a partir das evidências encontradas. O “Laboratório de Polícia Técnica” funcionaria somente como um local controlado para obtenção informações precisas, a partir dos vestígios coletados em cenas de crime. Nas primeiras décadas do século XX essa identidade da criminalística foi se consolidando.

Contudo, a partir da década de 1950, os desenvolvimentos tecnológicos com potenciais aplicações na ciência forense progrediram exponencialmente [5]. A complexidade dos exames exigiu que estruturas laboratoriais especializadas fossem criadas. Em 1963, Kirk [7], notaria que as aplicações práticas dos laboratórios de Criminalística haviam avançado, mas as discussões sobre os fundamentos ontológicos e epistemológicos estavam sendo deixados de lado. Segundo Kirk [7]: “*Existe no campo da criminalística uma séria deficiência quanto aos princípios e a teoria básica, o qual contrasta com a grande variedade de procedimentos técnicos efetivos*”. Nesse mesmo artigo seminal ele avançaria na discussão epistemológica ao propor o princípio da individualização, algo inclusive já intuído pelos primeiros teóricos da criminalística: “*O vestígio deixado por um homem, por um animal (ou por um objeto) pode ser usado para descobrir seu autor ou para estabelecer alguma de suas características individuais*” [6].

Posteriormente De Forest [8] novamente apontaria o foco excessivo nas análises laboratoriais, em detrimento

da capacidade de reconstrução de eventos criminais, a partir da análise conjunta dos vestígios. A partir de então, diversos autores têm apontado para a superespecialização dos cientistas forenses, com foco quase exclusivo no aperfeiçoamento de análises laboratoriais e investimentos em processos de validação de métodos e acreditação de laboratórios [8-11]. Isso tem conduzido a uma redução da abordagem generalista na busca e análise de vestígios, com a formação de silos ou especialidades forenses que interagem pouco entre si, o que impacta negativamente na capacidade de reconstrução de cenas de crime [11-16]. Além disso, há uma clara eleição de determinados tipos de vestígios, capazes de fornecer informações específicas e consideradas relevantes, em detrimento de outras análises [17-19]. Em grande parte, isso tem a ver com os caminhos metodológicos que a institucionalização e análise massiva e padronizada de vestígios impôs aos laboratórios forenses [20]. Para alguns autores, todas essas discussões apontam para uma crise de paradigma da ciência forense [7,12,13,21], conforme a concepção de Thomas Kuhn [22]. Para esse último autor, quando os métodos e teorias não dão mais suporte adequado à investigação de uma ciência ou disciplina – por suas contradições ou reduzido valor heurístico – eles começam a ser questionados até sua substituição.

O presente artigo utilizou como base a síntese teórica proposta por Giovanelli [23,24], em que as principais discussões da literatura atual foram consolidadas em seis princípios elencados hierarquicamente e associados a abordagens epistemológicas e metodológicas da ciência forense. Na primeira parte foram discutidos alguns dos pressupostos epistemológicos que fundamentariam a ciência forense, incluindo o seu campo de atuação. Na segunda parte, foram apresentados os desdobramentos práticos e aplicações a partir de metodologia derivada da síntese teórica denominada de “Modelo Sintético da Criminalística”.

2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

2.1. Epistemologia, metodologia e paradigmas: breves considerações

Tradicionalmente a epistemologia busca compreender o conhecimento e as formas de justificação desse conhecimento, ou seja, as garantias, evidências ou razões para se acreditar em algo [25]. As questões a seguir, são tipicamente objeto da investigação epistemológica: O que podemos conhecer? Como adquirimos o conhecimento e quais os seus limites? O que é verdade? Como podemos reconhecer o que é verdadeiro?

Já a metodologia refere-se a busca das melhores estratégias para se obter o conhecimento, bem como as

regras para a correta definição de conceitos, os princípios para a correta classificação de fenômenos e as regras para validação do conhecimento [26,27].

Epistemologia e metodologia influenciam não apenas quais perguntas um pesquisador fará, mas também como o pesquisador conduzirá o processo de encontrar “respostas” para essas questões de pesquisa [27].

Por outro lado, embora a abordagem epistemológica e a metodologia utilizada estruturam a investigação científica, a relação entre investigador e o objeto de conhecimento é permeado por determinadas crenças, visões de mundo e pressupostos filosóficos sobre a natureza do mundo. Esses seriam os paradigmas, de acordo com Thomas Kuhn [22]. As próprias leis, teorias, aplicações práticas e instrumentações seriam orientadas por determinados modelos ou paradigmas. Nesse sentido, as perguntas que podem ser legitimamente feitas e as técnicas que podem ser empregadas na busca de soluções seriam determinadas pelos paradigmas. Ou seja, tanto as metodologias e os métodos para coleta e análise de dados, quanto os fundamentos epistemológicos e mesmo a definição do campo de estudos estão intrinsecamente ligados à determinados paradigmas estabelecidos na “ciência normal” [22].

2.2. Sobre o campo disciplinar: o conceito de ciência forense

A disputa de paradigma entre dois grupos de pesquisa pode gerar a divisão de uma área de conhecimento e, nesse caso, uma das primeiras discussões a surgir é sobre o campo de atuação da disciplina divergente [22]. Quanto à ciência forense, muitos autores apontam para uma crise paradigmática [10,12,13,28-30] associada à ausência de um objeto de estudo bem delimitado e diferenciado em relação a outras áreas do conhecimento [21,24].

Em linhas gerais, a definição clássica e ainda comum nos principais manuais e enciclopédias [2,31,32] é que a ciência forense seria a aplicação de conhecimentos de diferentes ciências (naturais, principalmente) para a resolução de casos criminais ou demandas judiciais, em geral. O problema é que a aceitação desta definição implica em aceitar que as ciências naturais e o Direito seriam os produtores de conhecimento ou “unidades epistemológicas” que fariam jus ao *status* de disciplina. Sendo assim, a “ciência forense” seria, apenas, um campo de aplicação da Biologia, Física, Química, etc ou um instrumento/técnica do Direito em sua busca pela obtenção de informações específicas, dentro de arcabouço epistemológico e metodológico próprio do sistema de Justiça. Em ambas as possibilidades, a rigor, a ciência forense não teria autonomia para definir suas metodologias e pressupostos.

Associado a essa discussão, surgiu a ideia do vestígio como o conceito estruturador da ciência forense, consolidado na Declaração de Sydney [30]. Esta ideia incorpora aspectos metodológicas da prática forense. Alguns autores, inclusive, sugerem o termo alternativo de “traceologia” [9,33] ressaltando a natureza histórica do processo de “*exame, análise e interpretação científica de vestígios (sinais ou traços) de atividades passadas*” [9]. Entretanto, seria preciso incluir nesse conceito de campo de atuação, o objetivo primordial da ciência forense, que seria o estudo da dinâmica de eventos criminais. A dinâmica de eventos criminais impõe, naturalmente, o conhecimento de informações sobre QUEM, QUANDO, ONDE, COMO, POR QUÊ, O QUE ACONTECEU, COM O QUÊ, bem como as relações necessárias entre as respostas à essas perguntas [34]. Isso envolveria desde o estudo de fatos específicos, delimitados espacialmente e temporalmente até processos mais amplos relacionados à detecção de padrões e processos que se repetem no tempo e/ou no espaço. Da mesma forma, o estudo da dinâmica de fatos criminais interessa à Justiça, mas não se confunde com ela, justamente por conta dos aspectos metodológicos trazidos pelo estudo dos vestígios. Assim, a ciência forense poderia ser definida como: “O estudo da dinâmica criminal através da interpretação de vestígios remanescentes de atividades passadas”.

2.3. O Modelo Sintético da Criminalística

O modelo teórico proposto por Giovanelli [23,24], buscou sintetizar os principais conceitos e discussões da literatura relativos à ciência forense, dentre eles alguns importantes paradigmas que visam redirecionar determinadas práticas e procedimentos comumente adotados pelos peritos. As relações entre esses conceitos foram incorporadas em um modelo estruturado e hierárquico, englobando aspectos epistemológicos, metodológicos e práticos da ciência forense. Os níveis de classificação e organização do modelo seriam: o tipo de abordagem, que estruturaria os demais níveis; os princípios, as derivações conceituais e as operações práticas.

O primeiro nível de organização do modelo refere-se à forma epistemológica de se investigar o problema, que pode ser de três tipos: microabordagem, mesoabordagem e macroabordagem. A partir dessa primeira classificação é que os demais níveis serão organizados.

O segundo nível estaria relacionado aos princípios que orientariam as análises da ciência forense, definindo regras gerais de validação da observação e análise de fenômenos. Esses princípios que serviriam, inclusive, para demarcar os limites entre a ciência forense e as demais disciplinas da ciência.

O terceiro nível, denominado de derivação conceitual estaria relacionado a um refinamento dos princípios, envolvendo procedimentos para as análises de vestígios. Princípios e derivações conceituais nada mais são que a base metodológica da ciência forense que orientariam a escolha dos métodos e técnicas, bem como a forma de resolver os problemas e desafios encontrados.

E, finalmente, o quarto nível estaria relacionada métodos e técnicas empregados e suas limitações para a resolução de problemas, sendo denominado de operações práticas.

Esse modelo teórico e conceitual foi denominado de “*Modelo Sintético da Criminalística*” ou MSC. Este tipo de síntese teórica [35] auxilia na compreensão de uma realidade complexa e na transmissão educacional dos principais conceitos e conteúdo de uma teoria.

2.3.1 Estrutura geral do Modelo Sintético da Criminalística

A determinação do tipo de abordagem: microabordagem, mesoabordagem e macroabordagem foi estabelecida com base nos seguintes critérios: A) o tipo predominante de raciocínio (indutivo, dedutivo e abduativo); B) a operação cognitiva predominante (análise e síntese). Na análise o foco será no escrutínio dos detalhes de um objeto ou vestígio, enquanto na síntese as partes de um sistema são interpretadas/analizadas em seu funcionamento conjunto; C) a abordagem metodológica, que está relacionada ao uso de métodos qualitativos ou quantitativos; D) o foco de atuação que pode ser único ou múltiplo. No primeiro caso a resposta é obtida a partir do exame de um único vestígio. No segundo caso, a resposta provém da análise de diversos vestígios.

A microabordagem incluiria as análises centradas em respostas específicas a partir de um único vestígio, com predomínio das operações de síntese. A resposta específica esperada serviria para a confirmação ou rejeição de uma hipótese [23]. Embora nesse tipo de abordagem também haja o predomínio do raciocínio indutivo, outros tipos de raciocínio podem ser utilizados a depender do tipo de análise efetuada.

Na mesoabordagem busca-se avaliar o vestígio como centro de convergência de forças externas. A partir da reação a estas forças são inferidas certas causas possíveis. Por isso há o predomínio da razão dedutiva, com foco em um ou poucos vestígios separadamente e nas operações de análise. Aqui também já se considera a natureza multidimensional do vestígio, com possibilidade do uso de múltiplas ferramentas visando a obtenção de informações diversas [24].

No macroabordagem busca-se analisar os vestígios em seu conjunto, visando a concatenação coerente dos vestígios com base no cenário apresentado para, ao final,

se reconstruir um evento criminal [24]. A construção desses cenários é orientada tanto pelas respostas obtidas das análises anteriores (informações obtidas a partir da micro e mesoabordagem) quanto da investigação policial. Há o predomínio do raciocínio abduativo, embora o raciocínio indutivo seja utilizado na construção de modelos gerais e o raciocínio dedutivo, na aplicação desses modelos. As operações de síntese e os métodos quantitativos são os utilizados na macroabordagem.

2.3.2 Os princípios

Giovanelli [23,24] estabeleceu seis princípios: Princípio de Locard, Princípio de Kirk, Princípio da Assinatura, Princípio de Bertillon, Princípio da Reconstrução de Frances Lee e Princípio das Propriedades Emergentes.

- **Princípio de Locard:** *Todo contato deixa um rastro, de duração e intensidade variáveis.* Orienta a forma como o perito realiza a busca de vestígios em um local. Essa busca é baseada no estabelecimento de relações causais entre o deslocamento de um vestígio, no tempo e no espaço e determinados sinais deixados por sua passagem. O Princípio de Locard utiliza-se de diferentes tipos de raciocínio (indutivo, dedutivo e abduativo), mas o raciocínio dedutivo e abduativo são essenciais para a formulação de hipóteses.
- **Princípio de Kirk:** *Uma coisa só pode ser idêntica a si mesma, nunca com qualquer outro objeto, uma vez que todos os objetos no universo são únicos.* Orienta a comparação entre amostras, para a identificação, classificação e individualização de objetos. A partir daí busca-se definir a fonte de origem comum de dois ou mais vestígios. Este tipo de análise está fundamentado no raciocínio indutivo (analogia).
- **Princípio da Assinatura:** *O ser humano possui padrões intrínsecos de organização anatômica, fisiológica e cognitiva que se revelam nos detalhes, de forma inconsciente.* Parte da ideia de que algumas características de objetos podem servir de assinatura para posteriores análises comparativas visando a classificação e individualização. No Princípio de Kirk, a busca por elementos individualizadores é feita diretamente no próprio vestígio, comparando-se duas amostras: uma questionada e outra de referência. É o caso da papiloscopia e da comparação balística. São métodos subjetivos,

qualitativos. No caso do Princípio da Assinatura a busca de padrões gerais precede a comparação. Ou seja, há uma teoria anterior, baseada em estudos quantitativos, que irá fundamentar a comparação/individualização. É o caso do exame de DNA, da análise de isótopos e da análise de GSR.

- **Princípio de Bertillon:** *Só enxergamos o que vemos e só vemos aquilo que está em nossa mente.* Integra as leis derivadas de outras ciências visando a determinação de fatores causais relacionados às mudanças de estado observadas em um vestígio, tal como a análise de manchas de sangue ou a determinação da dinâmica de acidentes de trânsito. Há o predomínio do raciocínio dedutivo e as respostas obtidas a partir da análise de vestígios podem ser utilizadas como elementos de exclusão ou inclusão de hipóteses.
- **Princípio da Reconstrução de Frances Lee:** *Toda mudança de um corpo ou sistema gera sinais que se dispersam no tempo e no espaço. Através da análise sintética desses sinais é possível inferir sobre o estado original do*

evento. Princípio relacionado à construção de hipóteses explicativas que deem conta do conjunto de vestígios observados. Essa hipótese deve ser coerente, capaz de integrar as evidências encontradas, sem a exclusão forçada de elementos divergentes, além de permitir a refutação através da apresentação de hipóteses alternativas.

- **Princípio das Propriedades Emergentes:** *Um sistema formado por vários componentes integrados apresenta propriedades diferenciadas e exclusivas, resultado da interrelação de componentes e não da soma das propriedades individuais de cada componente.* Esse princípio prevê que a observação de diferentes casos criminais ou cenas de crime podem ser úteis para a detecção de padrões recorrentes em certas dinâmicas criminais. Essa seria a base dos estudos de inteligência forense.

A **Tabela 1** apresenta as principais características de cada um dos princípios, quanto ao tipo de abordagem, a operação cognitiva predominante, a metodologia e o foco de atuação.

Tabela 1. Quadro sintético mostrando a organização hierárquica de cada um dos princípios elencados, de acordo com a abordagem predominante (macro, meso e microabordagem) e respectivos pressupostos.

Níveis	Abordagem	MICROABORDAGEM			MESO-ABORDAGEM	MACROABORDAGEM	
	Princípios	Kirk	Assinatura	Locard	Bertillon	Reconstrução	Propriedades emergentes
Características	Tipo de razão	Indutivo	Indutivo	Indutivo, Abduativo	Dedutivo	Abduativo	Indutivo, Abduativo, Dedutivo
	Processo cognitivo	Análise	Análise	Análise	Análise	Síntese	Síntese
	Abordagem metodológica	Qualitativo	Quantitativo	Qualitativo	quantitativo	Quali-quantitativo	Quantitativo
	Foco de atuação	Vestígio único	Vestígio único	Vestígio único	Poucos vestígios	Múltiplos vestígios	Múltiplos vestígios
	Objetivo	Identificação e comparação	Identificação e comparação	Rastreabilidade e dispersão dos vestígios	Determinação de fatores causais	Reconstrução de eventos	Inteligência e análise heurística

3. IMPLICAÇÕES DO MODELO SINTÉTICO DA CRIMINALÍSTICA

3.1. Contribuições gerais

O Modelo Sintético da Criminalística foi organizado de maneira a incorporar implicitamente tanto os novos paradigmas da ciência forense discutidos na literatura internacional, quanto os pressupostos e regras da

metodologia científica. Nesse último caso, os padrões de abordagem aqui sugeridos: microabordagem, mesoabordagem e macroabordagem são um recurso cognitivo para se compreender as limitações e caminhos metodológicos a serem seguidos pelos cientistas forenses.

No entanto, na cena de crime ou laboratório, diversas dessas operações podem e vão ocorrer concomitantemente. Além disso, os padrões devem ser

vistos como partes integradas de um sistema de investigação pericial, em que há uma dependência mútua de métodos e resultados. Assim, a microabordagem indutivista permite discriminar os elementos que compõem o sistema, ao evidenciar os vestígios e associar algum tipo de informação a eles. Por sua vez, a mesoabordagem dedutivista irá auxiliar no estabelecimento de critérios de validação dos vestígios e de desdobramentos lógicos, a partir de postulados estabelecidos *a priori*. Em outras palavras, a partir da mesoabordagem é possível excluir a correlação de determinados vestígios com o contexto examinado ou demonstrar a viabilidade ou impossibilidades de se assumir certos dedobramentos com base no vestígio analisado. É um critério de corte ou discriminação de zonas de aceitação. E, finalmente, na macroabordagem, o raciocínio abduutivo tece um caminho racional e organizado para os elementos que compõem o sistema, encadeando-os ou reconstruindo-os e permitindo o estabelecimento de hipóteses testáveis por meio de previsões, com base nos padrões observados. A macroabordagem, introduz, ainda, a possibilidade de inovação teórica e do conhecimento, ao retornar com a produção de padrões ou leis que servirão de base à aplicação do raciocínio dedutivo, em outros cenários. Nesse último caso, a microabordagem também pode contribuir, de forma mais limitada, com o estabelecimento de padrões humanos de identificação.

3.1.1. A microabordagem

Os Princípios de Kirk e da Assinatura trazem à tona a discussão sobre os limites do indutivismo em conclusões categóricas baseadas em caracteres qualitativos. Entra aqui a importante discussão - e as críticas mais incisivas -, sobre algumas das técnicas utilizadas pelos peritos na comparação entre amostras, principalmente aquelas que tem como fundamento a individualização de objetos baseadas no conceito de unicidade (“*uniqueness*”) [36,37,38]. Embora a individualização esteja tradicionalmente baseada no pressuposto da unicidade, em princípio são conceitos diferentes [39]. A unicidade considera que dois objetos distintos apresentarão sempre caracteres diferenciados, a não ser que sejam provenientes da mesma fonte. A individualização pressupõe que se dois objetos são diferentes é possível separá-los, dado um conjunto de características. Por exemplo, o exame de DNA busca a individualização, pois baseado em inferências indutivas visando a separação de uma amostra ou objeto em relação a um pool. É, portanto, uma identificação individualizadora [38]. Mas para esse exame não é preciso que se adote obrigatoriamente o conceito de unicidade [39]. A individualização é amplamente utilizada e pode se valer de técnicas qualitativas ou quantitativas. Os exames de comparação microbalística, papiloscópica e de documentos, via de regra, baseiam-se

em análises qualitativas. E é aí que surgem as principais críticas relacionadas à falta de cientificidade destas análises. O conceito de unicidade acaba sendo evocado nessas situações como artifício para ocultar a falta de validação científica [40,41]. Além da insustentabilidade lógica, um dos grandes problemas desse tipo de análise é que elas não são capazes de quantificar a taxa de erro, o que inviabiliza medidas de aperfeiçoamento e de avaliação da eficácia.

Nesse sentido, alguns autores [36,41] sugerem que para ser válida, a individualização precisa levar em conta os seguintes parâmetros: **A)** uso de critérios objetivos e não somente atribuição de valor subjetivo; **B)** mínimo de definição quantitativa acerca do universo amostral; **C)** calibração do instrumento, a fim de quantificar o erro e **D)** teste da hipótese. Na impossibilidade de se estabelecer tal rigor, como no caso do exame papiloscópico, outras técnicas foram estabelecidas, como a ACE-V (*Analysis, Comparison, Evaluation, Verification*) que nada mais é que um passo-a-passo para o exame, ao qual algumas cautelas e recomendações são adicionadas no processo [42]. Ainda assim, o ideal seria o uso de estatística *bayesiana*, por exemplo, para o direcionamento do processo de tomada de decisões [13]. De qualquer forma, colocar as limitações do método indutivo de forma clara, em um modelo integrado, é essencial para estimular o debate sobre determinadas cautelas no processo de análise e tomada de decisão a partir do exame de vestígios. Além disso, embora haja muitas críticas, o conceito de individualização e os métodos derivados, são, de fato, um paradigma na estrita acepção de Kuhn [22], devido à sua ampla utilização pelos operadores da ciência forense e a aceitação por parte da maioria dos usuários dos sistemas de Justiça Criminal [37,40].

Portanto, os conceitos de individualização e de unicidade devem ser utilizados apenas como recurso heurístico para se compreender determinadas etapas metodológicas ou epistemológicas da ciência forense e não como suporte para a validação dos métodos de comparação. O entendimento desse conceito e das limitações do método indutivo levam obrigatoriamente a duas consequências: **1)** o reconhecimento de que as análises efetuadas pelos peritos estão sujeitas ao viés cognitivo e que, portanto é necessário que isso seja claramente considerado nos exames, adicionando-se certos cuidados, na forma de procedimentos padronizados; **2)** o estímulo ao uso e desenvolvimento de métodos comparativos alicerçados em dados ou técnicas estatísticas que fundamentem e validem a análise do perito.

3.1.2. A mesoabordagem

O princípio de Bertillon torna explícita a importante discussão sobre a multidimensionalidade do vestígio. O

vestígio deve ser considerado como algo complexo, temporalmente efêmero e que serve de base primordial para o esforço investigativo da ciência forense [17,18,33,34,43]. A principal implicação desta percepção é a necessidade de se desenvolverem abordagens holísticas capazes de integrar de maneira interdisciplinar as diferentes áreas da ciência forense, na busca por informações significativas [16,18,20]. Hoje em dia, há uma tendência à ultraespecialização dos laboratórios e a falta de integração entre os diferentes departamentos [14,18,20]. Com isso, a ciência forense está cada vez mais focada em alguns poucos métodos ou tecnologias, como o exame de DNA e a papiloscopia em locais de crime. De fato, são tecnologias poderosas e com alto poder de discriminação ou individualização. Mas deve-se partir do pressuposto de que a construção da ciência forense é contextual e que uma hipótese construída com base em um conjunto de elementos sempre será mais consistente do que aquela baseada em um único elemento de certeza. E esse conjunto envolve, por exemplo, a análise de vestígios de solo, a dinâmica de manchas de sangue, a avaliação da disposição de objetos na cena de crime, os vestígios de elementos químicos que indiquem atividade recente da vítima ou agressor, a identificação da origem orgânica do sangue e diversos outros elementos. Assim, algumas análises consideradas de “menor valor probatório” também devem ser efetuadas, obviamente com os devidos cuidados. A proposta é que sejam, sim, utilizadas técnicas com alto poder discriminatório, mas não se perca de vista a utilização de outras análises menos “incisivas” ou mais indiciárias. Pois o conjunto de elementos é que dará a força da hipótese. Morillas *et al.* [19] propõem o uso de uma série de métodos analíticos para exame de fluidos biológicos que poderiam expandir as informações obtidas a partir desses mesmos vestígios e que tem recebido pouca atenção. Roux *et al.* [20] apresenta alguns exemplos de como a natureza multifacetada e o potencial dos vestígios pode ser utilizada para responder a diversos propósitos da ciência forense, incluindo aqueles relacionados à chamada inteligência forense.

Assim, a abordagem do vestígio multidimensional pode deslocar o foco da identificação ou do uso exclusivo de técnicas de identificação para a identificação contextualizada e delimitada pelas provas indiciárias. Potencialmente isso teria o poder de minimizar erros ou pelo menos eliminar erros que já ocorreram em outras situações e acabaram incriminando injustamente pessoas inocentes. As provas únicas têm maior peso em certas classes sociais discriminadas, em que a investigação se contenta com o mínimo de esforço e a contraparte de defesa também, por compartilhar as crenças de incriminação prévia ou por falta de recursos.

Outra questão essencial que tem a ver com o discutido anteriormente é a discussão acerca da aceitação da prova

no processo judicial. Trata-se do conceito de fiabilidade da prova pericial, o qual tem a ver tanto com os cuidados da cadeia de custódia, quanto à validade dos métodos utilizados pelo perito. Restringindo-se a este último ponto, destacamos duas considerações. A primeira é a possibilidade de estabelecimento de um *standard* probatório baseado na fiabilidade da prova pericial. A depender da metodologia utilizada pelo perito, algumas das provas produzidas poderiam ser consideradas admissíveis ou não. A segunda é o estabelecimento de algum tipo de valoração da prova produzida: mais ou menos confiáveis; mais ou menos incisivas. Conforme ressalta Herdy e Dias [44], essa é uma discussão complexa que envolve tanto critérios da ciência como decisões do judiciário. Em todo o caso, o Modelo Sintético da Criminalística, ao adotar o conceito de vestígio multidimensional traz à baila a discussão sobre a aplicabilidade ou relevância do uso de um leque de evidências baseadas em diferentes níveis de confiabilidade. E isso tem a ver com uma reflexão profunda sobre os níveis de aceitação de provas periciais indiciárias e o contexto em que poderiam ser aceitas.

3.1.3. A macroabordagem

O paradigma indiciário tem se revelado como basilar para a compreensão das práticas em ciência forense. Em linhas gerais o paradigma indiciário informa sobre a maneira ou método de se reunir os dados (vestígios) acerca de um fenômeno, tentando reconstituir algo a partir de sinais deixados por eventos ocorridos no passado [29,45-47].

O paradigma indiciário apresenta importantes distinções e consequências epistemológicas em relação ao paradigma galileano. A ciência dita galileana busca idealmente a certeza absoluta expressa em resultados experimentais exatos, embora sempre haja a possibilidade de refutação *a priori*. Mas o foco é em afirmações certeiras, exatas, mensuráveis. Para obter tal tipo de resultado é necessária uma extrema delimitação do campo de afirmação. O campo deve ser estreitado para reduzir as variáveis intervenientes. E, portanto, o escopo de atuação tende a ser afunilada, com investigações cada vez mais aprofundadas e restritas [45]. Já o paradigma indiciário lida com situações ou fenômenos complexos, em que muitas são as variáveis intervenientes. O objetivo é a verossimilhança, buscando ligação, nexos ou harmonia entre fatos, ideias; ainda que alguns elementos não estejam devidamente determinados, traçando uma tessitura coerente que seria a explicação final do fenômeno [45]. No entanto, embora a validação do conhecimento produzido pelo paradigma indiciário não tenha como base a utilização de modelos experimentais exatos, ele pode se valer de um processo abdução

“controlado”. Nesse caso, as afirmações galileanas podem ser utilizadas como balizadores que reduziriam as possibilidades de arranjos e caminhos na construção das hipóteses ou explicações sobre o fenômeno observado. São como “trilhas obrigatórias” a serem delimitadas pela experimentação rigorosa e matemática.

O Princípio de Reconstrução, incorpora em sua estrutura o conceito do paradigma indiciário e apresenta importantes desdobramentos práticos e éticos. A ciência forense busca construir uma hipótese coerente, testável e parcimoniosa que sirva de base ao esclarecimento de crimes. Não olha, apenas, para um detalhe, mas para um conjunto de dados, integrando-os de maneira harmoniosa e racional. Nesse caso, a ciência forense irá apresentar também um certo grau de incerteza ou de indefinição. Nem sempre é possível chegar a uma afirmação peremptória sobre um fato ou dinâmica. Mas, em seu lugar, construir uma hipótese testável e que apresente elevado grau de veracidade. Com isso, cai por terra algumas afirmações aceitas comumente na comunidade pericial brasileira, como a imutabilidade do exame pericial ou da conclusão do perito, os quais são considerados, inclusive, como “princípios” [48,49]. A afirmação ou conclusão é sempre dependente do contexto e do conjunto de elementos. Ao introduzir um novo elemento, a hipótese original pode ser enfraquecida ou até inviabilizada. E isso não é um problema, mas faz parte da natureza desta ciência. É exatamente o caso da arqueologia, cuja reconstituição de fatos se dá através de vestígios que são reunidos para formar uma história coerente. Mas um vestígio a mais ou a menos pode mudar bastante a versão construída. É preciso ter em mente que as afirmações de um perito se baseiam em possibilidades. Além disso, na investigação policial, comumente surgem outras perguntas que inicialmente não eram importantes. Por isso, o perito, em seu desenvolvimento, deve elencar mesmo os elementos que não entraram na tessitura final. Esses elementos “soltos” podem completar, esclarecer ou responder a outras perguntas ainda não imaginadas. Nesse sentido, uma questão prática, colocada de forma direta na Declaração de Sydney [30] é que o perito deve sempre apresentar em suas conclusões pelo menos duas hipóteses concorrentes. Além disso, o cientista forense precisa defender suas interpretações e, ao mesmo tempo, estar disposto a aceitar outras alternativas razoáveis em um tribunal.

Ademais, na macroabordagem em geral, as informações contextuais são essenciais, pois o objetivo é justamente situar as análises das etapas anteriores dentro de cenários possíveis. Um exemplo é a coleta de DNA de contato em veículos envolvidos em crimes. Nesse caso, é essencial que o perito tenha acesso a informações prévias da investigação: se o veículo foi roubado, se há suspeita de homicídio e qual a possível dinâmica [50]. Em veículos, dependendo da hipótese levantada, a coleta pode

ser direcionada para componentes internos distintos [51,52]. Caso a busca seja para identificar o motorista regular, as amostragens devem ser direcionadas para o volante, câmbio e freio de mão. Se o objetivo for detectar o perfil do passageiro, o ideal é que as amostragens sejam concentradas sobre o cinto de segurança, na região equivalente à altura do peito [51,52]. Se há suspeita de o veículo ter sido utilizado para o transporte de um corpo, a busca se concentrará no porta-malas. Enfim, não há como traçar um plano de amostragem adequado sem uma hipótese anterior.

Entretanto, é preciso dosar o acesso a determinadas informações contextuais a fim de evitar o viés cognitivo. Dror e Kukucka [53], por exemplo, propõe um critério de acesso a essas informações, que chamou de Desmascaramento Sequencial Linear – Expandido (LSU-E). O LSU-E é uma abordagem que regula o fluxo e a ordem das informações necessárias para cada etapa da análise forense.

Por fim, o Princípio das Propriedades Emergentes aborda diretamente a importância do desenvolvimento de mais estudos sobre a chamada inteligência forense que possui grande aplicação prática, incluindo soluções na área de segurança pública, mas também na análise de cenários da própria investigação policial ou da perícia [20,54-56].

Nesse sentido, o estudo de informações diversas associadas com a coleta seriada de vestígios, como por exemplo: endereço, tipo de crime, suporte coletado, temperatura, umidade. Esses dados não seriam utilizados naquela investigação específica, mas comporiam um banco de dados para a extração de padrões que, uma vez definidos, poderiam auxiliar investigações posteriores.

3.2. Aplicações do Modelo Sintético da Criminalística no ensino da Ciência Forense

Locard, em seu livro: *L'enquete criminelle et les methodes scientifiques* [3], diz que o profissional da “polícia científica” precisa possuir três tipos de qualidades: competência, inteligência e consciência profissional. Esses termos são bastante próximos e, em certa medida, equivalentes aos atuais conceitos denominados de conhecimentos, habilidades e atitudes. O conhecimento está relacionado ao domínio teórico sobre determinada área ou a posse de informações sobre determinado assunto ou operação prática de técnicas e tecnologias. Dentro do conhecimento estão implícitos os principais pressupostos metodológicos e éticos de uma disciplina ou área de conhecimento. Habilidade seria a capacidade prática de manipulação da realidade através de instrumentos com o fim de obter respostas específicas. A habilidade também abrange a capacidade de decidir qual a melhor ferramenta para extrair informações ou obter resultados precisos. Já a atitude tem a ver, em grande

parte, com a postura ética. Pois envolve decisões sobre o que deve ser feito, o que pode ser feito e o que não pode ser aceito como meio de produção do conhecimento.

Considerando a ciência forense como uma disciplina com seus próprios métodos e objeto de estudo, seria recomendável que seus operadores tivessem conhecimentos, habilidades e atitudes específicos à sua área de atuação. Aqui é preciso, novamente, voltar à discussão atual. Toda ciência possui seus próprios paradigmas e pressupostos epistemológicos que orientam as perguntas que podem ser feitas, bem como as formas aceitáveis de resolução de problemas, incluindo a metodologia e as técnicas utilizadas. Nesse sentido, o modelo proposto – Modelo Sintético da Criminalística (MSC)-, ao incorporar em sua estrutura alguns paradigmas de forma integrada, possibilita a compreensão mais ampla dos limites e potencialidades da ciência forense e direciona a formação no sentido de se incorporarem certos conceitos teóricos necessários ao maior rigor científico, prevenindo ou limitando determinadas técnicas ou conclusões.

Em linhas gerais, os pressupostos teóricos ou paradigmas incorporados no MSC, a saber: o paradigma indiciário, o conceito de vestígio multidimensional e o conceito modificado de individualização constituiriam temas transversais a serem abordados em todas as disciplinas de uma formação em ciência forense. Já as abordagens epistemológicas (macro, meso e microabordagem) permitem que os tipos de raciocínio utilizados e os princípios específicos da Criminalística sejam claramente enunciados, possibilitando a análise crítica e real dos métodos utilizados no cotidiano do perito.

Assim, não somente o treinamento prático deve ser incentivado. Mesmo porque a experiência prática não necessariamente está relacionada à eficiência e diminuição de erros de procedimentos. O conhecimento geral sobre a metodologia científica pode ser mais relevante para a correta avaliação de cenários ou de problemas do que a própria prática [57]. Assim, a mitigação do viés cognitivo na ciência forense passa pelo desenvolvimento de competências como: a compreensão e uso de procedimentos como o desmascaramento sequencial linear, o teste de hipóteses, o método científico, a revisão por pares e o gerenciamento de informações contextuais [57].

É preciso não só ensinar a manipular os instrumentos, mas saber que instrumentos escolher de acordo com o problema levantado e quais os limites de cada instrumento para responder a determinadas perguntas. E isso só ocorrerá se os peritos oficiais, que são os profissionais, no Brasil, que em geral aplicam a ciência forense, tiverem uma formação generalista e crítica.

A maioria dos cursos e programas educacionais em ciência forense foca em disciplinas ou temas específicos,

como toxicologia, manchas de sangue, DNA, balística forense, papiloscopia, marcas de instrumentos, documentos, etc. Mas não em competências. Os chamados princípios da criminalística existentes na literatura nacional, em geral são apresentados de forma descontextualizada da prática científica e ensinados na forma de mera descrição histórica ou formulação doutrinária. Assim, os princípios também devem estar dispostos como temas transversais que atravessam e orientam todas as disciplinas. Isso porque, embora haja diversas especialidades na ciência forense, cada uma com suas peculiaridades, há determinados conceitos que perpassam todas as práticas. E novamente ressaltamos aqui, os paradigmas da individualização, do vestígio multidimensional e da análise indiciária como estruturantes da ciência forense. Isso não elimina alguns conceitos e princípios próprios de outras ciências como a Biologia, Física e Química que certamente colaboram no processo de construção das dinâmicas criminais, com base em vestígios. Esse último ponto, inclusive, está previsto no MSC por meio do Princípio de Bertillon. Mas é preciso estar claro que o cientista forense precisa possuir ou desenvolver habilidades diferenciadas daquelas dos profissionais das ciências naturais.

Uma outra questão que precisa ser bem trabalhada na educação em ciência forense é a crença no estatuto de verdade absoluta da prova produzida pelo perito. A ciência forense faz parte de um sistema altamente compartimentalizado e hierarquizado abrangendo as esferas policial, científica e judiciária, cada qual com suas respectivas representações sociais e saberes instituídos. Pelo fato de participarem de culturas diferentes, apesar da proximidade, inevitavelmente haverá dificuldades mútuas na compreensão da linguagem e de conceitos quando uma determinada informação circula entre cada uma dessas esferas. No caso da ciência forense, o estatuto de verdade da prova produzida cientificamente tem grande adesão por parte de quem produz, mas esse mesmo grupo tem maior consciência dos limites da técnica e das possibilidades de erros. Tanto que a maior preocupação atual é justamente diminuir essa margem de erro através (dentre outras medidas) da implantação de sistemas de qualidade laboratorial. O problema é que esse estatuto de verdade se torna ainda mais cristalizado quando a informação passa para outro segmento social que não tem o domínio cognitivo ou compreensão da possibilidade de erro da prova pericial. Ou quando essa compreensão é vaga. Isso tem um peso ainda maior no caso da prova científica utilizada para a incriminação de suspeitos socialmente discriminados.

Pela falta de assessores técnicos, pela falta de advogados preparados, o estatuto de verdade se torna inquebrantável diante do julgamento. Entretanto, quando se aborda desde o início da produção da cadeia de informação que a verdade deve ser relativizada pelo

contexto, isso abre a possibilidade de uma nova visão ou debate sobre os perigos do uso da prova pericial de forma isolada (descontextualizada) e/ou categórica. Portanto, trabalhar o paradigma indiciário e os limites dos tipos de raciocínio científico é essencial para que a própria comunidade de peritos possa expandir essa percepção para os demais atores envolvidos na persecução penal.

4. CONCLUSÃO

Claramente há um embate paradigmático em curso na ciência forense, o qual é agravado pela composição heterogênea de aqueles que lidam com a ciência forense, incluindo acadêmicos, operadores ou aplicadores diretos que podem ou não pertencer à academia e operadores de justiça que se valem do produto da ciência forense. E o embate ocorre, primeiramente, em relação à definição de sua área de atuação e especificidades teóricas e epistemológicas. Em segundo lugar há um embate e questionamentos, em relação ao uso de certos métodos para a análise de vestígios. Em meio a isso há uma profusão de tecnologias sendo propostas na literatura internacional. Entretanto, grande parte delas têm pouca aplicabilidade na rotina dos peritos, pois baseadas em procedimentos pouco viáveis [58].

Com isso retornamos à questão inicialmente percebida por Kirk: a de que há mais esforço em desenvolver tecnologias do que na formulação de princípios que orientem adequadamente o desenvolvimento e uso dessas mesmas tecnologias. Essas são, portanto, discussões de base epistemológica e que envolvem, ao mesmo tempo, a consolidação ou rejeição de certos paradigmas.

Assim, o Modelo Sintético da Criminalística teria como objetivo sistematizar de maneira integrada as discussões atuais e os principais paradigmas estabelecidos na ciência forense. De maneira a formar um arcabouço epistemológico que sirva de modelo não só para reflexões sobre a prática cotidiana, mas também para discussões mais abstratas sobre a natureza, limites, objetivos e potencialidades não exploradas da ciência forense. A ideia é que haja um esforço no sentido de avaliar, revisar e reformular esse modelo recém-desenvolvido com base em evidências empíricas e teóricas futuras.

A ideia do MSC é, ainda, produzir uma base de conhecimentos que possa ser compreendida e compartilhada pelas partes integrantes do sistema de justiça criminal. Seria uma linguagem comum, permeada por conceitos conscientemente compartilhados. Isso se faz através de um processo de educação contínua, em que valores e princípios são considerados de forma integrada e intrinsecamente ligadas aos pressupostos técnicos e metodológicos. Para isso, O MSC poderia ser aplicado na formação dos demais atores do sistema policial-judiciário, obviamente, respeitadas os diferentes níveis de aprofundamento requeridos. Nesse caso, é sempre

importante lembrar que a educação é essencial para a consolidação e perpetuação de paradigmas, realizada através de cursos, do compartilhamento de manuais e literatura técnica em geral, conferências, exemplos de laboratório, as quais são utilizados no processo de aprendizagem dos novos pesquisadores ou comunidade [22]. A única forma de fazer frente aos desafios e críticas enfrentados pela ciência forense na atualidade é através do *desenvolvimento de uma cultura em ciência forense através da adequada educação em ciência forense* [10]. E essa base comum pode e deve ser compartilhada por diferentes atores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Crispino; O. Ribaux; M. Houck; P. Margot. Forensic science – A true science? Aust. J. Forensic Sci. 43(2-3): 157–176 (2011).
- [2] J. Hebrard; F. Daoust. History of Forensic Science. Pg 273-277. Encyclopedia of Forensic Sciences, Second Edition. USA: Elsevier. J.A. Siegel; P.J. Saukko; M.M. Houck (2013).
- [3] E. Locard. L'Enquete criminelle et les methodes scientifiques. Paris: Flammarion, pg 243-250 (1920):
- [4] E. Locard. La police et les methodes scientifiques. Paris: Editions Ridier, Bibliotheque Generale Illustree (1934).
- [5] D.M. Lucas. Forensic Science in the Nineteenth and Twentieth Centuries. Pg 1805-1819. Encyclopedia of Criminology and Criminal Justice. G. Bruinsma; D Weisburd. (editors). New York: Springer (2014).
- [6] E. Goddefroy. Manuel Élémentaire de Police Technique. Paris: O Godde Successeur Editeur; Bruxelles: Vve Ferdinand Larcier Editeur (1922).
- [7] P.L. Kirk. The ontogeny of Criminalistics. J. Crim. Law Crim. 54(2): 235-238 (1963).
- [8] P.R. De Forest. Recapturing the essence of criminalistics. Sci. Justice: 39(3):196-208 (1999).
- [9] R.R. Ristenbatt; J. Hietpas, P.R. De Forest, P.A. Margot. Traceology, criminalistics, and forensic science. J. Forensic Sci. 67(1): 28–32. (2022).
- [10] M. Illes; P. Wilson; C. Bruce. Forensic epistemology: A need for research and pedagogy. Forensic Sci. Int. Synerg. 2: 51-59 (2020).
- [11] D. San Pietro; B.W. Kammrath; P.R. De Forest. Is forensic science in danger of extinction? Sci. Justice 59(2): 199-202 (2019).
- [12] C. Roux; O. Ribaux; F. Crispino. Forensic science 2020 – the end of the crossroads? Aust. J. Forensic Sci. 50(6): 607-618 (2018).
- [13] F. Crispino; C. Weyermann; O. Delémont; C. Roux; O. Ribaux. Towards another paradigm for forensic science? WIREs Forensic Sci. 4: e1441 (2022).

- [14] S. Baechler; M. Morelato; S. Gittelson; S. Walsh; P. Margot; C. Roux; O. Ribaux. Breaking the barriers between intelligence, investigation and evaluation: A continuous approach to define the contribution and scope of forensic Science. *Forensic Sci. Int.* 309: 110213 (2020).
- [15] D. San Pietro; B.W. Kammrath; P.R. De Forest. Is forensic science in danger of extinction? *Sci. Justice.* 59(2):199-202 (2019).
- [16] R.M. Morgan. Conceptualising forensic science and forensic reconstruction. Part II: The critical interaction between research, policy/law and practice. *Sci Justice.* 57(6):460-467 (2017).
- [17] D.A. Stoney; P.L. Stoney. Critical review of forensic trace evidence analysis and the need for a new approach. *Forensic Sci. Int.* 251: 159–170 (2015).
- [18] D.O. Jaquet-Chiffelle; E. Casey. A formalized model of the trace. *Forensic Sci. Int.* 327: 110941 (2021).
- [19] A.V. Morillas; K. Suhling; N. Frascione. Unlocking the potential of forensic traces: Analytical approaches to generate investigative leads. *Sci. Justice.* 62: 310–326 (2022).
- [20] C. Roux; S. Willis; C Weyermann. Shifting forensic science focus from means to purpose: A path forward for the discipline? *Sci. Justice.* 61: 678–686 (2021).
- [21] R.M. Forensic science. The importance of identity in theory and practice. *Forensic Sci. Int. Synerg.* 1:239-242 (2019).
- [22] T. Kuhn. *The structure of scientific revolutions.* USA: University of Chicago Press (1962). Disponível em: <http://www.columbia.edu/cu/tract/projects/complexity-theory/kuhn-the-structure-of-scienc.pdf>.
- [23] A. Giovanelli. The forensic’s scientist craft: towards an integrative theory. Part 1: microapproach. *Aust. J. Forensic Sci.* (2023). doi: 10.1080/00450618.2023.2231991.
- [24] A. Giovanelli. The forensic’s scientist craft: towards an integrative theory. Part 2: meso- and macroapproach. *Aust. J. Forensic Sci.* (2023). doi: 10.1080/00450618.2023.2283418.
- [25] M.A. Bunge. *Epistemology & Methodology I: Exploring the World.* Holland: Springer Dordrecht, 404pg (2012).
- [26] D. Wahyuni. The research design maze: Understanding paradigms, cases, methods and methodologies. *J. Appl. Manag. Accounting Research.* 10(1): 69-80 (2012).
- [27] D.R. Berryman. *Ontology, Epistemology, Methodology, and Methods: Information for Librarian Researchers.* *Med. Ref. Services Quarterly.* 38(3): 271-279 (2019).
- [28] G.S. Morrison. Advancing a paradigm shift in evaluation of forensic evidence: The rise of forensic data science. *Forensic Sci. Int. Synerg.* 5:100270 (2022).
- [29] F. Crispino; C. Roux; O. Delémont; O. Ribaux. Is the (traditional) Galilean science paradigm well suited to forensic science? *WIREs Forensic Sci.* 1: e1349 (2019).
- [30] C. Roux; R. Bucht; F. Crispino; P.R. De Forest; C. Lennarde; P. Margot; M.D. Miranda; N. NicDaeid; O. Ribaux; A. Ross; S. Willis. The Sydney Declaration – Revisiting the essence of forensic science through its fundamental principles. *Forensic Sci. Int.* 332: 111182 (2022).
- [31] H.A. Harris; H.C. Lee. *Introduction to Forensic Science and Criminalistics.* USA: Boca CRC Press - Taylor & Francis Group (2019).
- [32] R. Saferstein. *Criminalistics: an introduction to forensic science.* USA: Pearson Prentice Hall (2010).
- [33] P.A. Margot. *Traçologie: La trace, vecteur fondamental de la police scientifique.* *Rev. Int. Criminol. Police Tech.* 67(1):72–97 (2014).
- [34] P. Buzzini; B.W. Kammrath; P.R. De Forest. Trace evidence? The term trace from adjective to noun. *WIREs Forensic Sci.* 1: e1342 (2019).
- [35] L.O. Walker; K.C. Avant. *Strategies for theory construction in nursing.* 6^a ed. USA: Pearson Education Ltda (2011).
- [36] M.J. Saks; J.J. Koehler. The Coming Paradigm Shift in Forensic Identification. *Science.* 309(5736): 892-5 (2005).
- [37] A. Biedermann. The strange persistence of (source) “identification” claims in forensic literature through descriptivism, diagnosticism and machinism. *Forensic Sci. Int. Synerg.* 4: 100222 (2022).
- [38] J.J. Koehler; J.L. Mnookin; M. J. Saks. The scientific reinvention of forensic science. *PNAS* 120(41): e2301840120 (2023).
- [39] D.H. Kaye. Identification, individualization and uniqueness: What’s the difference? *Law Probab. Risk.* 8: 85–94 (2009).
- [40] S.A. Cole. Forensics without uniqueness, conclusions without individualization: the new epistemology of forensic identification. *Law Probab Risk.* 8(3): 233-255 (2009).
- [41] M.J. Saks; J.J. Koehler. The Individualization Fallacy in Forensic Science Evidence. *Vanderbilt Law Review* 61(1): 199-2019 (2008).
- [42] M. Triplett; L. Cooney. The Etiology of ACE-V and its Proper Use: An exploration of the relationship between ACE-V and the scientific method of hypothesis testing. *J. Forensic Identif.* 56(3): 345-355 (2006).
- [43] M.D. Miranda. The trace in the technique: Forensic science and the Connoisseur’s gaze. *Forensic Sci. Int. Synerg.* 3:100203 (2021).
- [44] R. Herdy; J. Melo Dias. Devemos admitir provas periciais de baixa fiabilidade epistêmica? *Consultor Jurídico*, março 2021.

- [45] C. Ginzburg. Morelli, Freud, and Sherlock Holmes: Clues and scientific method. *History Workshop Journal*. 9(1): 5-36 (1980).
- [46] C. Cleland. Methodological and Epistemic Differences between Historical Science and Experimental Science. *Br. J. Philos. Sci.* 69(3): 474-496 (2002).
- [47] C. Cleland. Prediction and Explanation in Historical Natural Science. *Br. J. Philos. Sci.* 62(3): 551-582 (2011).
- [48] V.P. Stumvoll (org). *Criminalística*. Campinas: Editora Millennium, 7ª ed., 397p. (2019).
- [49] B.P. Cunha. *Doutrina da Criminalística Brasileira*. São Paulo: Editora Ateniense, 153p. (1987).
- [50] A. Giovanelli; A. Santos; R.D. Mayer; P.A. Torres. *Coleta de DNA em locais de crime: procedimentos e aplicações*. São Paulo: Editora Dialética (2022).
- [51] T. Boyko; B. Szkuta; J.M. Mitchell; R.A.H van Oorschot. Prevalence of DNA from the driver, passengers and others within a car of an exclusive driver. *Forensic Sci. Int.* 307: 110139 (2020).
- [52] T.R. De Wolff; L.H.J. Aarts; M. van den Berge; T. Boyko; R.A.H. van Oorschot; M. Zuidberg; B. Kokshoorn. Prevalence of DNA of regular occupants in vehicles. *Forensic Sci. Int.* 320: 110713 (2021).
- [53] I.E. Dror; J. Kukucka. Linear sequential unmasking–expanded (LSU-E): a general approach for improving decision making as well as minimizing noise and bias. *Forensic Sci. Int. Synerg.* 3:100161 (2021).
- [54] G. Oatley; B. Chapman; J. Speers. Forensic intelligence and the analytical process. *Wiley Interdiscip. Rev.* 10(3): e1354 (2020).
- [55] O. Ribaux; B.T. Wright. Expanding forensic science through forensic intelligence. *Sci Justice.* 54(6): 494–501 (2014).
- [56] L. Grossrieder; O. Ribaux. Towards forensic whistleblowing? From traces to intelligence. *J. Policy Pract.* 13(1): 80–93 (2019).
- [57] M. Illes; P. Wilson; C. Bruce. Forensic epistemology: testing the reasoning skills of crime scene experts. *Can. Soc. Forensic Sci. Journal.* 52:4: 151-173 (2019).
- [58] C. Weyermann; S. Willis; P. Margot; C. Roux. Towards more relevance in forensic science research and development. *Forensic Sci. Int.* 348: 111592 (2023).