



UEB
UNIVERSIDAD
ESTATAL DE BOLIVAR

CRIMINALÍSTICA I: MANUAL ACADÉMICO

APLICACIÓN CIENTÍFICA PARA LA JUSTICIA EN SIGLO XXI



Cristhian Alexander Averos Barragán

ISBN: 978-9907-0-0535-6

2025

CRIMINALÍSTICA I: MANUAL ACADÉMICO

AUTOR:

CRISTHIAN ALEXANDER AVEROS BARRAGÁN



Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica.

©Grupo Editorial BLR
Universidad Estatal de Bolívar
Riobamba – Ecuador
Correo: publicaciones@grupoblir.com
<https://grupoblir.com/libros-investig>
REPOSITORIO



Averos, C(2025) Criminalística I: manual académico. Grupo Editorial BLR.

© Cristhian Alexander Averos Barragán

ISBN: 978-9907-0-0535-6

El copyright promueve la libertad de expresión, protege la diversidad de ideas y conocimiento, además apoya la libre expresión. Se prohíbe de manera rigurosa la producción o el almacenamiento de esta publicación, ya sea en su totalidad o en parte, está estrictamente prohibido por ley, incluyendo el diseño de la portada, así como su difusión a través de cualquiera de sus medios, ya sean electrónicos, mecánicos, ópticos, de grabación o incluso de fotocopia, sin permiso de los propietarios de los derechos de autor.

FILIACIONES DE LOS AUTORES

Cristhian Alexander Averos Barragán

Universidad Estatal de Bolívar

Correo Electrónico: cristhian.averos@ueb.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0334-9366>



PRÓLOGO

En las complejas sociedades contemporáneas, donde el tejido social se ve constantemente desafiado por diversas manifestaciones de criminalidad, la búsqueda de verdad objetiva en la investigación de hechos delictivos representa uno de los pilares fundamentales del estado de derecho. Es precisamente en este contexto donde la criminalística emerge no simplemente como disciplina técnica, sino como manifestación sublime del compromiso humano con la justicia basada en evidencia, con el respeto a la dignidad de todas las personas y con la aplicación rigurosa del método científico a los desafíos más apremiantes de la convivencia social.

El manual que el lector tiene ante sí representa mucho más que un compendio de técnicas o un catálogo de procedimientos. Es, en esencia, una invitación a participar en una de las empresas más nobles del quehacer humano: la aplicación de la razón y la ciencia para esclarecer hechos, identificar responsables, exonerar inocentes y, en última instancia, contribuir a la construcción de sociedades más justas. Esta es una tarea que trasciende lo meramente técnico para adentrarse en el terreno de las responsabilidades éticas más profundas que una profesión puede conllevar.

Vivimos un momento particularmente significativo en la historia de las ciencias forenses. Por un lado, disponemos de capacidades analíticas que habrían parecido mágicas a los pioneros de la criminalística del siglo XIX. La capacidad de identificar individuos a partir de células microscópicas mediante análisis de ADN, de recuperar información de

dispositivos digitales supuestamente destruidos, de reconstruir eventos con precisión casi cinematográfica utilizando tecnologías tridimensionales, o de correlacionar información de múltiples fuentes mediante algoritmos de inteligencia artificial, representa avances que apenas hace décadas parecían reservados al reino de la ciencia ficción.

Ecuador, como nación en desarrollo que enfrenta desafíos significativos en materia de seguridad ciudadana, ha reconocido progresivamente la importancia estratégica de fortalecer sus capacidades de investigación criminal basadas en evidencia científica. La Constitución de 2008, que estableció un marco jurídico garantista que busca equilibrar eficacia en la persecución del delito con respeto riguroso a derechos fundamentales, y el Código Orgánico Integral Penal de 2014, que modernizó procedimientos penales y estableció estándares más claros para la obtención, análisis y presentación de evidencias, representan avances normativos significativos.

El manual que se presenta representa síntesis cuidadosa de conocimientos establecidos en criminalística, organizados pedagógicamente para facilitar aprendizaje progresivo desde fundamentos históricos y conceptuales hasta aplicaciones metodológicas específicas.

Los cuatro capítulos principales construyen sistemáticamente comprensión integral de la disciplina. El primer capítulo, dedicado al origen y evolución histórica, no es mero ejercicio de erudición sino reconocimiento de que comprender cómo llegamos hasta aquí—las luchas por establecer rigor científico, los errores del pasado, las

contribuciones de pioneros visionarios—nos ayuda a apreciar mejor dónde estamos y hacia dónde debemos dirigirnos. El segundo capítulo, sobre la naturaleza multidisciplinaria de la criminalística y su relación con ciencias fundamentales, establece que esta no es disciplina aislada sino punto de convergencia donde química, biología, física, informática y otras ciencias se encuentran y aplican sinérgicamente.

El tercer capítulo integra criminalística dentro de contexto más amplio de investigación criminal, reconociendo que criminalistas no trabajan aisladamente sino como miembros de equipos multidisciplinarios donde sus contribuciones técnicas se sintetizan con información de otras fuentes. El cuarto capítulo desciende a especificidades metodológicas y operativas, proporcionando orientación práctica sobre cómo investigaciones se estructuran, ejecutan y concluyen.

Los extensos apéndices—glosarios, protocolos, casos de estudio, ejercicios, recursos adicionales, consideraciones legales y éticas—transforman este manual de texto puramente académico en herramienta práctica que estudiantes podrán consultar no solo durante su formación sino también posteriormente en ejercicio profesional.

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	i
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
ESTRUCTURA Y OBJETIVOS DEL MANUAL	xx
METODOLOGÍA DE USO	xxiii
ADVERTENCIAS Y LIMITACIONES.....	xxv
PRINCIPIOS TRANSVERSALES	xxvii
CAPÍTULO I.....	29
1 ORIGEN Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CRIMINALÍSTICA.....	29
1.1 Resultados de aprendizaje del capítulo	29
1.2 Origen de la Criminalística	30
1.2.1 Contexto histórico del surgimiento.....	30
1.2.2 Primeros intentos de aplicación científica.....	31
1.2.3 Consolidación institucional	33

1.2.4 Factores científicos y tecnológicos.....	34
1.3 Evolución histórica de la Criminalística	36
1.3.1 Periodo inicial (Siglo XIX - Inicio Siglo XX)	37
1.3.2 Consolidación metodológica (1900-1950).....	38
1.3.3 Revolución tecnológica (1950-1990).....	40
1.3.4 Era del ADN (1985-2000).....	41
1.3.5 Criminalística contemporánea (2000-Presente)	43
1.3.6 Características distintivas.....	47
1.3.7 Distinciones conceptuales importantes	48
1.4 Objetivo general, material y formal de la Criminalística.....	50
1.4.1 Objetivo General de la Criminalística.....	51
1.4.1 Objetivo material de la Criminalística.....	53
1.4.2 Objetivo formal de la Criminalística.....	55
1.4.2 Principios fundamentales que sustentan los objetivos	58
1.5 Conclusiones del Capítulo 1.....	60
CAPÍTULO II.....	62
2 LA CRIMINALÍSTICA Y LAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS.....	62

2.1	Resultados de aprendizaje del capítulo	63
2.2	Principios científicos aplicados a la Criminalística	63
2.2.1	Principio de intercambio de Locard.....	64
2.2.2	Principio de correspondencia de características	66
2.2.3	Principio de reconstrucción.....	68
2.2.4	Principio de probabilidad	69
2.2.5	Principio de uso	71
2.3	Disciplinas científicas que constituyen la Criminalística general	74
2.3.1	Química analítica forense.....	74
2.3.2	Biología Forense y Genética	77
2.3.3	Física forense y análisis de patrones.....	82
2.3.4	Dactiloscopia	86
2.3.5	Documentoscopia	91
2.3.6	Balística Forense.....	93
2.3.7	Criminalística de Campo.....	96
2.3.8	Informática Forense	98
2.4	Objetivos de las disciplinas de la Criminalística	100

2.4.1	Objetivos Comunes a todas las disciplinas	100
2.4.2	Objetivos específicos de la Química Forense.....	102
2.4.4	Objetivos específicos de la biología y genética forenses	103
2.4.5	Objetivos específicos de la Física Forense.....	104
2.5	Conclusiones del capítulo 2.....	107
CAPÍTULO III.....		110
3	CRIMINALÍSTICA Y LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL	110
3.1	Criminalística de campo y criminalística de laboratorio	111
3.1.1	Criminalística de campo: Definición y alcance.....	111
3.1.2	Fases de la Criminalística de campo.....	112
3.2	Criminalística de laboratorio: Definición y alcance	119
3.2.1	Tipos de análisis de laboratorio.....	121
3.3	Interrelación entre campo y laboratorio	125
3.3.1	Concepto y objetivos de la investigación criminal.....	127
a)	Definición de investigación criminal.....	127
b)	Objetivos generales de la investigación criminal	129
c)	Objetivos específicos según tipo de delito	130

3.3.2 Principios rectores de la investigación criminal.....	132
3.3.3 Características e importancia de la investigación criminal	135
3.3.4 Consecuencias de investigaciones deficientes.....	141
3.3.5 Estándares de calidad en investigación criminal	143
3.3.6 Proceso de la Investigación Criminal	145
3.4 Fase de análisis y síntesis	152
3.5 Fase de conclusión	153
3.6 Conclusiones del capítulo 3.....	156
CAPÍTULO IV.....	158
4 INVESTIGACIÓN CRIMINAL	158
4.1 Resultados de aprendizaje del capítulo	159
4.2 Pasos generales de la investigación criminal	160
4.2.1 Verificación del hecho	160
4.2.2 Protección y preservación de evidencias.....	161
4.2.3 Recolección de información.....	163
4.2.4 Análisis de información	165
4.2.5 Identificación de responsables.....	167

4.2.6 Acumulación de elementos probatorios	169
4.2.7 Coordinación y supervisión.....	172
4.3 Pasos específicos de la investigación criminal	173
4.2.1 Investigación de homicidios	174
4.2.2 Determinación de causa y modo de muerte	174
4.2.3 Análisis de patrones de lesiones	175
4.2.4 Establecimiento de móvil	176
4.2.5 Identificación de víctimas desconocidas	177
4.2.6 Investigación de delitos sexuales.....	177
4.2.7 Examen médico-legal.....	178
4.2.8 Entrevistas especializadas	179
4.2.9 Análisis de ADN.....	180
4.2.10 Investigación de antecedentes	180
4.2.11 Análisis de modus operandi	181
4.2.12 Rastreo de bienes sustraídos	182
4.2.13 Análisis de vigilancia.....	183
4.3 Investigación de delitos económicos	184

4.3.1	Análisis financiero forense.....	184
4.3.2	Cooperación internacional.....	185
4.3.3	Intervención de comunicaciones	185
4.3.4	Investigación de delitos informáticos	186
4.3.5	Preservación de evidencia digital	186
4.3.6	Análisis de tráfico de red.....	187
4.3.7	Criptomonedas y mercados oscuros	187
4.4	Fases de la investigación criminal	189
4.4.1	Fase preliminar	189
4.4.2	Fase de desarrollo o intermedia.....	191
4.4.3	Fase de conclusión o final.....	194
4.5	Funciones que cumple el criminalista y el investigador criminal en el proceso investigativo.....	197
4.5.1	Funciones específicas del criminalista.....	198
4.5.2	Funciones específicas del investigador criminal	201
4.6	Ética profesional y responsabilidades.....	207
4.6.1	Búsqueda de verdad.....	207
4.6.2	Competencia profesional.....	208

4.6.3 Respeto de derechos fundamentales	208
4.6.4 Integridad y honestidad	209
4.6.5 Confidencialidad apropiada.....	209
4.6.6 Mejoramiento continuo	209
4.7 Conclusiones del capítulo 4.....	210
4.8 Apéndices y material complementario.....	212
4.8.1 APÉNDICE A: Glosario de términos criminalísticos.....	212
4.8.2 APÉNDICE B: Protocolos básicos de procedimiento	216
a) Protocolo B.1: Protección de Escena del Crimen.....	216
b) Protocolo B.2: Recolección de muestras biológicas.....	217
c) Protocolo B.3: Revelado y levantamiento de huellas dactilares	221
4.8.3 APÉNDICE C: Casos de estudio ilustrativos.....	226
a) Caso de estudio C.1: El caso de Colin Pitchfork (1986).....	226
b) Caso de estudio C.2: El crimen de Francisca Rojas (1892)	228
4.8.4 APÉNDICE D: Ejercicios prácticos y actividades de aprendizaje	230
a) Ejercicio D.1: Análisis de escena del crimen (simulación).....	230

b)	Ejercicio D.2: Comparación de huellas dactilares	232
c)	Ejercicio D.3: Análisis de caso integrado	234
4.8.5 APÉNDICE E: Recursos adicionales para profundización.....		237
a)	E.1 recursos bibliográficos recomendados por especialidad....	237
b)	E.2 revistas científicas especializadas.....	239
c)	E.3 Organizaciones profesionales internacionales	240
d)	E.4 Plataformas de Educación Continua.....	241
e)	E.5 bases de datos y recursos técnicos.....	242
4.8.6 APÉNDICE F: Consideraciones legales y éticas		244
a)	F.1 Marco Legal de la Criminalística en Ecuador	244
b)	F.2 Cadena de custodia: Aspectos Legales	245
c)	F.3 Derechos de las personas en investigaciones criminales ...	247
d)	F.4 Código de ética profesional en criminalística	249
e)	F.5 testimonio pericial: Aspectos legales y éticos	253
4.8.7 APÉNDICE G: Glosario visual de patrones de evidencias.....		257
a)	G.1 Patrones de manchas de sangre.....	257
b)	G.2 Tipos de Huellas Dactilares	259

c)	G.3 Marcas de herramientas.....	260
4.8.8 APÉNDICE H: Lista de verificación para procesamiento de escenas.....		
		261
a)	H.1 Checklist Pre-Procesamiento	261
b)	H.2 Checklist Procesamiento	263
c)	H.3 Checklist Post-Procesamiento.....	266
4.8.9 APÉNDICE I: Estudios de Caso para análisis en clase		
		267
a)	Caso I.1: El Misterio del Apartamento Cerrado.....	267
b)	Caso I.2: Serie de Robos con Patrón.....	270
c)	Caso I.3: Muerte sospechosa en contexto doméstico	273
4.8.10 APÉNDICE J: Formularios y plantillas estándar.....		
		276
4.8.11 APÉNDICE K: Directorio de contactos y recursos en Ecuador		
		279
a)	K.1 Instituciones forenses nacionales	279
b)	K.2 Instituciones académicas con programas de criminalística	280
c)	K.3 Organizaciones profesionales	280
d)	K.4 Recursos bibliográficos en Ecuador.....	281

4.8.12	Conclusión del manual	281
4.8.13	Recomendaciones para uso óptimo:	283
BIBLIOGRAFÍA		286

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Hitos fundamentales en el origen de la Criminalística	35
Tabla 2. Diferencias entre disciplinas relacionadas con la Criminalística.	50
Tabla 3. Etapas del proceso criminalístico y sus objetivos específicos.	57
Tabla 4. Principios científicos fundamentales de la Criminalística. ...	73
Tabla 5. Técnicas de análisis en Biología Forense.	81
Tabla 6. Objetivos específicos por disciplina Criminalística.	105
Tabla 7. Protocolos de recolección según tipo de evidencia.	118
Tabla 8. Objetivos de la investigación criminal según tipo de delito.	134
Tabla 9. Fases del proceso de investigación criminal.	155
Tabla 10. Pasos específicos según tipo de delito.	188
Tabla 11. Cronología del Caso Pitchfork.	227
Tabla 12. Comparación de métodos investigativos:	229
Tabla 13. Elementos críticos de cadena de custodia.	246
Tabla 14. Comparación: Buen testimonio vs problemas comunes. ...	256

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de las técnicas criminalísticas a través del tiempo.	46
Figura 2. Estructura conceptual de la Criminalística.	61
Figura 3. Proceso de trabajo en criminalística de campo.....	98
Figura 4. Interrelación de disciplinas científicas en la Criminalística.	109
Figura 5. Flujo de trabajo entre criminalística de campo y laboratorio.	127
Figura 6. Importancia multidimensional de la investigación criminal.	141
Figura 7. Pasos generales de la investigación criminal.....	172
Figura 8. Interrelación entre criminalista e investigador criminal....	207
Figura 9. Formulario de cadena de Custodia.....	276
Figura 10. Formato de Reporte de Procesamiento de Escena.	277
Figura 11. Plantilla de informe pericial.	278

INTRODUCCIÓN

Vivimos en momento histórico particularmente significativo para las ciencias forenses. Por un lado, disponemos de capacidades analíticas que generaciones previas apenas podrían imaginar: identificamos individuos a partir de células microscópicas mediante análisis de ADN, recuperamos datos de dispositivos digitales supuestamente borrados, reconstruimos eventos con precisión casi cinematográfica utilizando tecnologías tridimensionales, y correlacionamos información de fuentes diversas mediante algoritmos de inteligencia artificial.

Por otro lado, enfrentamos también desafíos inéditos. La criminalidad se ha globalizado y digitalizado, trascendiendo fronteras físicas y operando en espacios virtuales donde conceptos tradicionales de jurisdicción y evidencia requieren reinterpretación. Los delincuentes tienen acceso a las mismas tecnologías que los investigadores, creando carrera armamentista continua entre capacidades ofensivas y defensivas. Las expectativas públicas sobre ciencias forenses, frecuentemente moldeadas por representaciones mediáticas dramatizadas, pueden ser irrealistamente elevadas, generando lo que se conoce como "efecto CSI" donde jurados esperan evidencia forense concluyente en todos los casos.

Simultáneamente, la criminalística enfrenta escrutinio académico y legal creciente. El reconocimiento de que algunas técnicas forenses históricamente utilizadas carecían de validación científica rigurosa ha motivado movimiento hacia estándares más estrictos. Casos de condenas erróneas posteriormente revertidas mediante análisis de ADN han revelado falibilidad de sistemas judiciales y han enfatizado

necesidad de rigor absoluto en práctica forense. Este contexto demanda profesionales no solo técnicamente competentes sino también científicamente rigurosos, éticamente íntegros y conscientemente críticos respecto a limitaciones de sus métodos.

Ecuador, como sociedad en desarrollo que enfrenta desafíos significativos de seguridad ciudadana, ha reconocido progresivamente la importancia de fortalecer capacidades de investigación criminal basadas en evidencia científica. La Constitución de 2008 estableció fundamentos de sistema de justicia que requiere tanto eficacia en persecución del delito como respeto riguroso a garantías procesales y derechos fundamentales. El Código Orgánico Integral Penal (COIP) de 2014 modernizó procedimientos penales, estableciendo estándares más claros para obtención, análisis y presentación de evidencias.

El Sistema Especializado Integral de Investigación de Medicina Legal y Ciencias Forenses, coordinado por la Fiscalía General del Estado, representa esfuerzo institucional por consolidar capacidades forenses nacionales. Laboratorios provinciales, aunque enfrentan desafíos de recursos y equipamiento, realizan cotidianamente análisis que contribuyen al esclarecimiento de miles de casos. Profesionales ecuatorianos participan crecientemente en redes internacionales, adoptando mejores prácticas y contribuyendo a desarrollo del campo.

Sin embargo, persisten brechas significativas. La demanda por servicios forenses frecuentemente excede capacidades institucionales, generando retrasos que pueden comprometer investigaciones. La formación de profesionales especializados, aunque ha mejorado mediante creación de

programas universitarios, requiere continua actualización para incorporar avances tecnológicos y metodológicos. La percepción pública de las instituciones de justicia, incluidos servicios forenses, refleja necesidad de fortalecer tanto capacidades técnicas como transparencia y accountability.

Este contexto nacional enfatiza la importancia de formar profesionales no solo técnicamente competentes sino también comprometidos con excelencia, integridad y servicio público. Ecuador necesita criminalistas que comprendan no solo técnicas analíticas sino también realidades sociales, limitaciones institucionales y responsabilidades éticas de su profesión.

ESTRUCTURA Y OBJETIVOS DEL MANUAL

Este manual se estructura en cuatro capítulos principales, cada uno abordando dimensión fundamental de la criminalística:

Capítulo 1: Origen y Evolución Histórica de la Criminalística proporciona perspectiva histórica esencial para comprender cómo esta disciplina emergió, evolucionó y se consolidó. Los estudiantes aprenderán que criminalística no apareció súbitamente, sino que representa culminación de esfuerzos de múltiples pioneros que, a través de siglos, desarrollaron métodos para aplicar ciencia a investigación criminal. Esta perspectiva histórica no es mera curiosidad académica; comprender de dónde venimos ayuda a entender dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos. Los errores históricos nos enseñan humildad; los éxitos nos inspiran; las luchas por establecer rigor científico nos recuerdan que credibilidad de nuestra disciplina debe ganarse continuamente mediante excelencia y integridad.

Capítulo 2: La Criminalística y las Disciplinas Científicas explora la naturaleza fundamentalmente multidisciplinaria de la criminalística. Ninguna ciencia individual proporciona todas las herramientas necesarias; es la convergencia de química, biología, física, informática y otras disciplinas lo que confiere a la criminalística su poder investigativo. Los estudiantes comprenderán cómo principios científicos fundamentales se aplican a análisis de evidencias, cómo diferentes disciplinas contribuyen con métodos específicos, y por qué formación sólida en ciencias naturales resulta indispensable para práctica competente. Este capítulo también enfatiza que criminalística

no es meramente aplicación de técnicas sino ejercicio de razonamiento científico riguroso.

Capítulo 3: Criminalística y la Investigación Criminal sitúa la criminalística dentro del contexto más amplio de investigación criminal. Los criminalistas no trabajan aisladamente sino como miembros de equipos multidisciplinarios donde sus contribuciones se integran con testimonios, inteligencia, análisis de información y otras fuentes. Estudiantes aprenderán la distinción entre criminalística de campo (procesamiento de escenas) y de laboratorio (análisis especializado), comprenderán el concepto más amplio de investigación criminal y apreciarán cómo trabajo criminalístico se inserta en procesos que buscan no solo identificar responsables sino también proteger derechos de todas las personas involucradas.

Capítulo 4: Investigación Criminal profundiza en aspectos metodológicos y operativos, detallando pasos generales y específicos que estructuran investigaciones efectivas. Estudiantes examinarán cómo investigaciones se organizan temporalmente en fases, cómo diferentes tipos de delitos requieren adaptaciones metodológicas específicas, y cuáles son funciones particulares que criminalistas e investigadores criminales cumplen dentro de equipos. Este capítulo también aborda crucial dimensión ética de la profesión, enfatizando que competencia técnica debe acompañarse siempre de integridad ética inquebrantable.

Los *Apéndices* complementan contenido principal con material práctico: glosarios de términos especializados, protocolos de procedimiento, casos de estudio para análisis, ejercicios prácticos, recursos

bibliográficos adicionales, consideraciones legales y éticas detalladas, y herramientas aplicables a práctica profesional. Estos apéndices transforman el manual de recurso puramente teórico en herramienta práctica que estudiantes podrán consultar tanto durante formación como posteriormente en ejercicio profesional.

METODOLOGÍA DE USO

Este manual ha sido diseñado como texto de referencia principal para curso de Criminalística I, pero su utilidad se extiende más allá:

Para estudiantes cursando la asignatura:

- Estudiar capítulos secuencialmente antes de sesiones correspondientes
- Tomar notas activas, subrayando conceptos clave y formulando preguntas
- Relacionar contenido teórico con casos prácticos discutidos en clase
- Completar ejercicios propuestos en apéndices
- Consultar recursos adicionales referenciados para profundización
- Utilizar glosario para clarificar terminología especializada

Para docentes:

- Estructurar sesiones siguiendo organización capitular
- Complementar contenido teórico con demostraciones prácticas
- Utilizar casos de estudio incluidos como base para discusiones
- Asignar ejercicios como trabajos individuales o grupales
- Adaptar protocolos a recursos disponibles localmente

- Invitar profesionales para complementar perspectiva académica

Para profesionales en ejercicio:

- Consultar como referencia para fundamentos teóricos
- Utilizar protocolos y listas de verificación en práctica cotidiana
- Revisar secciones legales y éticas para reflexión profesional
- Consultar bibliografía para profundización en áreas específicas

Para investigadores y estudiantes de posgrado:

- Utilizar como introducción comprehensiva antes de estudios especializados
- Consultar referencias como punto de partida para revisiones bibliográficas
- Identificar áreas donde investigación adicional es necesaria

ADVERTENCIAS Y LIMITACIONES

Todo manual tiene limitaciones que deben reconocerse explícitamente:

Generalidad vs Especificidad: Este es texto introductorio que cubre fundamentos amplios. Cada disciplina especializada (genética forense, balística, documentoscopia, informática forense) merece y requiere textos completos dedicados. Los estudiantes no deben considerar este manual suficiente para práctica especializada; es punto de partida, no destino final.

Evolución Tecnológica: Criminalística evoluciona rápidamente. Técnicas descritas aquí representan estado actual del conocimiento, pero probablemente serán complementadas o superadas por desarrollos futuros. Estudiantes deben comprometerse con aprendizaje continuo.

Contexto Jurisdiccional: A más del énfasis en el contexto ecuatoriano, el manual incorpora también perspectivas internacionales. Procedimientos legales específicos varían entre jurisdicciones; estudiantes deben familiarizarse con marcos legales aplicables en sus contextos específicos de práctica.

Teoría vs Práctica: Comprensión teórica, aunque esencial, no sustituye experiencia práctica supervisada. Los estudiantes deben aprovechar oportunidades de prácticas, laboratorios y mentorías con profesionales experimentados.

Simplificaciones Pedagógicas: Por razones didácticas, algunos temas se presentan de manera simplificada. La realidad práctica es

frecuentemente más compleja, ambigua y desafiante que representaciones textuales.

PRINCIPIOS TRANSVERSALES

Varios principios transversales permean todo el manual y merecen énfasis explícito desde esta introducción:

Rigor Científico: La criminalística es ciencia aplicada. Todas las conclusiones deben basarse en análisis riguroso de evidencias siguiendo métodos validados. La intuición, aunque a veces útil para generar hipótesis, nunca sustituye análisis sistemático.

Objetividad e Imparcialidad: Los criminalistas buscan verdad, no confirman hipótesis preconcebidas. Deben analizar evidencia sin sesgos hacia ninguna parte, reportar hallazgos honestamente incluso cuando contradicen teorías preferidas, y resistir presiones para manipular conclusiones.

Integridad Ética: La competencia técnica sin integridad ética es peligrosa. Los criminalistas ejercen poder significativo; sus conclusiones afectan libertad, justicia y vidas humanas. Esta responsabilidad exige honestidad absoluta, reconocimiento de limitaciones y rechazo de cualquier forma de manipulación o fabricación.

Respeto a Derechos Fundamentales: El trabajo criminalístico debe realizarse dentro de marcos legales que protegen derechos constitucionales. La eficacia investigativa nunca justifica violaciones de derechos; evidencia obtenida ilegalmente corrompe procesos judiciales incluso cuando técnicamente válida.

Humildad Científica: Los métodos científicos son poderosos, pero no infalibles. Los criminalistas deben reconocer limitaciones de sus técnicas, incertidumbres en conclusiones y posibilidades de error. La humildad científica no es debilidad sino honestidad intelectual que fortalece credibilidad profesional.

Responsabilidad Social: La criminalística no es ejercicio técnico abstracto sino servicio social concreto. Contribuye a sociedades más justas identificando responsables, exonerando inocentes, proporcionando certezas a víctimas y familias, y fortaleciendo confianza en instituciones de justicia.

CAPÍTULO I

1 ORIGEN Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CRIMINALÍSTICA

La criminalística constituye una disciplina científica fundamental en el sistema de justicia contemporáneo, cuya aplicación metodológica permite esclarecer hechos delictivos mediante el análisis riguroso de evidencias físicas (Saferstein, 2021). Este primer capítulo aborda los fundamentos históricos y conceptuales que dan sustento a esta ciencia forense, explorando su génesis, evolución y consolidación como campo especializado del conocimiento.

El estudio del origen y desarrollo histórico de la criminalística resulta esencial para comprender no solamente sus métodos actuales, sino también la lógica científica que sustenta sus procedimientos investigativos (Houck & Siegel, 2021). Desde las primeras aproximaciones empíricas hasta la sofisticación tecnológica contemporánea, esta disciplina ha experimentado transformaciones significativas que reflejan tanto avances científicos como cambios en la comprensión del fenómeno criminal (Herrero Herrero, 2007).

1.1 Resultados de aprendizaje del capítulo

Al finalizar el estudio de este capítulo, el estudiante será capaz de:

1. Comprender el origen de la criminalística, identificando los factores históricos y científicos que propiciaron su surgimiento como disciplina especializada.

2. Analizar la evolución histórica de la criminalística, reconociendo los principales hitos, desarrollos tecnológicos y figuras clave que han contribuido a su consolidación como ciencia forense.
3. Definir con precisión el concepto de criminalística, distinguiendo sus características específicas y su posición dentro del conjunto de ciencias relacionadas con la investigación criminal.
4. Identificar y explicar los objetivos generales, materiales y formales de la criminalística, comprendiendo su alcance y limitaciones en el contexto del sistema de justicia.

1.2 Origen de la Criminalística

La criminalística surge cuando el ser humano siente la necesidad de entender qué ocurrió realmente en un delito. A finales del siglo XIX, investigadores comenzaron a apoyarse en la ciencia y la observación para descubrir la verdad, dejando de lado suposiciones o confesiones forzadas. Con el tiempo, esta disciplina fue creciendo y hoy permite analizar evidencias para reconstruir los hechos y encontrar a los responsables de manera más justa y objetiva.

1.2.1 Contexto histórico del surgimiento

El origen de la criminalística como disciplina científica se encuentra íntimamente vinculado con la necesidad social de establecer métodos objetivos y reproducibles para la investigación de hechos delictivos (Kirk, 1953). Durante siglos, la resolución de crímenes dependió fundamentalmente de confesiones obtenidas mediante tortura, testimonios frecuentemente poco confiables y procedimientos investigativos carentes de rigor metodológico (Thorwald, 1965).

El surgimiento de la criminalística responde a la confluencia de varios fenómenos históricos y sociales que marcaron la transición hacia la modernidad. Entre estos factores destacan el desarrollo del pensamiento científico durante los siglos XVIII y XIX, la consolidación de los sistemas judiciales modernos, y el reconocimiento de la necesidad de fundamentar las decisiones judiciales en evidencias objetivas y verificables (Saferstein, 2021, pp. 2-5).

La Revolución Industrial trajo consigo no solamente transformaciones económicas y sociales, sino también nuevas formas de criminalidad que exigían métodos investigativos más sofisticados. Como señalan Fisher y Fisher (2022), "el crecimiento urbano acelerado, el aumento de la movilidad poblacional y la complejidad creciente de las estructuras sociales generaron desafíos inéditos para los sistemas de justicia, evidenciando la insuficiencia de los métodos tradicionales de investigación criminal" (p. 12).

1.2.2 Primeros intentos de aplicación científica

Los primeros intentos sistemáticos de aplicar principios científicos a la investigación criminal surgieron durante el siglo XVIII, cuando diversos estudiosos comenzaron a explorar la posibilidad de utilizar conocimientos de química, medicina y otras disciplinas para resolver crímenes (Thorwald, 1965). Estos esfuerzos iniciales, aunque rudimentarios comparados con los estándares actuales, sentaron las bases conceptuales de lo que posteriormente se desarrollaría como criminalística moderna.

Mathieu Orfila (1787-1853), considerado el padre de la toxicología forense, realizó contribuciones fundamentales al establecer métodos científicos para detectar venenos en cadáveres. Como documenta Bell (2022), Orfila publicó en 1813 su obra seminal "Traité des Poisons" (Tratado de los Venenos), donde demostró que era posible determinar la presencia de sustancias tóxicas en tejidos humanos mucho tiempo después de la muerte, revolucionando las investigaciones de envenenamientos que hasta entonces dependían exclusivamente de síntomas clínicos y testimonios (p. 45).

Alphonse Bertillon (1853-1914) desarrolló el sistema antropométrico de identificación criminal, conocido como bertillonaje, que representó el primer método sistemático para identificar delincuentes reincidentes. Según Rhodes (1956), Bertillon implementó este sistema en la Prefectura de Policía de París en 1879, basándose en la premisa de que "las medidas óseas de un adulto permanecen prácticamente invariables y que la probabilidad de que dos personas compartan exactamente las mismas medidas es extremadamente baja" (como se citó en Saferstein, 2021, p. 8). Este sistema, aunque posteriormente sería superado por la dactiloscopia, constituyó un avance significativo respecto a las descripciones subjetivas utilizadas hasta entonces.

Henry Goddard, armero británico, realizó en 1835 la primera comparación balística documentada. Como relata Heard (2020), Goddard examinó una bala extraída de una víctima de homicidio y determinó que había sido disparada desde un molde específico que tenía una imperfección característica, identificando posteriormente al

propietario del molde y resolviendo el caso. Este acontecimiento "marcó el nacimiento de la balística forense como disciplina científica" (p. 23).

1.2.3 Consolidación institucional

La institucionalización de la criminalística como disciplina reconocida se produjo gradualmente durante las últimas décadas del siglo XIX y las primeras del siglo XX. Este proceso implicó no solamente el desarrollo de métodos y técnicas específicas, sino también la creación de estructuras organizativas, la formación de profesionales especializados y el reconocimiento legal de sus procedimientos (Anadón Baselga & Robledo Acinas, 2017).

En 1910, Edmond Locard estableció el primer laboratorio de policía científica en Lyon, Francia. Este acontecimiento marcó un hito fundamental en la historia de la criminalística, ya que por primera vez se creaba una institución específicamente dedicada a la aplicación sistemática de métodos científicos en la investigación criminal (Locard, 1920). Como señala De Forest et al. (2021):

Locard no solo creó un laboratorio físico, sino que estableció un paradigma conceptual para la criminalística moderna. Su célebre principio de intercambio—"todo contacto deja un rastro"—proporcionó fundamento teórico que justificaba la búsqueda exhaustiva de indicios materiales y que continúa siendo piedra angular de la práctica criminalística contemporánea (p. 67).

La creación de laboratorios forenses se extendió rápidamente por Europa y posteriormente por otros continentes. En 1923 se estableció el

primer laboratorio forense completo en Los Ángeles, Estados Unidos, bajo la dirección de August Vollmer, marcando la expansión institucional de la criminalística en América (Saferstein, 2021, p. 10). Como documenta Inman y Rudin (2001), "estas instituciones no solo realizaban análisis periciales, sino que también contribuyeron al desarrollo de nuevos métodos y a la formación de especialistas" (p. 15).

1.2.4 Factores científicos y tecnológicos

El desarrollo de la criminalística estuvo íntimamente relacionado con avances científicos y tecnológicos en diversos campos del conocimiento. La fotografía, perfeccionada durante el siglo XIX, permitió documentar escenas del crimen y evidencias de manera objetiva y permanente (Fisher & Fisher, 2022). La microscopía facilitó el análisis detallado de indicios diminutos, mientras que los avances en química analítica posibilitaron la identificación de sustancias con precisión creciente.

El descubrimiento de los grupos sanguíneos por Karl Landsteiner en 1901 abrió nuevas posibilidades para el análisis de evidencias biológicas. Como documenta Butler (2021), Landsteiner identificó los grupos A, B y O en sangre humana, descubrimiento por el cual recibiría el Premio Nobel de Medicina en 1930. Este hallazgo "revolucionó tanto la medicina transfusional como las ciencias forenses, proporcionando por primera vez un método para clasificar manchas de sangre en escenas del crimen" (p. 12).

Juan Vucetich (1858-1925), funcionario policial argentino de origen croata, perfeccionó el sistema dactiloscópico que llevaría su nombre. En

1891, Vucetich creó el primer fichero dactiloscópico del mundo en la Oficina de Estadística de la Policía de la Provincia de Buenos Aires (Vucetich, 1904). Como relata el caso histórico documentado por Cole (2001), en 1892 Vucetich utilizó su sistema para identificar a Francisca Rojas como autora del asesinato de sus dos hijos en Necochea, Argentina, mediante comparación de huellas dactilares encontradas en la escena. Este fue "el primer caso criminal resuelto mediante identificación dactilar en el mundo, demostrando de manera contundente el valor práctico de la dactiloscopia" (Cole, 2001, p. 89).

Tabla 1. Hitos Fundamentales en el origen de la Criminalística

Año	Acontecimiento	Significado	Referencia
1813	Mathieu Orfila publica "Tratado de los Venenos"	Establecimiento de la toxicología forense	Bell, 2022
1835	Henry Goddard realiza la primera comparación balística	Inicio de la balística forense	Heard, 2020
1879	Alphonse Bertillon desarrolla el bertillonaje	Primer sistema de identificación antropométrico	Saferstein, 2021
1892	Juan Vucetich implementa el sistema dactiloscópico	Consolidación de la identificación por huellas dactilares	Cole, 2001

1901	Karl Landsteiner descubre los grupos sanguíneos	Fundamento de la serología forense	Butler, 2021
1910	Edmond Locard establece el primer laboratorio de criminalística	Institucionalización de la criminalística	Locard, 1920

La balística forense experimentó avances sustanciales con el desarrollo de métodos para comparar proyectiles y casquillos. Calvin Goddard (no confundir con Henry Goddard mencionado anteriormente) estableció en 1925 el Bureau of Forensic Ballistics en Nueva York y desarrolló el microscopio de comparación específicamente para análisis balístico (Heard, 2020, p. 34). Este instrumento "revolucionó las investigaciones de delitos cometidos con armas de fuego al permitir comparaciones lado a lado de estriaciones microscópicas en proyectiles y marcas en casquillos" (Warlow, 2019, p. 156).

1.3 Evolución histórica de la Criminalística

A lo largo del tiempo, la criminalística ha ido cambiando para responder mejor a las necesidades de la sociedad. Desde métodos simples basados en la observación hasta el uso de técnicas científicas más avanzadas, esta disciplina ha evolucionado con el objetivo de comprender los hechos delictivos y aportar claridad en la búsqueda de la verdad. Su desarrollo refleja el esfuerzo constante por mejorar la justicia y la investigación criminal.

1.3.1 Periodo inicial (Siglo XIX - Inicio Siglo XX)

El periodo inicial de la criminalística se caracterizó por la aplicación incipiente de conocimientos científicos a la investigación criminal, fundamentalmente en casos aislados y sin una metodología sistemática generalizada (Thorwald, 1965). Durante esta etapa, los pioneros de la disciplina trabajaron frecuentemente de manera individual, desarrollando técnicas específicas en respuesta a necesidades concretas de investigación.

La identificación de personas constituyó uno de los primeros desafíos abordados sistemáticamente. El problema de identificar reincidentes y personas desaparecidas llevó al desarrollo de diversos métodos, desde descripciones detalladas hasta sistemas de medición corporal. William Herschel comenzó a utilizar impresiones dactilares en la India británica desde 1858, aunque inicialmente con propósitos administrativos más que criminales (Cole, 2001, p. 67).

En 1880, Henry Faulds publicó en la revista científica *Nature* un artículo seminal en el que proponía utilizar huellas dactilares para identificar criminales, sugiriendo además métodos para clasificarlas (Faulds, 1880). Este trabajo, aunque no tuvo reconocimiento inmediato, sentó bases conceptuales importantes. Como señala Beavan (2001), "Faulds fue el primero en sugerir explícitamente que las huellas dactilares dejadas en escenas del crimen podrían utilizarse para identificar perpetradores" (p. 78).

Francis Galton retomó estas ideas y publicó en 1892 su obra "Finger Prints", que estableció científicamente la individualidad y permanencia

de las huellas dactilares, así como un sistema de clasificación (Galton, 1892). Galton demostró mediante análisis estadístico que "la probabilidad de que dos individuos compartan el mismo patrón dactilar completo es de aproximadamente 1 en 64 mil millones" (como se citó en Champod et al., 2016, p. 23), proporcionando así fundamento matemático a la identificación dactilar.

1.3.2 Consolidación metodológica (1900-1950)

El primer medio siglo del siglo XX presenció la consolidación metodológica de la criminalística, caracterizada por la estandarización de procedimientos, la creación de sistemas de clasificación universales y el reconocimiento oficial de las pruebas forenses en los tribunales (Saferstein, 2021). Durante este periodo, la criminalística transitó de ser una práctica ocasional a convertirse en componente regular de las investigaciones criminales.

El principio de intercambio de Locard, formulado en las primeras décadas del siglo XX, estableció que el contacto entre dos objetos siempre resulta en una transferencia de material. Como explica Locard (1920) en su obra fundamental:

“Il est impossible au malfaiteur d'agir avec l'intensité que suppose l'action criminelle sans laisser des traces de son passage... soit que le malfaiteur ait laissé sur les lieux des marques de son activité, soit, inversement, qu'il ait emporté sur son corps ou sur ses vêtements les indices de son séjour ou de son geste. [Es imposible para el malhechor actuar con la intensidad que supone la acción criminal sin dejar rastros de su paso... ya sea que el malhechor haya dejado en el lugar marcas de

su actividad, o inversamente, que haya llevado en su cuerpo o vestimenta indicios de su estancia o su acción.]” (p. 8).

Este principio fundamental, como señalan Houck y Siegel (2021), "guió el desarrollo de numerosas técnicas de análisis de rastros y se convirtió en fundamento teórico de muchos procedimientos criminalísticos" (p. 45).

La dactiloscopia alcanzó su madurez técnica con el desarrollo de sistemas de clasificación que permitían buscar eficientemente entre millones de registros. El sistema de clasificación de Edward Henry, adoptado por Scotland Yard en 1901 y posteriormente por numerosos países, facilitó la creación de archivos dactiloscópicos nacionales (Henry, 1900). Como documenta Cole (2001), "el sistema Henry dividía las huellas en categorías basadas en patrones generales (arcos, presillas, verticilos), permitiendo reducir búsquedas manuales de millones de registros a conjuntos manejables de cientos" (p. 134).

La medicina forense experimentó avances significativos, particularmente en la determinación de causas de muerte y la estimación del intervalo post mortem. Los estudios sistemáticos sobre rigidez cadavérica, livideces y otros fenómenos tanatológicos permitieron establecer cronologías más precisas de los hechos (DiMaio & DiMaio, 2001). Como señala Knight (2016), "la tanatología forense evolucionó de arte interpretativo basado en experiencia a ciencia con fundamentos fisiológicos y bioquímicos comprensibles" (p. 89).

1.3.3 Revolución tecnológica (1950-1990)

La segunda mitad del siglo XX trajo consigo una revolución tecnológica que transformó radicalmente las capacidades y alcances de la criminalística. La introducción de instrumentación científica avanzada, el desarrollo de nuevas técnicas analíticas y la informatización de procesos multiplicaron exponencialmente las posibilidades de análisis e investigación (Houck & Siegel, 2021).

La cromatografía, desarrollada inicialmente en las décadas anteriores, se perfeccionó y especializó, permitiendo separar e identificar componentes de mezclas complejas con precisión sin precedentes. Como explican Siegel y Mirakovits (2020), "la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) se convirtió en herramienta fundamental para el análisis de sustancias, desde drogas hasta acelerantes en incendios provocados" (p. 156), proporcionando identificaciones definitivas que las técnicas químicas clásicas no podían alcanzar.

La espectroscopía en sus diversas modalidades amplió dramáticamente las capacidades de análisis de materiales. La espectroscopía de absorción atómica permitió detectar elementos en concentraciones mínimas, mientras que la espectroscopía infrarroja facilitó la identificación de compuestos orgánicos (Bell, 2022). Como señala Ryland (2001), estas técnicas "encontraron aplicaciones en prácticamente todas las áreas de la criminalística, desde el análisis de pinturas y fibras hasta la identificación de explosivos" (p. 234).

La microscopía electrónica de barrido (SEM) revolucionó el análisis de residuos de disparo. Como documentan Schwoeble y Exline (2000), el SEM acoplado con espectrometría de rayos X por dispersión de energía (EDX) permite "identificar partículas características producidas durante deflagración de la pólvora no solo por su morfología sino también por su composición elemental, proporcionando evidencia mucho más concluyente que los métodos químicos anteriores" (p. 78).

La informática comenzó a transformar los procedimientos criminalísticos. Los sistemas automatizados de identificación dactilar (AFIS, Automated Fingerprint Identification System) revolucionaron la dactiloscopia. Como explican Champod et al. (2016):

Los sistemas AFIS, introducidos comercialmente en los años 1980, representaron avance tecnológico comparable en importancia al desarrollo original de sistemas de clasificación manual. Permitieron búsquedas en bases de datos de millones de registros en minutos, tarea que anteriormente requería días o semanas, posibilitando comparaciones que antes resultaban prácticamente imposibles por limitaciones de tiempo. (p. 189)

1.3.4 Era del ADN (1985-2000)

El descubrimiento de las aplicaciones forenses del ADN por Alec Jeffreys en 1985 marcó el inicio de una nueva era en la criminalística. La técnica del análisis de polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción (RFLP) permitió por primera vez identificar individuos con un grado de certeza comparable al de las huellas dactilares, pero a partir de muestras biológicas microscópicas (Jeffreys et al., 1985).

Como relata el propio Jeffreys en entrevista posterior:

“Fue un momento de revelación cuando vimos las primeras autorradiografías mostrando patrones de bandas claramente individualizantes. Inmediatamente reconocimos las implicaciones potenciales para identificación humana, incluidas aplicaciones forenses, aunque inicialmente no anticipamos cuán revolucionario sería el impacto” (como se citó en Butler, 2021, p. 3).

El primer caso criminal resuelto mediante análisis de ADN ocurrió en 1986 en Inglaterra, cuando Colin Pitchfork fue identificado como autor de dos asesinatos mediante esta técnica (Wambaugh, 1989). Este caso demostró dramáticamente el potencial del análisis genético forense. Como documenta Wambaugh (1989), "el análisis de ADN no solo identificó al verdadero perpetrador, sino que inicialmente exoneró a Richard Buckland, quien había confesado falsamente uno de los crímenes, demostrando la capacidad de la técnica tanto para incriminar como para exonerar" (p. 167).

La técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), desarrollada por Kary Mullis (quien recibió el Premio Nobel de Química en 1993 por este descubrimiento), revolucionó el análisis de ADN al permitir amplificar cantidades minúsculas de material genético (Mullis, 1990). Como explica Butler (2021):

“La PCR transformó radicalmente las capacidades del análisis de ADN forense. Donde las técnicas RFLP requerían manchas de sangre del tamaño de una moneda, la PCR permitió obtener

perfiles genéticos completos a partir de células de piel, saliva en sellos postales o gotas diminutas de sangre, expandiendo dramáticamente los tipos de evidencias analizables” (p. 67).

Los sistemas de análisis de secuencias cortas repetidas en tándem (STR) se establecieron como estándar internacional para la identificación genética forense durante los años 1990 (Gill et al., 1994). Como señalan Goodwin et al. (2020), "los sistemas STR ofrecen ventajas significativas sobre técnicas anteriores: requieren menos cantidad de muestra, proporcionan resultados más rápidamente, permiten automatización del análisis y, crucialmente, su naturaleza digital facilita el intercambio de información entre laboratorios y la creación de bases de datos nacionales e internacionales" (p. 145).

1.3.5 Criminalística contemporánea (2000-Presente)

El siglo XXI ha presenciado la integración de tecnologías digitales avanzadas, inteligencia artificial y métodos de análisis cada vez más sensibles y específicos. La criminalística contemporánea se caracteriza por su alto grado de especialización, la interdisciplinariedad de sus equipos de trabajo y la capacidad de analizar evidencias cada vez más sutiles (Houck, 2020).

La bioinformática y el análisis de grandes volúmenes de datos han transformado el análisis genético forense. Como explican Kayser y de Knijff (2011), "los sistemas de búsqueda en bases de datos de ADN pueden ahora identificar no solo coincidencias exactas, sino también parentescos mediante búsquedas de ADN familiar (familial searching), permitiendo identificar sospechosos cuando no existe coincidencia

directa pero sí familiares en bases de datos" (p. 12). Esta capacidad ha revolucionado la resolución de casos antiguos, incluyendo algunos que permanecían sin resolver durante décadas (Guerrini et al., 2018).

La criminalística digital ha emergido como campo especializado fundamental, respondiendo al incremento exponencial de delitos que involucran tecnología informática. Como señalan Casey y Turnbull (2018), "el análisis forense de computadores, teléfonos móviles, redes sociales y otros dispositivos digitales se ha convertido en componente esencial de numerosas investigaciones, con técnicas para recuperar información borrada, analizar metadatos y reconstruir actividades digitales alcanzando niveles de sofisticación notables" (p. 234).

La inteligencia artificial y el aprendizaje automático han comenzado a aplicarse en criminalística con resultados prometedores, pero también controversias. Como discuten Dror y Murrie (2018), "algoritmos de IA pueden identificar patrones en grandes volúmenes de datos, realizar comparaciones automatizadas y potencialmente reducir sesgos cognitivos humanos, pero también plantean preocupaciones sobre transparencia de procesos, accountability de decisiones automatizadas y posible perpetuación de sesgos presentes en datos de entrenamiento" (p. 78).

La nanotecnología ha comenzado a aplicarse en criminalística, permitiendo el desarrollo de sensores ultrasensibles y métodos de análisis de muestras extremadamente pequeñas. Como documentan Chen et al. (2019), "puntos cuánticos (quantum dots) se utilizan para revelar huellas dactilares latentes con sensibilidad superior a métodos

tradicionales, mientras que nanomateriales facilitan la detección de explosivos y drogas en concentraciones mínimas" (p. 156).

El Proyecto Innocence y organizaciones similares han tenido impacto profundo en criminalística contemporánea. Como documenta Scheck et al. (2000), "más de 375 personas en Estados Unidos han sido exoneradas mediante análisis de ADN después de haber sido condenadas erróneamente, frecuentemente después de décadas de prisión" (p. 12). Estos casos han motivado el movimiento hacia mayor rigor científico en ciencias forenses. El influyente informe del National Research Council (2009) concluyó que:

Con excepción del análisis de ADN nuclear, ningún método de ciencias forenses ha sido rigurosamente demostrado que tenga capacidad de consistentemente y con alto grado de certeza demostrar conexión entre evidencia y un individuo o fuente específica... Muchas disciplinas forenses necesitan investigación adicional para validar supuestos básicos y evaluar adecuadamente confiabilidad de métodos. (p. 7)

Esta conclusión ha motivado esfuerzos globales por fortalecer fundamentos científicos de técnicas forenses, mejorar estándares de calidad y honestidad explícita respecto a limitaciones (Koehler, 2020).

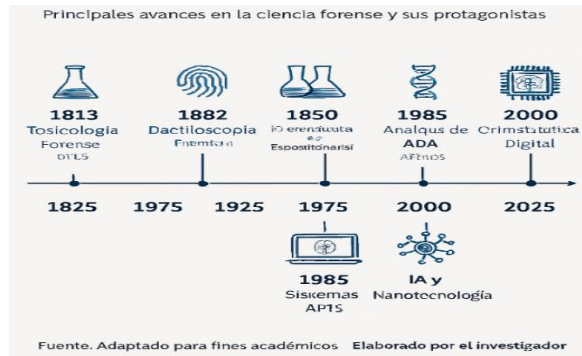


Figura 1. Evolución de las técnicas criminalísticas a través del tiempo.

La criminalística se define como la disciplina científica que aplica conocimientos, métodos y técnicas de investigación de las ciencias naturales en el análisis del material sensible significativo relacionado con presuntos hechos delictivos, con el propósito de determinar, en auxilio de los órganos de administración de justicia, la existencia de un hecho probablemente delictivo, identificar a los presuntos autores, aportar evidencias y reconstruir el mecanismo del hecho (Montiel Sosa, 2015).

Como explica Saferstein (2021), "la criminalística es ciencia forense que emplea principios y técnicas de ciencias físicas y naturales para responder preguntas de interés legal relacionadas con crímenes" (p. 1). Esta definición enfatiza el carácter científico de la disciplina, lo que implica que sus procedimientos deben basarse en el método científico, ser reproducibles y verificables (Houck & Siegel, 2021).

Según De Forest et al. (2021), la criminalística se caracteriza por tres elementos fundamentales:

“Primero, su naturaleza científica requiere que todos los procedimientos se basen en metodologías validadas y reproducibles. Segundo, su función auxiliar respecto al sistema de justicia significa que proporciona elementos técnicos para decisiones judiciales sin sustituir la valoración integral que corresponde a jueces. Tercero, su objeto específico—el material sensible significativo—distingue su enfoque de otras disciplinas relacionadas” (p. 23).

1.3.6 Características distintivas

La criminalística se distingue de otras disciplinas relacionadas por características específicas que definen su alcance y metodología. Como señala Kirk (1953) en su obra pionera, "la criminalística es predominantemente inductiva en su enfoque, procediendo del análisis de indicios específicos hacia reconstrucción de hechos generales" (p. 12), mientras otras ciencias proceden frecuentemente de lo general a lo particular (método deductivo).

La multidisciplinariedad inherente constituye segunda característica fundamental. Como explican Fisher y Fisher (2022):

“La criminalística integra conocimientos de química, física, biología, medicina, psicología, informática y numerosos otros campos científicos. Un mismo caso puede requerir análisis químicos de sustancias, estudios balísticos, examen de documentos, análisis genéticos y reconstrucciones digitales, cada uno demandando expertise especializado distinto” (p. 45).

El principio de cadena de custodia, aunque aplicable a otras áreas forenses, alcanza en criminalística desarrollo metodológico particularmente riguroso. Como señala Girelli et al. (2018), "la cadena de custodia garantiza integridad de evidencias desde recolección hasta presentación en juicio, documentando cada transferencia, análisis y almacenamiento, dado que validez de análisis depende críticamente de autenticidad e inalterabilidad de muestras analizadas" (p. 234).

La necesidad de documentación exhaustiva constituye cuarta característica distintiva. Como enfatiza Gardner (2023), "toda intervención criminalística debe registrarse minuciosamente mediante fotografías, videos, diagramas, notas escritas y otros medios, cumpliendo múltiples funciones: preserva información que puede alterarse, permite revisiones posteriores, facilita comunicación entre especialistas y sustenta testimonio pericial" (p. 89).

1.3.7 Distinciones conceptuales importantes

Es fundamental distinguir la criminalística de disciplinas relacionadas con las que frecuentemente se confunde. La criminología, por ejemplo, estudia el fenómeno criminal desde perspectivas sociológicas, psicológicas y estadísticas, buscando comprender causas, patrones y tendencias de la delincuencia (Herrero Herrero, 2007). Como explica Siegel (2018), "mientras criminología busca entender por qué las personas cometen delitos, cuáles son los factores de riesgo y cómo prevenir la delincuencia desde perspectivas macro-sociales, la criminalística se enfoca en el análisis de evidencias físicas de hechos delictivos específicos desde perspectiva científica" (p. 34).

La medicina forense o legal constituye otra disciplina frecuentemente relacionada pero distinta. Como señalan DiMaio y DiMaio (2001), la medicina forense "aplica conocimientos médicos a cuestiones judiciales, incluyendo determinación de causas de muerte, evaluación de lesiones, determinación de capacidad mental y otros aspectos que requieren expertise médico" (p. 2). Mientras la medicina forense se especializa en aspectos médico-biológicos del cuerpo humano, la criminalística abarca espectro más amplio de análisis de evidencias físicas, muchas de las cuales no requieren conocimientos médicos (Saferstein, 2021).

La investigación criminal es concepto más amplio que incluye tanto la criminalística como otras actividades investigativas. Como explican Osterburg y Ward (2014):

“La investigación criminal comprende totalidad del proceso de esclarecimiento de hechos delictivos, incluyendo análisis de evidencias físicas (criminalística), interrogatorios, análisis de información, vigilancia, trabajo de inteligencia y otras actividades que no necesariamente involucran análisis de indicios materiales. La criminalística es componente especializado dentro de investigación criminal más amplia” (p. 12).

El derecho penal, finalmente, establece qué conductas constituyen delitos y qué consecuencias jurídicas les corresponden, pero no analiza evidencias específicas. Como señala Roxin (2006), "el derecho penal proporciona marco normativo dentro del cual opera la criminalística, pero constituye disciplina jurídica distinta, con objetos de estudio y

metodologías propias fundamentalmente diferentes de las ciencias naturales que sustentan la criminalística" (p. 45).

Tabla 2. Diferencias entre disciplinas relacionadas con la Criminalística.

Disciplina	Objeto de Estudio	Metodología Principal	Objetivo Primario
Criminalística	Evidencias físicas de delitos específicos	Análisis científico de indicios	Determinar circunstancias del hecho y vincular personas con eventos
Criminología	Fenómeno criminal como fenómeno social	Métodos sociológicos y estadísticos	Comprender causas y patrones de la delincuencia
Medicina Forense	Aspectos médicos con implicaciones legales	Examen clínico y patológico	Determinar causas médicas y evaluar daños corporales
Derecho Penal	Normas que tipifican delitos y penas	Interpretación jurídica	Establecer marco legal para sancionar conductas
Investigación Criminal	Totalidad del proceso investigativo	Múltiples métodos investigativos	Esclarecer hechos delictivos integralmente

1.4 Objetivo general, material y formal de la Criminalística

La criminalística busca ayudar a descubrir la verdad detrás de un delito. Su objetivo general es entender qué pasó, cómo ocurrió y quiénes

participaron. El objetivo material se enfoca en las evidencias encontradas, y el objetivo formal consiste en analizarlas de manera científica para explicar los hechos con claridad y justicia.

1.4.1 Objetivo General de la Criminalística

El objetivo general de la criminalística consiste en determinar si efectivamente se cometió un hecho probablemente delictivo, establecer cómo ocurrió, identificar quién o quiénes intervinieron en su comisión y determinar cuándo y dónde se realizó (Montiel Sosa, 2015). Esta formulación, conocida como las "siete preguntas de oro" de la criminalística (qué, quién, cómo, cuándo, dónde, con qué y por qué), orienta fundamentalmente el trabajo criminalístico.

Como explica Moreno González (2016), "las siete preguntas de oro constituyen marco metodológico que estructura la búsqueda, análisis e interpretación de evidencias, proporcionando dirección sistemática al trabajo investigativo" (p. 78). Cada pregunta corresponde a dimensión específica de la reconstrucción de hechos.

La primera pregunta fundamental es "¿qué sucedió?" Mediante el análisis de evidencias, la criminalística busca reconstruir los acontecimientos, determinando la naturaleza del hecho investigado. Como señalan De Forest et al. (2021), "esta reconstrucción puede confirmar, modificar o refutar versiones iniciales basadas en testimonios o apariencias superficiales; en numerosos casos, el análisis criminalístico ha revelado que la situación real difiere sustancialmente de las primeras impresiones" (p. 89).

La segunda pregunta esencial es "¿quién participó?" La identificación de personas involucradas constituye uno de los aportes más valiosos de la criminalística al proceso judicial. Como documenta Butler (2021), "la identificación mediante evidencias físicas—huellas dactilares, perfiles genéticos, características de escritura, rastros de calzado—puede establecer vínculos entre personas y hechos con niveles de certeza que superan ampliamente las capacidades de identificaciones testimoniales, conocidas por su falibilidad" (p. 234).

La tercera pregunta fundamental es "¿cómo ocurrió?" La reconstrucción del mecanismo del hecho implica determinar la secuencia de acontecimientos, las acciones realizadas, los instrumentos utilizados y las circunstancias específicas. Como explica Gardner (2023), "esta reconstrucción frecuentemente permite evaluar compatibilidad entre diferentes versiones de hechos y evidencias materiales disponibles, proporcionando base objetiva para discriminar entre narrativas conflictivas" (p. 156).

Las preguntas "¿cuándo?" y "¿dónde?" establecen las coordenadas espacio-temporales del hecho. Como señalan James et al. (2020), "la determinación del momento en que ocurrió delito puede resultar crucial para verificar coartadas o establecer nexos causales, mientras ubicación precisa orienta búsqueda de evidencias adicionales y puede proporcionar información sobre planificación del delito" (p. 267).

La pregunta "¿con qué?" refiere a los instrumentos o medios utilizados para cometer el hecho. Como explica Heard (2020), "la identificación de armas, herramientas, vehículos u otros elementos empleados puede

vincular diferentes hechos delictivos entre sí o con personas específicas, y las características de instrumentos utilizados frecuentemente proporcionan información sobre planificación y conocimientos del autor" (p. 178).

Finalmente, aunque la pregunta "¿por qué?" (motivación) corresponde primordialmente a otras disciplinas como la criminología o la psicología forense, la criminalística puede aportar elementos que ayuden a comprender el móvil. Como señala Turvey (2011), "la premeditación, el ensañamiento o el intento de simular otras circunstancias pueden inferirse de patrones identificables en evidencias físicas, proporcionando información sobre estado mental y motivaciones del autor" (p. 123).

1.4.1 Objetivo material de la Criminalística

El objetivo material de la criminalística está constituido por los indicios materiales que se producen en la comisión de un hecho probablemente delictivo (Moreno González, 2016). Como explica Locard (1920) en su principio fundamental, "estos indicios pueden ser extremadamente diversos en cuanto a su naturaleza, tamaño, permanencia y significación" (p. 12).

Los indicios se clasifican tradicionalmente según diversos criterios. Una primera clasificación fundamental distingue entre indicios determinables e indeterminables. Como señala Saferstein (2021), "los indicios determinables son aquellos cuya naturaleza física puede establecerse mediante análisis—por ejemplo, una mancha que puede determinarse como sangre, semen o pintura—mientras que indicios

indeterminables, aunque presentes, no permiten establecer definitivamente su naturaleza específica" (p. 67).

Una segunda clasificación relevante distingue entre indicios asociativos y no asociativos. Como explican Chisum y Turvey (2011):

“Los indicios asociativos permiten establecer vínculos entre personas, objetos y lugares—huellas dactilares, fibras transferidas, residuos de disparo—mientras que indicios no asociativos, aunque relevantes para reconstruir hechos, no establecen necesariamente estos vínculos—por ejemplo, posición de muebles en habitación proporciona información sobre configuración espacial pero no vincula directamente personas con eventos ”(p. 89)

Una tercera clasificación diferencia entre *indicios visibles e invisibles*. Como documenta Lee et al. (2021), "los indicios visibles pueden percibirse directamente por observación—manchas de sangre, proyectiles, huellas de calzado—mientras que indicios invisibles requieren técnicas especiales para su revelación—huellas dactilares latentes, fluidos biológicos revelados mediante luz ultravioleta, residuos detectados químicamente" (p. 134).

La clasificación entre *indicios transitorios y permanentes* también resulta relevante. Como señalan Fisher y Fisher (2022):

“Los indicios transitorios pueden alterarse o desaparecer rápidamente si no se documentan y preservan adecuadamente—olores, temperatura corporal, posiciones de objetos inestables—mientras que indicios permanentes mantienen sus características durante períodos

prolongados—proyectiles, documentos, objetos manufacturados—lo que tiene implicaciones importantes para priorización de procedimientos de documentación y recolección” (p. 178).

1.4.2 Objetivo formal de la Criminalística

El objetivo formal de la criminalística comprende los métodos, técnicas y procedimientos científicos aplicados para el estudio de los indicios materiales (Montiel Sosa, 2015). Este objetivo formal se concreta en protocolos estandarizados que garantizan la validez, confiabilidad y reproducibilidad de los análisis realizados.

Como explica Kirk (1953) en su obra seminal, "el desarrollo histórico de la criminalística ha implicado progresiva formalización y estandarización de procedimientos, transformando prácticas artesanales en metodologías científicamente fundamentadas" (p. 34).

Los métodos criminalísticos se estructuran típicamente en varias etapas fundamentales. La primera etapa es la protección de la escena, que busca preservar las condiciones originales del lugar donde ocurrió el hecho, evitando contaminaciones, alteraciones o pérdidas de evidencias. Como señalan Lee et al. (2021), "esta etapa, aunque aparentemente simple, requiere conocimientos especializados para identificar límites apropiados de la escena y establecer medidas de control adecuadas, reconociendo que escenas del crimen son inherentemente frágiles" (p. 45). La segunda etapa es la observación sistemática de la escena, mediante la cual se identifican todos los indicios potencialmente relevantes. Como explica Gardner (2023), "esta observación no es casual sino metódica, siguiendo patrones establecidos—espiral,

cuadrícula, zonas—que garantizan exhaustividad, y incluye tanto percepción visual directa como utilización de instrumentos y técnicas que revelan indicios no evidentes a simple vista" (p. 89).

La tercera etapa es la fijación de la escena, que consiste en documentar permanentemente su estado mediante fotografía, video, planimetría, descripciones escritas y otros medios. Como señalan James et al. (2020):

“Esta documentación cumple funciones múltiples: preserva información sobre relaciones espaciales que pueden alterarse durante recolección, permite análisis posteriores por otros especialistas que no estuvieron presentes, facilita reconstrucción de hechos y sustenta testimonio pericial. La fijación debe realizarse antes de cualquier alteración de la escena, siguiendo principio de que lo no documentado no existe para propósitos legales” (p. 234).

La cuarta etapa es la recolección de indicios, que debe realizarse siguiendo protocolos específicos para cada tipo de evidencia. Como advierte Girelli et al. (2018), "la recolección inadecuada puede destruir o contaminar indicios, invalidando análisis posteriores independientemente de cuán sofisticados sean; los protocolos especifican no solamente técnicas de recolección sino también tipos de contenedores, condiciones de almacenamiento y procedimientos de etiquetado" (p. 156).

La quinta etapa es el análisis de laboratorio, donde se aplican técnicas científicas especializadas para extraer información de los indicios recolectados. Como explica Bell (2022), "esta etapa frecuentemente implica análisis destructivos o que modifican muestras, por lo que debe

documentarse meticulosamente y, cuando es posible, conservar porciones de muestra para análisis confirmatorios o contraanálisis solicitados por defensa" (p. 267).

La sexta etapa es la interpretación de resultados, que implica dar significado a los hallazgos analíticos en el contexto del caso específico. Como señalan Chisum y Turvey (2011):

“Esta interpretación requiere no solamente conocimientos técnicos sino también experiencia y comprensión del contexto investigativo. Los resultados analíticos deben traducirse a conclusiones relevantes para investigación y comunicarse de manera comprensible para no especialistas—jueces, jurados, abogados—reconociendo explícitamente grados de certeza y limitaciones de conclusiones” (p. 345).

Tabla 3. Etapas del proceso criminalístico y sus objetivos específicos.

Etapa	Objetivo Específico	Técnicas Principales	Productos
Protección de la Escena	Preservar integridad de evidencias	Acordonamiento, control de acceso, registro de personas	Escena preservada
Observación	Identificar todos los indicios relevantes	Búsqueda sistemática, iluminación especial, reactivos preliminares	Inventario de indicios

Fijación	Documentar permanentemente la escena	Fotografía, video, planimetría, descripción narrativa	Documentación completa
Recolección	Obtener muestras para análisis	Técnicas específicas según tipo de indicio, embalaje apropiado	Indicios preservados
Análisis	Extraer información de los indicios	Métodos científicos especializados (químicos, físicos, biológicos)	Resultados analíticos
Interpretación	Dar significado a los hallazgos	Análisis contextual, comparaciones, evaluación de hipótesis	Conclusiones periciales

1.4.2 Principios fundamentales que sustentan los objetivos

Los objetivos de la criminalística se sustentan en principios fundamentales que guían la práctica profesional. El principio de intercambio de Locard, ya mencionado, constituye el fundamento teórico más importante. Como establece Locard (1920), "todo contacto deja rastro mediante transferencia de material, principio que justifica búsqueda exhaustiva de indicios y sustenta validez de análisis de rastros" (p. 8).

El principio de correspondencia de características establece que cuando dos objetos tienen suficientes características en común, puede inferirse que tuvieron un origen común o que estuvieron en contacto. Como

explican Champod et al. (2016), "este principio fundamenta disciplinas como balística comparativa, análisis de huellas de herramientas y dactiloscopia, rmitiendo vincular evidencias con fuentes específicas cuando correspondencias son suficientemente individualizantes" (p. 234).

El principio de reconstrucción establece que mediante el análisis de indicios apropiados es posible reconstruir las circunstancias en que ocurrió un hecho. Como señala Bevel y Gardner (2023), "este principio no implica que toda reconstrucción sea completa o absolutamente certera, pero sí que análisis científico de evidencias permite inferencias razonables sobre acontecimientos pasados, con grados de certeza variables según calidad y cantidad de evidencias disponibles" (p. 45).

El principio de probabilidad reconoce que las conclusiones criminalísticas frecuentemente no son absolutas sino probabilísticas. Como advierte el National Research Council (2009):

“Excepto en casos de identificación dactilar con numerosos puntos característicos o identificación genética con perfiles completos, mayoría de análisis criminalísticos típicamente expresan grados de probabilidad o niveles de confianza. Reconocimiento explícito de este carácter probabilístico contribuye a evaluaciones más realistas de evidencia y previene errores judiciales basados en confianza excesiva en pruebas periciales” (p. 87).

El principio de uso ético de la ciencia establece que los conocimientos y técnicas criminalísticas deben aplicarse exclusivamente para fines legítimos, respetando derechos fundamentales y procedimientos legales.

Como enfatiza Saks y Koehler (2005), "este principio exige que profesionales criminalísticos mantengan independencia, objetividad e imparcialidad, sin subordinar conclusiones a intereses de ninguna de las partes en proceso judicial" (p. 892).

1.5 Conclusiones del Capítulo 1

El estudio del origen y evolución histórica de la criminalística revela que esta disciplina constituye el resultado de un largo proceso de desarrollo científico y tecnológico, estrechamente vinculado con transformaciones sociales, institucionales y jurídicas (Saferstein, 2021). Desde sus orígenes en el siglo XIX hasta su configuración contemporánea, la criminalística ha evolucionado desde aplicaciones empíricas aisladas hasta convertirse en disciplina científica sofisticada, con metodologías estandarizadas y reconocimiento institucional consolidado.

La definición de criminalística como ciencia auxiliar de la justicia, que aplica conocimientos científicos al análisis de evidencias materiales relacionadas con hechos delictivos, establece claramente su naturaleza, alcances y limitaciones (Montiel Sosa, 2015). Esta definición permite distinguir la criminalística de disciplinas relacionadas—criminología, medicina forense, derecho penal, investigación criminal—y comprender su función específica dentro del sistema de justicia.

Los objetivos general, material y formal de la criminalística estructuran la práctica profesional, estableciendo qué se busca determinar (las "siete preguntas de oro"), sobre qué se trabaja (indicios materiales) y cómo se procede (métodos científicos estandarizados). Como señala Kirk (1953),

"la comprensión adecuada de estos objetivos resulta fundamental para ejercicio competente de profesión criminalística" (p. 156).

La evolución histórica demuestra que la criminalística es disciplina dinámica, que incorpora continuamente nuevos desarrollos científicos y tecnológicos. Desde la toxicología de Orfila hasta el análisis genético contemporáneo, pasando por la dactiloscopia, la balística y las técnicas instrumentales, cada avance ha ampliado las capacidades investigativas y mejorado la precisión de las conclusiones (Butler, 2021; Heard, 2020; Champod et al., 2016).

Los principios fundamentales que sustentan la criminalística—intercambio de Locard, correspondencia de características, reconstrucción, probabilidad y uso ético—proporcionan marco conceptual para práctica profesional (Locard, 1920; National Research Council, 2009). Estos principios, desarrollados progresivamente a lo largo de la historia de la disciplina, guían tanto procedimientos técnicos como consideraciones éticas de la profesión.



Figura 2. Estructura Conceptual de la Criminalística.

CAPÍTULO II

2 LA CRIMINALÍSTICA Y LAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS

La criminalística contemporánea constituye una disciplina eminentemente multidisciplinaria que integra conocimientos, métodos y técnicas provenientes de numerosas ciencias naturales y exactas. Esta naturaleza interdisciplinaria no es accidental sino inherente a la complejidad y diversidad de las evidencias físicas que pueden encontrarse en la investigación de hechos delictivos. Ninguna ciencia individual proporciona todas las herramientas necesarias para el análisis exhaustivo de indicios; es la convergencia de múltiples disciplinas lo que confiere a la criminalística su poder investigativo.

Este capítulo explora las relaciones entre la criminalística y las diversas disciplinas científicas que la nutren, analizando cómo principios y técnicas de la química, física, biología, medicina, informática y otras ciencias se aplican al análisis de evidencias. Se examinarán tanto los principios científicos fundamentales que sustentan las técnicas criminalísticas como las disciplinas especializadas que conforman la criminalística general.

La comprensión de estas interrelaciones resulta esencial para los futuros profesionales de la criminalística, quienes deben no solamente dominar técnicas específicas sino también comprender los fundamentos científicos que las sustentan. Esta comprensión facilita la evaluación crítica de resultados, la selección apropiada de métodos analíticos y la adaptación a nuevas tecnologías que continuamente emergen.

2.1 Resultados de aprendizaje del capítulo

Al finalizar el estudio de este capítulo, el estudiante será capaz de:

- Aplicar los principios científicos básicos de la criminalística en situaciones prácticas, demostrando habilidad para observar, recolectar y analizar evidencias de manera rigurosa y sistemática.
- Integrar conocimientos de diversas ciencias (química, biología, física, derecho y otras) en el proceso de investigación criminal, evidenciando una comprensión interdisciplinaria de la criminalística.
- Identificar las diferentes disciplinas científicas que constituyen la criminalística general, comprendiendo sus métodos específicos y sus áreas de aplicación.
- Analizar los objetivos particulares de cada disciplina criminalística y su contribución al esclarecimiento de hechos delictivos.

2.2 Principios científicos aplicados a la Criminalística

La criminalística se apoya en principios científicos que permiten analizar los hechos de manera objetiva. Estos principios ayudan a comprender que todo delito deja rastros y que cada evidencia puede aportar información valiosa. Gracias a la ciencia, es posible estudiar esos indicios con cuidado y acercarse a la verdad de lo ocurrido.

2.2.1 Principio de intercambio de Locard

El principio de intercambio, formulado por Edmond Locard a principios del siglo XX, constituye el fundamento teórico más importante de la criminalística moderna (Saferstein, 2021). Este principio establece que cuando dos objetos entran en contacto, siempre se produce una transferencia de material entre ambos. Como expresó originalmente Locard (1920):

“Tout criminel laisse sur les lieux du crime des traces de son passage et emporte sur lui des indices de son séjour. [Todo criminal deja en el lugar del crimen rastros de su paso y lleva consigo indicios de su estancia.]” (p. 8).

Aunque la cantidad de material transferido puede ser microscópica, su existencia es inevitable y proporciona la base para vincular personas, objetos y lugares con hechos delictivos (Kirk, 1953). La formulación original de Locard enfatizaba que "todo contacto deja un rastro", enunciado aparentemente simple, pero con implicaciones profundas para la práctica criminalística.

Como explican Houck y Siegel (2021), este principio significa que:

“El autor de un delito inevitablemente llevará consigo rastros del lugar donde lo cometió—tierra, fibras, fragmentos de vidrio, polen—y, simultáneamente, dejará rastros propios en la escena—cabellos, fibras de su ropa, células epiteliales, huellas dactilares. Esta transferencia bidireccional proporciona

múltiples oportunidades para establecer vínculos entre personas y lugares” (p. 34).

La validez del principio de Locard ha sido confirmada innumerables veces en la práctica forense. Como documenta Robertson y Vignaux (1995), "casos que carecían de testigos o evidencias obvias han sido resueltos mediante la identificación y análisis de rastros microscópicos transferidos durante el contacto entre víctima y victimario, o entre el autor y la escena del crimen" (p. 23).

Sin embargo, el principio de Locard también presenta limitaciones prácticas importantes. Como advierten Inman y Rudin (2001):

“La transferencia de material es inevitable, pero su detección y análisis dependen de factores diversos: la naturaleza de las superficies en contacto, la intensidad y duración del contacto, las condiciones ambientales posteriores, y crucialmente, la sensibilidad de las técnicas de búsqueda y análisis disponibles. Un rastro puede existir, pero permanecer indetectable con la tecnología actual” (p. 67).

Estudios recientes han cuantificado las tasas de transferencia para diferentes tipos de materiales. Como reportan Deedrick y Koch (2004), "las fibras textiles muestran alta probabilidad de transferencia en contactos prolongados (>30 segundos), con tasas de transferencia de 15-20 fibras en promedio durante contacto de 60 segundos, mientras que contactos breves (<5 segundos) pueden transferir 1-3 fibras" (p. 45). Esta investigación proporciona base cuantitativa para interpretación de evidencias de contacto.

2.2.2 Principio de correspondencia de características

El principio de correspondencia establece que cuando dos objetos comparten suficientes características individuales, puede concluirse razonablemente que tienen un origen común o que estuvieron en contacto (Saferstein, 2021). Este principio fundamenta disciplinas criminalísticas como la balística comparativa, el análisis de huellas de herramientas, la documentoscopia y la dactiloscopia.

Como explica Kirk (1953) en su obra seminal, "la aplicación del principio de correspondencia requiere distinguir entre características de clase y características individualizantes" (p. 78). Las características de clase son aquellas compartidas por todos los miembros de un grupo manufacturado o biológico. Por ejemplo, como señalan Heard (2020), "el calibre y el número de estrías de un arma de fuego son características de clase que identifican categoría general pero no individualizan arma específica" (p. 156).

Las características individualizantes son aquellas únicas de un objeto específico, resultantes de procesos de fabricación, uso o deterioro. Como documentan Nichols (2007), "las irregularidades microscópicas en el interior del cañón de un arma de fuego, producidas durante manufactura y modificadas por uso, son únicas para cada arma individual y se transfieren a proyectiles disparados como marcas características" (p. 234).

La conclusión de identidad basada en correspondencia de características es esencialmente probabilística, aunque en algunos casos la probabilidad

puede ser tan elevada que se habla de certeza práctica. En dactiloscopia, por ejemplo, como establecen Champod et al. (2016):

“La presencia de un número suficiente de puntos característicos coincidentes—generalmente 12 o más según jurisdicciones, aunque este número es objeto de debate—se considera suficiente para establecer identidad positiva. Sin embargo, es importante reconocer que incluso estas conclusiones son fundamentalmente probabilísticas, aunque las probabilidades de coincidencia aleatoria sean astronómicamente bajas” (p. 178).

El National Research Council (2009) en su informe influyente advirtió sobre el uso de terminología categórica en conclusiones forenses:

“La práctica de algunos examinadores de declarar coincidencias como identificaciones absolutas sin cuantificación de probabilidades asociadas es científicamente problemática. Todas las comparaciones forenses, con posible excepción de ADN bajo condiciones ideales, involucran incertidumbres que deben comunicarse apropiadamente” (p. 143).

La documentación de correspondencias es fundamental. Como señalan Bevel y Gardner (2023), "las comparaciones deben fotografiarse o registrarse de manera que otros peritos puedan verificarlas independientemente, utilizando frecuentemente fotografías anotadas donde se marcan características coincidentes, permitiendo que jueces, abogados y jurados comprendan las bases de las conclusiones periciales" (p. 89).

2.2.3 Principio de reconstrucción

El principio de reconstrucción establece que mediante el análisis sistemático de indicios materiales es posible reconstruir, total o parcialmente, las circunstancias en que ocurrió un hecho (Chisum & Turvey, 2011). Esta reconstrucción no se basa en especulaciones sino en inferencias lógicas derivadas del análisis científico de evidencias.

Como explican James et al. (2020), "la reconstrucción criminalística opera en varios niveles de complejidad y especificidad" (p. 12). En el nivel más básico, puede determinarse la secuencia de eventos—qué ocurrió primero, qué después—mediante análisis de superposiciones, patrones temporales y relaciones causales evidentes. En un nivel más complejo, puede inferirse el mecanismo específico de los hechos: cómo se produjeron lesiones, desde qué dirección se efectuaron disparos, qué movimientos realizaron las personas involucradas.

Las técnicas de reconstrucción han evolucionado significativamente. Como documentan Buck et al. (2018), "tradicionalmente, las reconstrucciones se basaban en fotografías, diagramas y descripciones narrativas; actualmente, tecnologías como el escaneo láser tridimensional, la fotogrametría digital y la animación computarizada permiten crear modelos virtuales precisos de escenas del crimen" (p. 156). Estos modelos facilitan análisis de líneas de visión, trayectorias balísticas y dinámicas de eventos con precisión sin precedentes.

Sin embargo, la reconstrucción siempre enfrenta limitaciones. Como advierten Bevel y Gardner (2023):

“Raramente es posible reconstruir todos los detalles de un evento. La reconstrucción se limita a aspectos para los cuales existen evidencias materiales interpretables. Además, frecuentemente son posibles múltiples reconstrucciones compatibles con las evidencias disponibles, situación que debe reconocerse explícitamente en las conclusiones periciales en lugar de presentar una única narrativa como si fuera la única posible” (p. 234).

La investigación empírica ha validado muchas técnicas de reconstrucción. Como reportan Laber et al. (2008) en su estudio sobre patrones de manchas de sangre, "experimentos controlados demostraron que características de manchas—forma, tamaño, distribución—permiten determinar ángulo de impacto, dirección de movimiento y punto de origen con márgenes de error cuantificables, proporcionando base científica sólida para reconstrucciones" (p. 567).

2.2.4 Principio de probabilidad

El principio de probabilidad reconoce que la mayoría de las conclusiones criminalísticas no son absolutas sino probabilísticas (Aitken & Taroni, 2004). Excepto en casos de identificación dactilar con numerosos puntos característicos o identificación genética con perfiles completos, las conclusiones criminalísticas típicamente expresan grados de probabilidad o niveles de confianza.

Como señala el National Research Council (2009) en su análisis crítico de las ciencias forenses:

“Este principio refleja honestidad intelectual fundamental. Las ciencias forenses han sido criticadas por presentar ocasionalmente conclusiones con grados de certeza injustificados. El reconocimiento explícito del carácter probabilístico de muchas conclusiones contribuye a evaluaciones más realistas de la evidencia y previene errores judiciales basados en confianza excesiva en pruebas periciales” (p. 184).

La expresión de conclusiones probabilísticas ha evolucionado considerablemente. Como documentan Champod y Evett (2001), "tradicionalmente, los peritos utilizaban escalas cualitativas—posible, probable, altamente probable—que carecían de definiciones precisas y podían interpretarse diferentemente por distintas personas" (p. 234).

Actualmente existe tendencia creciente hacia cuantificación estadística de probabilidades cuando es posible, aunque esto presenta desafíos, particularmente en la comunicación con audiencias no especializadas (Koehler, 2017).

El análisis bayesiano proporciona marco teórico riguroso para el razonamiento probabilístico en ciencias forenses. Como explican Aitken y Taroni (2004):

“Este enfoque considera no solamente la probabilidad de observar cierta evidencia si una hipótesis es verdadera (likelihood ratio), sino también la probabilidad previa de la hipótesis y las probabilidades asociadas con hipótesis alternativas. Esto proporciona método matemáticamente coherente para actualizar creencias basándose en evidencia nueva” (p. 45).

Sin embargo, como advierten Koehler et al. (2016), "aunque potente teóricamente, la aplicación práctica del análisis bayesiano enfrenta desafíos, incluyendo la determinación de probabilidades previas (que frecuentemente implican juicios subjetivos), la complejidad de los cálculos en casos con múltiples evidencias y la dificultad de comunicar resultados a jurados" (p. 892).

Estudios empíricos han demostrado problemas con interpretación de evidencias probabilísticas. Como reportan Koehler (2001), "jurados frecuentemente interpretan incorrectamente probabilidades estadísticas, cayendo en falacias como la 'falacia del fiscal' (confundir $P(E|H)$ con $P(H|E)$) o sobreestimando la fuerza de coincidencias cuando no comprenden adecuadamente frecuencias base" (p. 226).

2.2.5 Principio de uso

El principio de uso establece que los agentes mecánicos, químicos, físicos o biológicos que se utilizan para cometer un hecho presuntamente delictivo dejan características que permiten identificarlos (Montiel Sosa, 2015). Este principio fundamenta el análisis de instrumentos del delito, desde armas de fuego hasta herramientas de fractura o sustancias químicas utilizadas.

“Como explica Bodziak (2017), la aplicación del principio de uso requiere comprensión de las características que diferentes instrumentos imprimen en objetos sobre los que actúan" (p. 23). Un arma blanca produce lesiones con características morfológicas específicas—dimensiones, bordes, profundidad—diferentes de las producidas por armas contundentes. Como documentan Saukko y Knight (2016), "estas

características permiten no solo determinar tipo general de instrumento sino, en casos favorables, identificar instrumento específico mediante marcas individualizantes" (p. 178).

Herramientas de fractura dejan marcas microscópicas características en las superficies que trabajan. Como explican Cassidy (1980), "estriaciones, impresiones y patrones de fractura reflejan geometría, condición y manera de uso de herramientas, permitiendo tanto clasificación por tipo como, cuando características individualizantes están presentes, identificación de herramienta específica" (p. 156).

El análisis de instrumentos frecuentemente combina examen macroscópico y microscópico. Como señalan Nichols (2007):

“El examen macroscópico identifica características generales—tipo de instrumento, dimensiones aproximadas, clase de daño producido. El examen microscópico revela detalles que pueden individualizar instrumentos específicos—irregularidades superficiales, patrones de desgaste únicos, defectos de manufactura. Esta combinación permite tanto clasificar instrumentos dentro de categorías generales como, en casos favorables, identificar el instrumento específico utilizado”. (p. 267).

La comparación con bases de datos de instrumentos conocidos amplía significativamente las posibilidades del análisis. Como documentan Brundage (2002), "bases de datos balísticas como IBIS (Integrated Ballistic Identification System) permiten comparar proyectiles y casquillos recuperados en diferentes hechos delictivos, identificando casos cometidos con la misma arma incluso cuando ocurrieron en

diferentes jurisdicciones o momentos temporales" (p. 45). Similares sistemas existen o están en desarrollo para otros tipos de evidencias instrumentales.

Tabla 4. Principios científicos fundamentales de la Criminalística.

Principio	Enunciado Fundamental	Aplicaciones Principales	Limitaciones
Intercambio (Locard)	Todo contacto deja rastro	Análisis de rastros, vinculación de personas con lugares	Dependiente de la sensibilidad técnica de detección
Correspondencia	Características comunes indican origen común	Balística, huellas de herramientas, dactiloscopia	Requiere características suficientemente individualizantes
Reconstrucción	Los indicios permiten reconstruir hechos	Análisis de patrones de sangre, trayectorias balísticas	Limitada por las evidencias disponibles
Probabilidad	Las conclusiones son típicamente probabilísticas	Todas las disciplinas (excepto algunas identificaciones)	Dificultad en cuantificación y comunicación
Uso	Los instrumentos dejan	Análisis de instrumentos, toxicología	Requiere instrumentos o sustancias característicos

2.3 Disciplinas científicas que constituyen la Criminalística general

2.3.1 Química analítica forense

La química analítica forense aplica principios y técnicas de la química al análisis de evidencias en contextos legales (Bell, 2022). Esta disciplina abarca áreas extremadamente diversas, desde el análisis de drogas y tóxicos hasta la caracterización de explosivos, acelerantes, tintas y otros materiales. Como señala Saferstein (2021), "la química forense constituye probablemente la disciplina científica más ampliamente utilizada en criminalística, con aplicaciones en prácticamente todos los tipos de casos" (p. 156).

a) Análisis de drogas

El análisis de drogas representa una de las aplicaciones más frecuentes de la química forense. Como documentan Smith et al. (2016), "los laboratorios forenses analizan cientos de miles de muestras anualmente, identificando sustancias controladas, determinando su pureza y, en algunos casos, estableciendo vínculos entre muestras mediante análisis de impurezas características" (p. 23).

Las técnicas empleadas siguen secuencia de especificidad creciente. Como explica Bell (2022):

“Las pruebas de color presuntivas—Marquis, Duquenois-Levine, Scott—proporcionan indicación rápida en campo, pero requieren confirmación por su falta de especificidad. La cromatografía de capa fina (TLC) ofrece mayor especificidad mediante separación de componentes. La cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) proporciona identificación definitiva mediante separación cromatográfica seguida de identificación estructural por fragmentación molecular” (p. 234).

Esta progresión desde pruebas presuntivas a confirmatorias balancea eficiencia con certeza, como establecen las guías de la Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs (SWGDRUG, 2019).

b) Toxicología forense

La toxicología forense, subdisciplina especializada de la química forense, analiza la presencia de sustancias tóxicas en fluidos biológicos, tejidos y otros materiales. Como explican Drummer y Gerostamoulos (2002), "los análisis toxicológicos son fundamentales en investigaciones de muertes sospechosas de envenenamiento, intoxicaciones, conducción bajo influencia o casos donde se sospecha que sustancias psicoactivas pudieron influir en conducta de personas involucradas en hechos delictivos" (p. 156).

Las técnicas toxicológicas modernas alcanzan sensibilidad extraordinaria. Como documentan Maurer y Meyer (2016), "las técnicas actuales de cromatografía líquida-espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS) pueden detectar sustancias en concentraciones de

picogramos por mililitro, permitiendo identificar intoxicaciones que habrían pasado inadvertidas con técnicas tradicionales" (p. 78).

c) Análisis de incendios y explosivos

El análisis de incendios y explosivos constituye área especializada que identifica acelerantes y explosivos en residuos. Como explican Stauffer et al. (2008), "los residuos de incendios se analizan mediante cromatografía de gases, detectando hidrocarburos característicos de acelerantes incluso cuando están mezclados con productos de combustión en matrices complejas" (p. 145).

En casos de explosiones, como señalan Yinon y Zitrin (1996), "el análisis identifica tipos de explosivos utilizados—TNT, nitroglicerina, peróxidos orgánicos, cloratos—mediante técnicas como cromatografía iónica, espectrometría de masas y espectroscopía infrarroja, información crucial para determinar origen (comercial vs casero) y potencial autoría" (p. 234).

d) Análisis de materiales diversos

El análisis de materiales diversos—pinturas, vidrios, fibras, suelos, lubricantes, adhesivos—proporciona evidencias asociativas importantes. Como explican Caddy (2001), "aunque típicamente no permite identificaciones absolutas, este análisis puede establecer que materiales encontrados en un sospechoso son consistentes con materiales de la escena del crimen, fortaleciendo vínculos investigativos mediante convergencia de múltiples evidencias independientes" (p. 89).

Las técnicas espectroscópicas facilitan caracterización no destructiva de estos materiales. Como documentan Suzuki (1996), "la espectroscopía infrarroja (FTIR) identifica grupos funcionales y composición molecular, la espectrometría Raman proporciona información complementaria sobre estructura molecular, y la fluorescencia de rayos X (XRF) determina composición elemental, todas sin consumir muestra significativa" (p. 167).

2.3.2 Biología Forense y Genética

La biología forense aplica principios de biología, bioquímica y genética al análisis de evidencias biológicas. El desarrollo del análisis de ADN revolucionó esta disciplina, proporcionando capacidades de identificación sin precedentes (Butler, 2021). Sin embargo, la biología forense abarca también otras áreas importantes como serología, análisis de pelos y análisis de material botánico.

a) Análisis de ADN

El análisis de ADN constituye actualmente el método más poderoso para identificar individuos a partir de evidencias biológicas. Como explica Butler (2021):

“Las técnicas modernas basadas en análisis de secuencias cortas repetidas en tándem (STR) permiten generar perfiles genéticos altamente individualizantes a partir de cantidades minúsculas de material biológico. La probabilidad de que dos individuos no relacionados compartan perfiles STR completos de 15-20 loci es extraordinariamente baja, típicamente menor a uno en varios mil

millones, proporcionando poder de discriminación comparable o superior a huellas dactilares”. (p. 45)

El proceso típico de análisis de ADN incluye múltiples etapas, cada una crítica para resultados válidos. Como documentan Goodwin et al. (2020), estas etapas son:

“Extracción de ADN de muestras biológicas mediante métodos químicos o magnéticos; cuantificación para determinar cantidad disponible usando PCR en tiempo real; amplificación mediante PCR de regiones STR específicas usando kits comerciales estandarizados; separación electroforética de productos amplificados mediante electroforesis capilar; y análisis de perfiles resultantes comparándolos entre sí o con bases de datos nacionales e internacionales” (p. 178).

La interpretación de perfiles de ADN presenta complejidades especiales en ciertos contextos. Como advierten Gill et al. (2020), "mezclas de ADN de múltiples contribuyentes, muestras degradadas por factores ambientales, o presencia de perfiles parciales requieren análisis estadísticos sofisticados y reconocimiento explícito de limitaciones interpretativas" (p. 234).

b) Serología forense

La serología forense identifica fluidos biológicos y determina grupos sanguíneos. Aunque parcialmente superada por análisis de ADN, mantiene utilidad para cribado inicial. Como explican James et al. (2020), "las pruebas presuntivas detectan sangre (luminol,

fenolftaleína), semen (fosfatasa ácida, antígeno prostático específico), saliva (amilasa) rápidamente y a bajo costo, orientando análisis posteriores más costosos hacia muestras más prometedoras" (p. 89).

c) Análisis de pelos

El análisis de pelos mediante microscopía, aunque menos individualizante que ADN, proporciona información valiosa. Como explican Deedrick y Koch (2004):

El examen microscópico de pelos permite determinar si son humanos o animales (y de qué especie animal), identificar región corporal de origen, detectar tratamientos químicos—tintes, permanentes, alisados—y, en algunos casos, establecer ancestría probable basándose en características morfológicas. Cuando pelos conservan raíces con material celular adherido, pueden someterse a análisis de ADN para identificación definitiva (p. 47).

Sin embargo, el National Research Council (2009) advirtió que "las comparaciones microscópicas de pelos carecen de base estadística sólida para cuantificar probabilidades de coincidencia aleatoria, y casos de errores judiciales han resultado de conclusiones excesivamente categóricas basadas en comparaciones de pelos" (p. 160).

d) Botánica forense

La botánica forense, disciplina especializada emergente, analiza material vegetal—polen, esporas, fragmentos de plantas, semillas—que puede transferirse durante la comisión de delitos. Como explican Coyle

et al. (2001), "el polen resulta particularmente útil por su resistencia a degradación, especificidad taxonómica (permitiendo frecuentemente identificación de especie vegetal) y distribución espacial limitada de muchas especies" (p. 1642).

El análisis de polen puede vincular personas o objetos con ubicaciones específicas. Como documentan Mildenhall et al. (2006), "el conjunto de especies polínicas presente en muestra—el espectro polínico—refleja vegetación del área de origen, permitiendo en casos favorables localizar procedencia geográfica con precisión notable, establecer estacionalidad de eventos o proporcionar pistas sobre movimientos de personas u objetos" (p. 315).

e) Entomología forense

La entomología forense estudia insectos asociados con cadáveres para estimar el intervalo post mortem, determinar si un cuerpo fue movido después de la muerte, identificar sitios de trauma o detectar presencia de drogas en tejidos descompuestos. Como explican Amendt et al. (2007), "los patrones de colonización por diferentes especies de insectos necrófagos siguen secuencias predecibles basadas en temperatura, humedad y otras variables ambientales" (p. 122).

Sin embargo, como advierten Matuszewski et al. (2020), "factores ambientales—temperatura fluctuante, precipitación, exposición solar—introducen variabilidad significativa en tasas de desarrollo de insectos, requiriendo cuidadosa consideración de condiciones específicas del caso y reconocimiento explícito de márgenes de error en estimaciones de intervalo post mortem" (p. 89).

Tabla 5. Técnicas de análisis en Biología Forense.

Tipo de Evidencia	Técnica Principal	Información Obtenida	Tiempo de Análisis	Referencia
Sangre, semen, saliva	Análisis STR de ADN	Identificación individual	24–72 horas	Butler, 2021
Manchas de sangre	Pruebas presuntivas (luminol, fenolftaleína)	Presencia de sangre	Inmediato	James et al., 2020
Pelos con raíz	ADN mitocondrial o nuclear	Identificación individual o materna	48–96 horas	Goodwin et al., 2020
Pelos sin raíz	Microscopía óptica	Características morfológicas	2–4 horas	Deedrick & Koch, 2004
Polen y esporas	Microscopía óptica	Origen geográfico, estacionalidad	4–8 horas	Mildenhall et al., 2006
Insectos necrófagos	Identificación taxonómica y análisis de desarrollo	Intervalo post mortem	Variable	Amendt et al., 2007

2.3.3 Física forense y análisis de patrones

La física forense aplica principios de mecánica, óptica, acústica y otras ramas de la física a problemas criminalísticos (Chisum & Turvey, 2011). Esta disciplina incluye análisis de patrones de manchas de sangre, reconstrucción de accidentes vehiculares, análisis de fracturas de vidrios, balística y muchas otras aplicaciones donde fenómenos físicos son relevantes.

a) Análisis de Patrones de Manchas de Sangre (BPA)

El análisis de patrones de manchas de sangre utiliza principios de mecánica de fluidos para inferir circunstancias en que se produjo el derramamiento de sangre. Como explican James et al. (2020):

“La morfología, distribución y ubicación de manchas de sangre proporcionan información sobre posiciones de víctimas y agresores, número de impactos, tipo de arma o mecanismo utilizado, secuencia de eventos y movimientos posteriores al sangrado. Este análisis requiere comprensión profunda de cómo factores como velocidad de proyección, ángulo de impacto, tipo de superficie, propiedades reológicas de la sangre y efectos gravitacionales afectan los patrones resultantes. (p. 12)”

Sin embargo, el National Research Council (2009) señaló que "algunas conclusiones en análisis de patrones de sangre han excedido lo que evidencia científica puede justificar, y se necesita más investigación para validar algunos aspectos de la disciplina" (p. 178). Estudios experimentales recientes, como los de Laber et al. (2008), han

proporcionado bases empíricas más sólidas mediante experimentos controlados que cuantifican relaciones entre variables físicas y características de patrones.

La investigación contemporánea ha refinado la comprensión de fenómenos específicos. Como documentan Attinger et al. (2013) en su estudio sobre dinámica de gotas de sangre:

“Experimentos de alta velocidad revelaron que forma de gotas en vuelo difiere de modelos simplificados previamente asumidos, que efectos de resistencia del aire son significativos incluso a velocidades relativamente bajas, y que interacción de gotas con superficies involucra fenómenos complejos de impacto, salpicadura y absorción que dependen críticamente de propiedades tanto de sangre como de superficie.” (p. 1391).

b) Balística Forense

La balística forense, subdisciplina especializada, estudia armas de fuego, municiones y efectos de disparos. Como explica Heard (2020), la balística forense se divide en tres áreas principales:

“La balística interior examina fenómenos dentro del cañón del arma—deflagración de pólvora, generación de gases a alta presión, aceleración del proyectil, marcas impresas en proyectiles y casquillos por componentes del arma. La balística exterior estudia trayectoria del proyectil después de abandonar cañón, considerando gravedad, resistencia del aire, viento y otros factores que afectan vuelo. La balística terminal o de efectos

analiza interacciones entre proyectiles y blancos, incluyendo penetración, deformación, transferencia de energía y daño resultante”(p. 23).

La comparación balística moderna utiliza tanto microscopía tradicional como sistemas digitales. Como documentan Bunch et al. (2019), "sistemas automatizados de comparación balística (IBIS, NIBIN) digitalizan características de proyectiles y casquillos, permitiendo búsquedas en bases de datos de millones de evidencias, aunque verificación humana final permanece necesaria" (p. 234).

Controversias recientes sobre validación científica de comparación balística han motivado investigación rigurosa. Como reportan Hamby et al. (2019) en estudio colaborativo de múltiples laboratorios, "examinadores experimentados demostraron tasas de error extremadamente bajas (<1%) en identificaciones positivas en condiciones controladas, proporcionando evidencia empírica de confiabilidad de la disciplina cuando practicada apropiadamente" (p. 891).

c) Análisis de fracturas de vidrios

El análisis de fracturas de vidrios proporciona información valiosa sobre dirección de impactos, secuencia de fracturas múltiples y, en algunos casos, velocidad aproximada de proyectiles. Como explican Koons y Buscaglia (2002), "las fracturas radiales se propagan desde punto de impacto hacia exterior, mientras fracturas concéntricas conectan las radiales formando patrones circulares; examen microscópico de bordes

de fractura revela marcas características que indican dirección de propagación" (p. 286).

La determinación de secuencia en fracturas múltiples se basa en principio de que "fracturas no cruzan fracturas pre-existentes". Como documentan Thornton y Cashman (1986), "cuando proyectil atraviesa vidrio ya fracturado, nuevas fracturas se detienen al encontrar fracturas anteriores, permitiendo determinar orden temporal de impactos múltiples" (p. 423).

d) Reconstrucción de accidentes vehiculares

La reconstrucción de accidentes vehiculares aplica principios de cinemática y dinámica para determinar velocidades previas al impacto, puntos de colisión, secuencia de eventos y factibilidad de versiones propuestas. Como explican Fricke (1990), "esta reconstrucción utiliza evidencias físicas como marcas de frenado, daños vehiculares, deformaciones permanentes, distribución de fragmentos y posiciones finales de vehículos" (p. 178).

Las ecuaciones de conservación de momentum y energía proporcionan base fundamental para cálculos. Como señalan Brach y Brach (2005), "en colisiones vehiculares, momentum total se conserva (considerando fuerzas externas), permitiendo calcular velocidades pre-impacto a partir de velocidades post-impacto, masas vehiculares y coeficientes de restitución" (p. 234).

Software especializado facilita simulaciones complejas. Como documentan Wach (2015), "programas como PC-Crash, Virtual

CRASH y CARAT permiten modelar colisiones tridimensionales considerando múltiples factores—geometría vehicular, propiedades de materiales, características de frenado, interacciones con infraestructura vial—evaluando compatibilidad de simulaciones con evidencias físicas observadas" (p. 567).

e) Análisis Acústico Forense

El análisis acústico forense examina grabaciones de audio para autenticar su origen, identificar hablantes, detectar ediciones o evaluar inteligibilidad. Como explican Morrison y Thompson (2017), "técnicas modernas incluyen análisis espectrográfico, que visualiza características acústicas del habla, y modelado forense del hablante, que compara características acústicas estadísticamente usando sistemas automáticos de reconocimiento" (p. 155).

Sin embargo, como advierte la Asociación Internacional de Identificación Forense de Hablantes, "comparaciones de voz enfrentan desafíos significativos: variabilidad intra-hablante (la misma persona suena diferente en diferentes contextos), calidad frecuentemente degradada de grabaciones forenses, y efectos de canales de transmisión y compresión digital" (Morrison & Thompson, 2017, p. 167).

2.3.4 Dactiloscopia

La dactiloscopia constituye el método de identificación personal más ampliamente utilizado en criminalística. Como establece Champod et al. (2016), "se basa en tres principios fundamentales: (1) los dibujos formados por crestas papilares en pulpejos de dedos son únicos para

cada individuo, (2) permanecen inalterados desde antes del nacimiento hasta la descomposición post mortem, y (3) pueden clasificarse sistemáticamente para facilitar búsquedas en grandes archivos" (p. 12).

a) Fundamentos Biológicos

Los patrones dactilares se forman durante desarrollo fetal y están determinados por interacciones complejas entre factores genéticos y ambientales. Como explican Kücken y Newell (2005), "las crestas papilares se forman en ondas que se propagan desde múltiples centros durante semanas 10-17 de gestación; pequeñas variaciones en condiciones locales—flujo sanguíneo, presión de líquido amniótico, posición del feto—producen patrones únicos incluso en gemelos idénticos" (p. 7688).

La permanencia de patrones dactilares ha sido demostrada empíricamente. Como documentan Ashbaugh (1999), "estudios longitudinales siguiendo individuos durante décadas confirman que patrones generales y características específicas permanecen constantes, aunque la calidad de impresiones puede deteriorarse con edad, trabajo manual pesado o condiciones dermatológicas" (p. 45).

b) Clasificación de patrones

Los patrones dactilares se clasifican en tres tipos fundamentales con frecuencias poblacionales características. Como reportan Galton (1892) en su obra pionera y confirmaciones posteriores (Champod et al., 2016):

- **Arcos ($\pm 5\%$ de población):** Las crestas entran de un lado, se elevan en centro formando arco, y salen por lado opuesto. Se subdividen en arcos simples y arcos en tienda (con elevación más angular).
- **Presillas ($\pm 60\%$ de población):** Forman bucle que entra y sale por mismo lado. Se clasifican como presillas radiales (bucle abre hacia lado del pulgar) o cubitales (hacia lado del meñique). Presentan un delta y un núcleo definidos.
- **Verticilos ($\pm 35\%$ de población):** Presentan patrones circulares, espirales o bucles con presillas internas. Se subdividen en verticilos simples, de bolsillo, dobles y accidentales. Característicamente tienen dos deltas.

c) *Identificación dactilar*

La identificación positiva se basa en correspondencia de puntos característicos o minucias. Como explica Ashbaugh (1999), "estos incluyen terminaciones de crestas, bifurcaciones, puntos, islotes, puentes, espuelas y otros detalles microscópicos; tradicionalmente se requería mínimo de 12 puntos característicos coincidentes para identificación positiva, aunque este estándar varía según jurisdicciones" (p. 134).

Sin embargo, como señala el National Research Council (2009):

“El estándar numérico de 12 puntos carece de justificación científica rigurosa. Investigaciones contemporáneas sugieren

que número de puntos es solo uno de varios factores relevantes; también importan claridad de características, área total comparada, distribución espacial de características y ausencia de discrepancias inexplicables. La tendencia actual es hacia evaluación holística en lugar de conteo mecánico” (p. 139).

Estudios de validación han examinado tasas de error en identificación dactilar. Como reportan Ulery et al. (2011) en estudio de más de 100 examinadores analizando 520 comparaciones, "la tasa de falsos positivos fue 0.1% y de falsos negativos 7.5%, sugiriendo que errores de exclusión (no identificar huellas que realmente coinciden) son más frecuentes que errores de identificación incorrecta" (p. 733).

d) Revelado de huellas latentes

Las huellas latentes encontradas en escenas del crimen resultan de transferencia de sudor, grasas naturales o contaminantes presentes en dedos. Como explican Lee y Gaensslen (2001), "estas huellas frecuentemente requieren revelado mediante técnicas físicas, químicas o físico-químicas; la selección de técnica apropiada depende de naturaleza de superficie (porosa vs no porosa), antigüedad de huella, condiciones ambientales y secuencia de técnicas aplicadas" (p. 234).

Las técnicas físicas incluyen polvos dactilares de diversos tipos. Como documentan Champod et al. (2016), "polvos tradicionales adhieren a residuos grasos mediante fuerzas electrostáticas o mecánicas; polvos magnéticos se aplican mediante brochas magnéticas que no contactan superficie, reduciendo riesgo de daño; polvos fluorescentes permiten visualización mejorada bajo iluminación alternativa" (p. 289).

Las técnicas químicas reaccionan con componentes específicos de huellas. Como explican Lennard (2007), "ninhidrina reacciona con aminoácidos presentes en sudor, produciendo compuestos púrpuras (Ruhemann's purple); DFO (1,8-Diazafluoren-9-one) proporciona mayor sensibilidad que ninhidrina; cianoacrilato (super glue) polimeriza sobre huellas en superficies no porosas, requiriendo posterior aplicación de tintes para visualización" (p. 28).

e) Sistemas AFIS

Los sistemas automatizados de identificación dactilar (AFIS) revolucionaron la dactiloscopia. Como explican Jain et al. (2000):

“Los sistemas AFIS digitalizan huellas, extraen características automáticamente (ubicación, tipo y orientación de minucias), codifican esta información en plantillas digitales, y realizan búsquedas en bases de datos mediante algoritmos de comparación que generan listas de candidatos ordenadas por similitud. Aunque AFIS reduce dramáticamente tiempo requerido para búsquedas (de semanas a minutos), no reemplaza verificación humana final; examinadores revisan candidatos propuestos para confirmar o rechazar identificaciones” (p. 1365).

La tecnología AFIS continúa evolucionando. Como documentan Maltoni et al. (2009), "desarrollos recientes incluyen algoritmos mejorados que manejan mejores huellas parciales o de baja calidad, capacidades de búsqueda de huellas palmares además de dactilares, y

sistemas de fusión que combinan información de múltiples dedos para mejorar precisión" (p. 456).

2.3.5 Documentoscopia

autenticidad, alteraciones y autoría de documentos cuestionados. Como explica Morris (2000), "esta disciplina abarca análisis de escrituras manuscritas, firmas, textos mecanográficos o impresos, tintas, papeles, impresiones de sellos y otros aspectos de documentos" (p. 12).

a) Análisis de escritura manuscrita

El análisis de escritura manuscrita compara características de forma, dimensión, proporción, inclinación, presión, conexiones entre letras y otros rasgos. Como señalan Found y Rogers (1996), "los documentoscópicos forenses no buscan interpretar personalidad (objetivo de grafología no forense) sino determinar si escrituras cuestionadas y dubitadas provienen del mismo autor mediante comparación de características observables" (p. 165).

El análisis reconoce que escritura presenta variabilidad natural. Como explican Srihari et al. (2002):

“Nadie escribe exactamente igual dos veces; cada instancia de escritura presenta variación natural en tamaño, forma, inclinación y otros rasgos. Sin embargo, cada escritor muestra rango característico de variación. El análisis compara variabilidad intra-escritor (variaciones naturales del mismo individuo) con variabilidad inter-escritor (diferencias entre

individuos diferentes), determinando si similitudes observadas entre escrituras cuestionadas y conocidas exceden lo esperado por azar” (p. 2123).

Estudios empíricos han examinado confiabilidad de comparaciones de escritura. Como reportan Sita et al. (2002) en experimento con múltiples examinadores, "tasas de error variaron significativamente entre examinadores (0-6.5% falsos positivos), sugiriendo que competencia individual y experiencia afectan sustancialmente precisión, y que estandarización de entrenamiento y procedimientos podría mejorar consistencia" (p. 644).

b) Análisis de tintas

El análisis de tintas determina composición química, permitiendo datar documentos o detectar alteraciones. Como explican Brunelle y Crawford (2003), "técnicas como cromatografía de capa fina separan componentes de tintas, revelando si diferentes partes de documento se escribieron con la misma tinta o tintas diferentes; la espectrometría Raman proporciona información química no destructiva" (p. 89).

El análisis de tintas puede detectar adiciones posteriores. Como documentan Weyermann et al. (2011), "cuando dos trazos de tinta se cruzan, el examen microscópico de la intersección puede revelar cuál se aplicó primero basándose en cómo tintas se superponen o mezclan, información crucial para detectar alteraciones como adición de texto o números después de firma" (p. 1093).

c) Análisis de documentos impresos

El análisis de impresiones mecánicas puede identificar dispositivos específicos basándose en defectos característicos. Como explican Koppenhaver (2007), "impresoras láser y de inyección de tinta producen patrones microscópicos característicos—bandas, manchas, desalineamientos—que pueden identificar dispositivo específico; fotocopiadoras dejan marcas de suciedad, rayones en vidrio de escaneo y defectos mecánicos que persisten en múltiples copias" (p. 234).

Algunas impresoras imprimen códigos de identificación casi invisibles. Como revelan Electronic Frontier Foundation (2005), "muchas impresoras láser color imprimen patrones de puntos amarillos imperceptibles que codifican número de serie del dispositivo, fecha y hora de impresión, permitiendo rastrear documentos a impresoras específicas" (p. 1).

2.3.6 Balística Forense

Aunque mencionada como parte de física forense, la balística merece consideración adicional por su importancia práctica y complejidad técnica. Esta disciplina estudia armas de fuego, municiones, trayectorias de proyectiles y efectos de disparos (Heard, 2020).

a) Identificación de armas

La identificación de armas mediante análisis de proyectiles y casquillos recuperados constituye aplicación fundamental. Como explica Nichols (2007):

“Durante el disparo, el proyectil interactúa violentamente con interior del cañón a presiones que alcanzan 50,000 psi, adquiriendo marcas microscópicas características. Las estrías—surcos helicoidales tallados en cañón para impartir rotación estabilizadora—imprimen estriaciones en proyectil. Adicionalmente, irregularidades microscópicas del cañón, producidas durante manufactura y modificadas por disparo, corrosión y uso, producen marcas adicionales únicas para cada arma individual”(p. 89).

El casquillo recibe impresiones de múltiples componentes del arma. Como documentan Hatcher et al. (1957), "la aguja percutora imprime marca característica en fulminante; el extractor deja marca al sujetar casquillo para extracción; el eyector marca casquillo al expulsarlo; la recámara puede imprimir patrones de su superficie interna; todas estas marcas pueden ser comparadas para identificar arma específica" (p. 234).

b) Bases de datos balísticas

Los sistemas de bases de datos balísticas automatizan comparaciones. Como explican Brundage (2002), "NIBIN (National Integrated Ballistic Information Network) en Estados Unidos captura imágenes digitales de proyectiles y casquillos, extrae características mediante algoritmos, y busca similitudes en base de datos nacional; cuando encuentra posibles correspondencias, notifica a laboratorios participantes para verificación humana" (p. 156).

Estudios de efectividad documentan impacto de estas bases de datos. Como reportan Tontarski et al. (2009), "análisis de casos en múltiples

jurisdicciones demostró que NIBIN identificó conexiones entre casos en aproximadamente 15% de entradas, porcentaje que aunque parezca modesto representa miles de vínculos investigativos que de otra manera no se habrían detectado" (p. 445).

c) *Determinación de distancia de disparo*

La determinación de distancia de disparo analiza patrones de residuos de pólvora y quemaduras en objetivos. Como explican Schwoeble y Exline (2000):

“A distancias muy cortas (contacto o pocos centímetros), se observan quemaduras, desgarros por gases a alta presión, y tatuaje denso por pólvora no combustionada. A distancias intermedias (hasta aproximadamente un metro, variable según arma y munición), aparece tatuaje de pólvora sin quemaduras. A distancias mayores, no se observa tatuaje porque partículas de pólvora pierden velocidad. Técnicas químicas como el test de Griess detectan residuos invisibles, extendiendo rango de determinación” (p. 89).

Experimentos controlados con armas y municiones específicas establecen patrones de referencia. Como documentan Haag y Haag (2011), "disparos de prueba a distancias conocidas usando misma arma y munición del caso generan patrones comparativos que permiten estimar distancia de disparo cuestionado con márgenes de error típicamente de ± 10 -15 cm en rango corto" (p. 234).

d) *Análisis de Residuos de Disparo (GSR)*

El análisis de residuos de disparo detecta partículas características producidas durante deflagración de pólvora. Como explican Schwoeble and Exline (2000), "estas partículas, compuestas típicamente de plomo, bario y antimonio, se depositan en manos del tirador y superficies cercanas; análisis mediante microscopía electrónica de barrido con espectrometría de rayos X (SEM-EDX) identifica partículas por morfología esférica característica y composición elemental" (p. 134).

La interpretación de GSR presenta complejidades. Como advierten Berk et al. (2007):

La presencia de GSR indica disparó, manipuló arma recientemente disparada, o estuvo cerca de disparo; la ausencia no prueba que no disparó, porque partículas pueden perderse por lavado de manos, frotamiento, o simplemente tiempo transcurrido. Las partículas persisten típicamente 4-6 horas pero este tiempo varía considerablemente. Contaminación secundaria por contacto con superficies contaminadas o transferencia de otras personas es posible. Todas estas consideraciones deben comunicarse al interpretar resultados. (p. 843)

2.3.7 Criminalística de Campo

La criminalística de campo comprende actividades realizadas en la escena del crimen antes de que evidencias sean trasladadas al laboratorio. Aunque técnicamente no es una disciplina científica separada, constituye área especializada que requiere conocimientos y

habilidades específicos. La calidad del trabajo de campo determina fundamentalmente la calidad de análisis posteriores.

La protección y preservación de la escena constituye la primera responsabilidad. Esto implica establecer perímetros apropiados, controlar acceso, documentar personas presentes y evitar contaminaciones. Las escenas del crimen son inherentemente frágiles;

La búsqueda de evidencias utiliza métodos sistemáticos que garantizan exhaustividad. El método de espiral procede desde el exterior hacia el centro o viceversa. El método de cuadrícula divide la escena en secciones que se examinan secuencialmente. El método de zonas divide la escena según características espaciales (habitaciones, niveles). La selección de método depende del tipo de escena, su tamaño y complejidad.

La documentación mediante fotografía y video captura condiciones originales que pueden alterarse durante la investigación. La secuencia fotográfica típicamente procede de vistas generales a detalles específicos. Las fotografías deben incluir escalas métricas cuando documentan evidencias individuales. La videografía proporciona perspectiva dinámica útil para comprender relaciones espaciales. Croquis y planos complementan la documentación visual, registrando medidas precisas y relaciones espaciales.

La recolección de evidencias requiere técnicas específicas para cada tipo de indicio. Los protocolos especifican no solamente cómo manipular evidencias sino también cómo embalarlas, etiquetarlas y almacenarlas. El embalaje debe proteger evidencias contra contaminación, alteración

y deterioro durante transporte y almacenamiento. Las etiquetas deben identificar inequívocamente cada evidencia, registrando quién, cuándo, dónde y bajo qué circunstancias fue recolectada.



Figura 3. Proceso de trabajo en criminalística de campo.

2.3.8 Informática Forense

La informática forense o análisis forense digital ha emergido como disciplina crucial en respuesta a la ubicuidad de dispositivos digitales y la creciente incidencia de delitos que los involucran. Esta disciplina aplica técnicas especializadas para recuperar, preservar, analizar y presentar datos digitales en contextos legales.

La adquisición forense de datos digitales requiere procedimientos que garanticen integridad. Las copias forenses son réplicas bit por bit de

dispositivos de almacenamiento, incluyendo espacios no asignados donde pueden residir datos "borrados". El proceso de adquisición genera valores hash criptográficos que permiten verificar posteriormente que los datos no han sido alterados. El análisis se realiza sobre copias, preservando originales inalterados.

El análisis de sistemas de archivos recupera información sobre archivos existentes, borrados o fragmentados. Los sistemas operativos modernos no borran realmente archivos cuando el usuario los elimina; simplemente marcan el espacio como disponible. Mientras este espacio no sea sobrescrito, los datos persisten y pueden recuperarse. Técnicas especializadas reconstruyen archivos fragmentados o parcialmente sobrescritos.

El análisis de metadatos revela información sobre creación, modificación y acceso a archivos, conexiones de red, instalación de programas y actividades de usuario. Esta información temporal frecuentemente resulta crucial para establecer cronologías. Los metadatos también revelan intentos de manipulación como modificaciones de fechas o alteraciones de atributos.

El análisis de comunicaciones digitales examina correos electrónicos, mensajes instantáneos, redes sociales y otras formas de comunicación electrónica. Este análisis puede revelar planes, relaciones entre individuos, ubicaciones y motivaciones. El análisis de tráfico de red, aunque técnicamente complejo, puede proporcionar evidencia sobre accesos no autorizados, exfiltración de datos o comunicaciones con servidores maliciosos.

La recuperación de contraseñas utiliza técnicas diversas, desde análisis de archivos de configuración hasta ataques de fuerza bruta. Los análisis forenses frecuentemente encuentran contraseñas almacenadas en navegadores web, gestores de contraseñas o archivos de configuración. Cuando las contraseñas no están accesibles directamente, técnicas de ataque computacional pueden intentar determinarlas, aunque esto puede consumir tiempo considerable.

2.4 Objetivos de las disciplinas de la Criminalística

Las disciplinas de la criminalística tienen como objetivo analizar cada evidencia desde distintos puntos de vista para comprender mejor un hecho delictivo. Cada una aporta conocimientos específicos que, en conjunto, ayudan a reconstruir lo sucedido, identificar a los responsables y apoyar a la justicia en la búsqueda de la verdad

2.4.1 Objetivos Comunes a todas las disciplinas

A pesar de la diversidad de técnicas y enfoques, todas las disciplinas criminalísticas comparten objetivos fundamentales que definen su propósito dentro del sistema de justicia (Saferstein, 2021). Estos objetivos comunes proporcionan coherencia a la criminalística como campo unificado, aunque multifacético.

El objetivo primordial compartido es la determinación de la verdad material de los hechos investigados. Como señalan De Forest et al. (2021), "las disciplinas criminalísticas aportan evidencia objetiva que puede confirmar, refutar o modificar hipótesis sobre eventos pasados;

esta contribución a determinación de verdad no depende de testimonios subjetivos sino de análisis científicos de indicios materiales" (p. 23).

Un segundo objetivo común es la vinculación de personas con hechos delictivos. Como explica Butler (2021), "ya sea mediante identificación dactilar, perfiles genéticos, características de escritura, residuos de disparo o rastros digitales, las diversas disciplinas criminalísticas proporcionan métodos para establecer que determinada persona estuvo presente en cierto lugar o participó en cierta actividad" (p. 156).

El tercer objetivo compartido es la reconstrucción de circunstancias y mecanismos de hechos. Como documentan Bevel y Gardner (2023), "mediante análisis de patrones de sangre, trayectorias balísticas, fracturas, datación de eventos o secuencias digitales, las disciplinas criminalísticas permiten inferir cómo ocurrieron hechos, superando limitaciones de memorias imperfectas o testimonios interesados" (p. 45).

El cuarto objetivo común es la individuación o identificación de objetos e instrumentos. Como explican Heard (2020), "la balística identifica armas específicas, la documentoscopia identifica máquinas de escribir o impresoras, el análisis de huellas de herramientas identifica instrumentos específicos utilizados en fractura; esta capacidad de individuación transforma objetos de categorías genéricas en evidencias específicas vinculadas a hechos particulares" (p. 234).

2.4.2 Objetivos específicos de la Química Forense

La química forense persigue objetivos específicos relacionados con la naturaleza química de evidencias. El objetivo primario es la identificación cualitativa de sustancias desconocidas. Como explica Bell (2022), "determinar si una sustancia es cocaína, si un líquido es acelerante de incendios, o si tejidos contienen sustancias tóxicas constituye primer paso fundamental que orienta investigaciones subsecuentes y tiene implicaciones legales directas" (p. 89).

El análisis cuantitativo constituye segundo objetivo específico. Como señalan Drummer y Gerostamoulos (2002), "no basta saber que sustancia está presente; frecuentemente es necesario determinar su concentración: la concentración de alcohol en sangre determina intoxicación legal, cantidad de droga activa en muestra puede tener implicaciones legales diferenciadas, concentración de tóxico en tejidos indica si fue suficiente para causar efectos observados" (p. 178).

Un tercer objetivo específico es la caracterización de materiales para establecer correspondencias. Como explican Caddy (2001), "aunque dos muestras de pintura puedan ser del mismo color general, análisis químico detallado puede revelar diferencias sutiles en composición que excluyen origen común; conversamente, correspondencia química estrecha entre muestras fortalece vínculos investigativos mediante convergencia de evidencias independientes" (p. 234).

La determinación de origen o procedencia constituye cuarto objetivo en algunos casos. Como documentan Ehleringer et al. (2008), "análisis de perfiles de impurezas en drogas puede vincular muestras a lotes de

producción comunes; análisis de isótopos estables—carbono, nitrógeno, oxígeno—en materiales diversos puede proporcionar información sobre origen geográfico basándose en firmas isotópicas características de diferentes regiones" (p. 3251).

2.4.4 Objetivos específicos de la biología y genética forenses

La biología forense persigue objetivos específicos relacionados con material biológico. El objetivo principal es la identificación individual mediante análisis de ADN. Como establece Butler (2021), "esta identificación alcanza niveles de certeza prácticamente absolutos cuando se obtienen perfiles genéticos completos de 15-20 loci STR, con probabilidades de coincidencia aleatoria típicamente menores a uno en varios mil millones, superando ampliamente capacidades de otros métodos de identificación excepto dactiloscopia en casos de coincidencias perfectas" (p. 234).

Un segundo objetivo específico es el establecimiento de relaciones de parentesco. Como explican Goodwin et al. (2020), "análisis de ADN no solamente identifica individuos sino que también detecta relaciones familiares mediante comparación de perfiles; esta capacidad es valiosa para identificar restos humanos cuando no existen registros directos del individuo pero sí de familiares, y también tiene aplicaciones en investigación de paternidad cuando esta tiene relevancia legal" (p. 289).

La determinación de especies constituye tercer objetivo en casos que involucran animales o plantas. Como documentan Linacre y Tobe (2013), "determinar si sangre es humana o animal, de qué especie animal proviene pelo encontrado, o a qué especie vegetal corresponde polen

puede tener relevancia en casos de maltrato animal, tráfico de especies protegidas o vinculación de personas con ubicaciones específicas mediante material botánico transferido" (p. 45).

Un cuarto objetivo específico es la caracterización de fluidos biológicos. Como señalan Virkler y Lednev (2009), "aunque ADN puede obtenerse de diversos fluidos, frecuentemente es importante determinar qué tipo de fluido está presente—sangre, semen, saliva, orina—porque esta determinación puede tener relevancia legal (presencia de semen en casos de agresión sexual) o interpretativa (sangre menstrual versus sangre de herida)" (p. 1945).

2.4.5 Objetivos específicos de la Física Forense

La física forense persigue objetivos relacionados con fenómenos físicos relevantes para casos criminales. Un objetivo primordial es la reconstrucción de dinámicas de eventos mediante análisis de patrones físicos. Como explican James et al. (2020), "patrones de manchas de sangre revelan posiciones, movimientos y mecanismos de sangrado; trayectorias balísticas indican posiciones de tiradores y víctimas; daños vehiculares revelan velocidades y ángulos de impacto; estos análisis transforman evidencias estáticas en narrativas dinámicas de eventos" (p. 156).

Un segundo objetivo específico es la determinación de secuencias temporales de eventos. Como señalan Bevel y Gardner (2023), "determinar qué disparo ocurrió primero, si fracturas se produjeron simultáneamente o en momentos diferentes, o cuál impacto generó cuál patrón permite ordenar eventos temporalmente basándose en análisis de

evidencias físicas, proporcionando cronologías objetivas independientes de testimonios potencialmente conflictivos" (p. 267).

La evaluación de posibilidad física constituye tercer objetivo. Como explican Chisum y Turvey (2011), "determinar si es físicamente posible que cierta persona realizara cierta acción, si proyectil pudo seguir cierta trayectoria propuesta, o si lesiones observadas son compatibles con mecanismo sugerido permite evaluar si escenarios propuestos son consistentes con leyes físicas fundamentales, excluyendo narrativas físicamente imposibles" (p. 345).

Un cuarto objetivo es la correlación espacial de indicios. Como documentan Gardner (2023), "posición tridimensional de manchas de sangre puede triangularse para determinar origen; distribución de fragmentos de vidrio indica dirección de ruptura; ubicación de casquillos eyectados sugiere posición del tirador; estos análisis espaciales reconstruyen geometrías de eventos" (p. 178).

Tabla 6. Objetivos específicos por disciplina Criminalística.

Disciplina	Objetivo Principal	Objetivos Secundarios	Limitaciones Principales	Referencia
Química Forense	Identificar sustancias	Cuantificar, caracterizar, determinar origen	Requiere muestras suficientes	Bell, 2022

Biología / Genética	Identificar individuos	Establecer parentesco, determinar especies	Degradación de ADN en muestras antiguas	Butler, 2021
Física Forense	Reconstruir dinámicas	Secuenciar eventos, evaluar posibilidades	Depende de preservación de patrones	Bevel & Gardner, 2023
Dactiloscopia	Identificar individuos	Excluir, buscar en bases de datos	Requiere huellas de calidad adecuada	Champod et al., 2016
Documentoscopia	Determinar autoría	Detectar alteraciones, datar documentos	Variabilidad natural de la escritura	Morris, 2000
Balística	Identificar armas	Determinar distancias, reconstruir trayectorias	Depende de preservación de características	Heard, 2020

Informática Forense	Recuperar datos digitales	Establecer cronologías, revelar comunicaciones	Encriptación, sobrescritura de datos	Casey, 2019
----------------------------	---------------------------	--	--------------------------------------	-------------

2.5 Conclusiones del capítulo 2

La criminalística contemporánea constituye una empresa fundamentalmente multidisciplinaria que integra conocimientos, métodos y técnicas de numerosas ciencias naturales y exactas. Esta naturaleza interdisciplinaria no es accidental sino necesaria, dada la diversidad de evidencias físicas que pueden encontrarse en investigaciones criminales. Ninguna ciencia individual proporciona todas las herramientas necesarias; es la convergencia de múltiples disciplinas lo que confiere a la criminalística su poder investigativo.

Los principios científicos fundamentales que sustentan la criminalística (intercambio, correspondencia, reconstrucción, probabilidad y uso) proporcionan marco conceptual unificador para la práctica profesional. Estos principios, aunque formulados originalmente en contextos específicos, tienen aplicabilidad transversal a prácticamente todas las disciplinas criminalísticas, evidenciando unidad conceptual subyacente a la diversidad metodológica.

Las disciplinas científicas específicas que constituyen la criminalística general (química, biología, física, dactiloscopia, documentos copia, balística, informática forense) han evolucionado tanto en capacidades

técnicas como en comprensión teórica. Los avances tecnológicos continuos expanden las posibilidades de análisis, permitiendo detectar cantidades cada vez menores de material, caracterizar evidencias con mayor precisión e integrar información de fuentes diversas.

Los objetivos específicos de cada disciplina, aunque diversos en detalles, convergen en propósitos comunes: determinar la verdad material de hechos, vincular personas con eventos, reconstruir circunstancias e identificar instrumentos. Esta convergencia de objetivos, a pesar de diversidad metodológica, evidencia la coherencia fundamental de la criminalística como campo unificado del conocimiento.

La integración efectiva de múltiples disciplinas en investigaciones complejas representa tanto la mayor fortaleza de la criminalística moderna como uno de sus mayores desafíos. La convergencia de evidencias independientes proporciona robustez a las conclusiones, pero requiere coordinación cuidadosa, comunicación efectiva entre especialistas y síntesis integradora de hallazgos parciales.



Figura 4. Interrelación de disciplinas científicas en la Criminalística.

CAPÍTULO III

3 CRIMINALÍSTICA Y LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL

La criminalística y la investigación criminal, aunque conceptualmente distintas, constituyen componentes complementarios e inseparables del proceso de esclarecimiento de hechos delictivos (Osterburg & Ward, 2014). Mientras la criminalística se enfoca específicamente en el análisis científico de evidencias físicas, la investigación criminal comprende el conjunto más amplio de actividades destinadas a determinar circunstancias de hechos delictivos, identificar responsables y reunir elementos probatorios para sustentar la acción judicial (Bennett & Hess, 2007).

Como explican Girelli et al. (2018), "el trabajo criminalístico aislado del contexto investigativo pierde significado y efectividad; es la integración apropiada de análisis criminalísticos dentro de estrategias investigativas coherentes lo que maximiza su valor para el esclarecimiento de casos" (p. 156). Este capítulo explora las relaciones entre criminalística e investigación criminal, analizando cómo el trabajo criminalístico se integra dentro del proceso investigativo más amplio.

Se examinarán las diferencias entre criminalística de campo y de laboratorio, los conceptos y objetivos de la investigación criminal, sus características distintivas y el proceso metodológico que estructura las investigaciones efectivas. Como señalan Fisher y Fisher (2022), "la comprensión de estas interrelaciones resulta esencial para profesionales de la criminalística, quienes deben no solamente dominar técnicas

analíticas específicas sino también comprender el contexto investigativo más amplio en el cual se insertan sus contribuciones" (p. 45).

3.1 Criminalística de campo y criminalística de laboratorio

La criminalística de campo se realiza directamente en el lugar de los hechos, donde se observan, protegen y recolectan las evidencias con cuidado para no alterarlas.

En cambio, la criminalística de laboratorio se encarga de analizar esas evidencias mediante técnicas científicas, con el fin de obtener información precisa que ayude a esclarecer lo ocurrido. Ambas trabajan juntas para llegar a la verdad.

3.1.1 Criminalística de campo: Definición y alcance

La criminalística de campo comprende el conjunto de actividades técnico-científicas realizadas en el lugar donde se presume ocurrió un hecho delictivo, con el propósito de proteger, observar, fijar, recolectar y embalar las evidencias físicas que puedan contribuir al esclarecimiento del caso (Lee et al., 2021). Como señala Gardner (2023), "esta fase constituye el primer contacto entre la ciencia criminalística y los hechos investigados, representando un momento crucial que determina fundamentalmente el éxito de análisis posteriores" (p. 23).

El concepto de "escena del crimen" merece precisión conceptual. Como explican Fisher y Fisher (2022):

“No se refiere exclusivamente al lugar físico donde se cometió el delito principal, sino que abarca todos los sitios relacionados

donde puedan encontrarse evidencias relevantes. En un caso de homicidio, por ejemplo, la escena puede incluir el lugar donde se encontró el cuerpo, el sitio donde ocurrió el ataque si son diferentes, rutas de aproximación y huida del autor, vehículos utilizados y lugares de disposición de evidencias” (p. 67).

La criminalística de campo se distingue de la criminalística de laboratorio fundamentalmente por el contexto de trabajo. Como documentan Chisum y Turvey (2011), "mientras el laboratorio ofrece ambiente controlado, equipamiento especializado y tiempo relativamente ilimitado, el trabajo de campo enfrenta condiciones ambientales adversas, recursos limitados, presiones temporales y necesidad de tomar decisiones rápidas con información incompleta" (p. 89). Estas diferencias contextuales exigen habilidades y protocolos específicos.

La multidisciplinariedad caracteriza el trabajo de campo tanto como el de laboratorio. Como explica Horswell (2004), "un equipo de criminalística de campo típicamente incluye fotógrafos especializados, planimetristas, especialistas en recolección de indicios biológicos, expertos en revelado de huellas, técnicos en balística de campo, entre otros; la coordinación efectiva entre estos especialistas resulta fundamental para garantizar procesamiento exhaustivo y eficiente de escenas complejas" (p. 145).

3.1.2 Fases de la Criminalística de campo

El procesamiento de escenas del crimen sigue secuencia metodológica estructurada que garantiza exhaustividad y preservación de evidencias

(Lee et al., 2021). Aunque circunstancias específicas pueden requerir adaptaciones, la secuencia fundamental permanece constante, reflejando lógica investigativa desarrollada a través de décadas de práctica (Gardner, 2023).

Fase 1: Protección y preservación de la escena

La protección constituye la primera y más urgente responsabilidad al arribar a una escena del crimen. Como enfatizan Lee et al. (2021), "esta fase busca preservar las condiciones originales, evitando contaminaciones, alteraciones o pérdidas de evidencias; la protección efectiva requiere establecer perímetros apropiados, controlar rigurosamente el acceso y documentar toda persona que ingrese" (p. 34).

El establecimiento de perímetros considera tanto el área inmediata donde ocurrió el hecho (perímetro interno) como zona circundante donde pueden encontrarse evidencias relacionadas (perímetro externo). Como explican Fisher y Fisher (2022), "los perímetros deben ser suficientemente amplios para incluir todas las evidencias potenciales, reconociendo que es más fácil reducir perímetros posteriormente que expandirlos después de contaminación o pérdida de evidencias" (p. 89).

El control de acceso documenta quién ingresa, cuándo, por qué y bajo autorización de quién. Como señalan Horswell (2004), "incluso personal autorizado—investigadores, fiscales, médicos forenses—debe registrarse y limitar sus movimientos a rutas establecidas que minimicen alteración de evidencias; esta documentación se integra a cadena de custodia, permitiendo explicar posteriormente cualquier contaminación o alteración detectada" (p. 167).

Investigaciones sobre contaminación de escenas han demostrado su frecuencia. Como reportan Meakin y Jamieson (2013), "estudios de transferencia de ADN demostraron que personal que procesa escenas puede inadvertidamente depositar su propio ADN o transferir ADN entre diferentes áreas de la escena, enfatizando importancia de uso apropiado de equipo de protección personal y procedimientos que minimicen contacto innecesario" (p. 442).

Fase 2: Observación sistemática

Una vez protegida la escena, se procede a observación sistemática que identifica todos los indicios potencialmente relevantes. Como explica Gardner (2023), "esta observación no es casual sino metódica, siguiendo patrones establecidos que garantizan exhaustividad; los métodos más comunes incluyen búsqueda en espiral, cuadrícula, zonas o franjas, seleccionados según características de la escena" (p. 178).

La observación inicial típicamente procede de lo general a lo específico. Como documentan Lee et al. (2021):

“Primero se obtiene impresión global de la escena, identificando ubicación de elementos principales—cuerpos, armas, puntos de entrada y salida, daños evidentes. Posteriormente se examina progresivamente con mayor detalle, identificando indicios menos obvios—manchas pequeñas, fibras, fragmentos diminutos. Esta progresión jerárquica asegura que contexto general se comprenda antes de enfocarse en detalles” (p. 134).

Técnicas especiales revelan indicios no evidentes bajo observación ordinaria. Como explican Stoilovic y Lennard (2012), "la iluminación oblicua revela huellas de calzado en superficies duras; fuentes de luz alternativa—ultravioleta, infrarroja—detectan fluidos biológicos, residuos de disparo o fibras fluorescentes; reactivos químicos preliminares—luminol para sangre, ninhidrina para huellas latentes—pueden aplicarse en campo para orientar búsquedas más detalladas" (p. 89).

Sin embargo, como advierten Bevel y Gardner (2023), "la aplicación de reactivos debe considerarse cuidadosamente porque algunos pueden interferir con análisis posteriores; por ejemplo, luminol puede degradar ADN si se aplica excesivamente, aunque estudios recientes sugieren que aplicación apropiada no compromete significativamente análisis genéticos subsecuentes" (p. 234).

Fase 3: Fijación de la escena

La fijación documenta permanentemente las condiciones de la escena mediante fotografía, video, planimetría y descripciones narrativas. Como señalan Robinson (2016), "esta documentación cumple funciones múltiples: preserva información sobre relaciones espaciales que pueden alterarse durante recolección, permite análisis posteriores por especialistas que no estuvieron presentes, facilita reconstrucciones y sustenta testimonios periciales" (p. 45).

La fijación fotográfica sigue secuencia estandarizada. Como explican Fisher y Fisher (2022):

“Las fotografías de orientación muestran el entorno general, situando la escena en contexto geográfico mediante vistas exteriores que incluyen direcciones, números de edificio y características identificables. Las fotografías generales capturan la escena completa desde múltiples ángulos, estableciendo configuración espacial. Las fotografías de acercamiento documentan áreas específicas de interés. Las fotografías de detalle registran indicios individuales con escalas métricas. Esta progresión de general a específico proporciona contexto necesario para interpretar detalles” (p. 167).

Los estándares de fotografía forense especifican requisitos técnicos. Como establecen las guías de la Scientific Working Group on Imaging Technology (SWGIT, 2018), "las fotografías deben capturarse en máxima resolución disponible, sin uso de zoom digital que degrada calidad; escalas métricas deben colocarse en mismo plano que evidencia; iluminación debe ser suficiente, pero evitar sobreexposición; cuando sea posible, deben tomarse fotografías con y sin escalas" (p. 12).

La fijación videográfica complementa la fotografía proporcionando perspectiva dinámica. Como señalan Lee et al. (2021), "el video es particularmente útil para documentar relaciones espaciales complejas, rutas de acceso y egreso, y características que resultan difíciles de capturar en fotografías estáticas; sin embargo, el video no sustituye la fotografía, cuya mayor resolución y naturaleza estática facilitan examen detallado" (p. 189).

La planimetría registra medidas precisas y relaciones espaciales. Como explican Buck et al. (2018), "los planos pueden ser simples croquis a mano alzada—útiles para registros preliminares rápidos—o levantamientos topográficos precisos realizados con estaciones totales o escáneres láser tridimensionales; la planimetría moderna frecuentemente utiliza fotogrametría, que genera modelos tridimensionales precisos a partir de series de fotografías" (p. 78).

Fase 4: Recolección de indicios

La recolección de indicios sigue protocolos específicos para cada tipo de evidencia, diseñados para preservar integridad, prevenir contaminación y mantener cadena de custodia. Como advierten Girelli et al. (2018), "los protocolos especifican no solamente técnicas de manipulación sino también tipos de contenedores, condiciones de almacenamiento y procedimientos de etiquetado; recolección inadecuada puede destruir o contaminar indicios, invalidando análisis posteriores independientemente de cuán sofisticados sean" (p. 234).

Las evidencias biológicas (sangre, semen, saliva, tejidos) requieren cuidados especiales por su susceptibilidad a degradación. Como documentan Butler (2021) y Goodwin et al. (2020), "las muestras húmedas deben secarse al aire antes de embalaje para prevenir crecimiento microbiano que degrada ADN; los contenedores deben ser transpirables—papel, cartón—en lugar de plástico que atrapa humedad; las muestras deben refrigerarse durante almacenamiento prolongado a 4°C o congelarse a -20°C para preservación a largo plazo" (Butler, 2021, p. 156).

Las huellas dactilares se recolectan mediante levantamiento con cintas adhesivas especiales (huellas reveladas con polvos) o transportando el objeto completo que las contiene (cuando es factible). Como explican Champod et al. (2016), "las huellas en superficies que no pueden transportarse se fotografían con iluminación apropiada y escalas métricas antes de levantamiento; las huellas latentes en papeles frecuentemente se procesan en laboratorio con técnicas químicas más sofisticadas que las disponibles en campo" (p. 289).

Las evidencias balísticas (proyectiles, casquillos, armas) requieren manipulación cuidadosa que preserve marcas microscópicas necesarias para comparaciones. Como señalan Heard (2020), "los proyectiles no deben marcarse directamente—se embalan en contenedores rotulados; las armas deben manipularse evitando contacto con superficies donde podrían existir huellas dactilares, usando cuerdas insertadas por guardamonte; el estado de armas—cargadas o descargadas, martillo montado o no—debe documentarse fotográficamente antes de cualquier manipulación" (p. 234).

Tabla 7. Protocolos de recolección según tipo de evidencia.

Evidencia	Técnica de Recolección	Embalaje Apropriado	Condiciones de Almacenamiento	Precauciones Especiales	Referencia
Sangre líquida	Hisopo estéril o pipeta	Sobre de papel	Temperatura ambiente	Secar completam	Butler, 2021

		transpirable	(seca) o refrigeración	ente antes de embalaje	
Manchas de sangre	Cortar soporte o hisopo húmedo	Sobre de papel	Temperatura ambiente	Documentar antes de recolección	Lee et al., 2021
Huellas dactilares reveladas	Levantamiento con cinta adhesiva	Tarjetas de levantamiento	Temperatura ambiente	Fotografiar antes de levantamiento	Chamond et al., 2016
Proyectiles	Pinzas de goma o manual	Cajas pequeñas con relleno	Temperatura ambiente	No marcar directamente	Heard, 2020
Documentos	Pinzas o manual con guantes	Folders de papel	Ambiente seco	Evitar dobleces adicionales	Morris, 2000
Dispositivos electrónicos	Manual con guantes	Cajas con protección antiestática	Temperatura ambiente	Desconectar sin apagar si encendidos	Casey, 2019
Fibras y pelos	Pinzas limpias	Papel doblado en sobre	Temperatura ambiente	Evitar contaminación cruzada	Deedrick & Koch, 2004

3.2 Criminalística de laboratorio: Definición y alcance

La criminalística de laboratorio comprende el conjunto de análisis científicos especializados realizados sobre indicios recolectados en

escenas del crimen u obtenidos de personas y objetos relacionados con investigaciones (Saferstein, 2021). Como explican De Forest et al. (2021), "mientras la criminalística de campo identifica y preserva evidencias, el laboratorio las analiza exhaustivamente mediante técnicas científicas especializadas que extraen información relevante para la investigación" (p. 234).

Los laboratorios criminalísticos modernos son instalaciones complejas que integran múltiples disciplinas científicas. Como documenta el National Research Council (2009), "un laboratorio completo típicamente incluye secciones especializadas en química—toxicología, drogas, incendios, explosivos—biología—serología, genética—física—balística, documentos, huellas, rastros—informática forense y otras especialidades según necesidades jurisdiccionales" (p. 45).

La acreditación de laboratorios forenses según estándares internacionales (ISO/IEC 17025) garantiza calidad y confiabilidad de análisis. Como explican Peterson y Hickman (2005), "la acreditación verifica que laboratorios cumplen requisitos rigurosos en cuanto a personal calificado, procedimientos validados, equipamiento calibrado, instalaciones apropiadas, control de calidad y gestión de registros; los resultados de laboratorios acreditados tienen mayor peso probatorio y credibilidad" (p. 15).

La especialización creciente caracteriza la evolución de laboratorios forenses. Como señalan Houck y Siegel (2021):

“Mientras laboratorios históricos eran relativamente generalistas, laboratorios modernos frecuentemente incluyen subespecialistas

enfocados en áreas muy específicas: análisis de ADN mitocondrial, espectrometría de masas de explosivos, microscopía electrónica de residuos de disparo, recuperación de datos en dispositivos móviles dañados, entre otros. Esta especialización refleja tanto complejidad técnica creciente como reconocimiento de que maestría requiere enfoque” (p. 567).

3.2.1 Tipos de análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio criminalístico abarcan espectro extraordinariamente amplio, desde pruebas presuntivas simples hasta análisis instrumentales altamente sofisticados (Bell, 2022). La selección de análisis apropiados depende de la naturaleza de las evidencias, las preguntas investigativas específicas y los recursos disponibles (Saferstein, 2021).

a) Análisis químicos

Los análisis químicos identifican y caracterizan sustancias diversas. El análisis de drogas utiliza secuencia de pruebas con especificidad creciente. Como explica Bell (2022):

“Las pruebas de color presuntivas—Marquis, Duquenois-Levine, Scott—proporcionan indicación rápida, pero requieren confirmación por su falta de especificidad. La cromatografía de capa fina ofrece mayor especificidad mediante separación de componentes. La cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) proporciona identificación definitiva mediante separación cromatográfica seguida de identificación estructural

por fragmentación molecular. Esta progresión desde pruebas presuntivas a confirmatorias balancea eficiencia con certeza” (p. 234).

El análisis toxicológico detecta e identifica sustancias tóxicas en materiales biológicos. Como documentan Drummer y Gerostamoulos (2002), "los análisis toxicológicos post mortem buscan causas químicas de muerte; los análisis en vivos detectan intoxicaciones, conducción bajo influencia o dopaje; las técnicas incluyen inmunoensayos—cribado inicial—cromatografía líquida-espectrometría de masas—confirmación—y análisis de muestras de cabello para exposición histórica" (p. 199).

El análisis de incendios y explosivos identifica acelerantes y explosivos. Como explican Stauffer et al. (2008), "los residuos de incendios se analizan mediante cromatografía de gases, detectando hidrocarburos característicos de acelerantes incluso cuando están mezclados con productos de combustión en matrices complejas; en casos de explosiones, se analizan residuos para identificar tipo de explosivo utilizado mediante técnicas como cromatografía iónica y espectrometría de masas" (p. 145).

b) Análisis biológicos

El *análisis de ADN* constituye la técnica biológica forense más poderosa. Como explica Butler (2021), "el proceso típico incluye extracción de ADN de muestras biológicas mediante métodos orgánicos o magnéticos, cuantificación para determinar cantidad disponible usando PCR en tiempo real, amplificación mediante PCR de regiones STR específicas

usando kits comerciales estandarizados, separación electroforética de productos amplificados mediante electroforesis capilar, y análisis de perfiles resultantes comparándolos entre sí o con bases de datos nacionales e internacionales" (p. 178).

La serología forense identifica fluidos biológicos y determina grupos sanguíneos. Como explican James et al. (2020), "aunque parcialmente superada por análisis de ADN, mantiene utilidad para cribado inicial; las pruebas presuntivas detectan sangre—luminol, fenoltaleína—semen—fosfatasa ácida, PSA—saliva—amilasa—rápidamente y a bajo costo, orientando análisis posteriores más costosos hacia muestras más prometedoras" (p. 89).

El análisis de pelos mediante microscopía compara características morfológicas. Como documentan Deedrick y Koch (2004), "el examen microscópico permite determinar si son humanos o animales, identificar región corporal de origen, detectar tratamientos químicos—tintes, permanentes—y, en algunos casos, establecer ancestría probable; cuando pelos conservan raíces con material celular, se someten a análisis genético para identificación definitiva" (p. 47).

c) Análisis físicos

La balística comparativa examina proyectiles y casquillos bajo microscopios de comparación, identificando correspondencias de marcas microscópicas. Como explican Nichols (2007), "las estriaciones en proyectiles y las impresiones en casquillos son únicas para cada arma, permitiendo identificaciones positivas cuando características suficientemente individualizantes están presentes; bases de datos

balísticas automatizan comparaciones iniciales, generando listas de candidatos para verificación humana" (p. 318).

El análisis documentoscópico examina escrituras manuscritas, tintas, papeles e impresiones mecánicas. Como señala Morris (2000), "la comparación de escrituras evalúa características de forma, proporción, inclinación, presión y conexiones; el análisis de tintas utiliza espectroscopía y cromatografía para caracterizar composición; el examen de alteraciones emplea luz ultravioleta, infrarroja y técnicas electrostáticas" (p. 134)

El análisis de huellas dactilares compara puntos característicos entre huellas latentes de escenas y huellas registradas. Como documentan Champod et al. (2016), "la coincidencia requiere suficientes puntos concordantes sin discrepancias inexplicables; los sistemas AFIS automatizan búsquedas iniciales pero no reemplazan verificación humana final; examinadores revisan candidatos propuestos para confirmar o rechazar identificaciones" (p. 234).

d) Análisis digitales

La informática forense recupera y analiza datos de dispositivos electrónicos. Como explica Casey (2019), "el proceso incluye adquisición forense—copia bit por bit preservando integridad mediante algoritmos de hashing—análisis de sistemas de archivos para recuperación de archivos borrados, examen de registros del sistema que documentan actividades de usuario, análisis de navegación web y comunicaciones, y recuperación de contraseñas mediante técnicas especializadas" (p. 234).

El análisis de teléfonos móviles presenta desafíos especiales. Como documentan Grispos et al. (2012), "diversidad de plataformas, encriptación creciente y actualizaciones frecuentes de sistemas operativos complican análisis; las herramientas forenses extraen llamadas, mensajes, fotografías, videos, ubicaciones GPS, conexiones WiFi y datos de aplicaciones, aunque aplicaciones específicas—WhatsApp, Signal—pueden requerir técnicas especializadas y frecuentemente actualizadas" (p. 155).

3.3 Interrelación entre campo y laboratorio

La criminalística de campo y de laboratorio no son fases independientes sino componentes integrados de proceso continuo (Lee et al., 2021). Como advierten Fisher y Fisher (2022), "la calidad del trabajo de laboratorio depende críticamente de la calidad del trabajo de campo; evidencias mal recolectadas, contaminadas o inadecuadamente preservadas pueden resultar inútiles sin importar cuán sofisticados sean los análisis de laboratorio" (p. 234).

La comunicación bidireccional entre campo y laboratorio optimiza resultados. Como explican Horswell (2004), "los especialistas de campo deben comprender qué información necesitan analistas de laboratorio para seleccionar métodos apropiados, embalar evidencias correctamente y priorizar muestras según potencial probatorio; los analistas de laboratorio frecuentemente identifican necesidad de evidencias adicionales o análisis complementarios, requiriendo retorno a escenas o recolección de muestras adicionales de sospechosos" (p. 267).

La cadena de custodia vincula campo y laboratorio, documentando cada transferencia de evidencias. Como establecen las guías del Department of Justice (2013), "cada persona que recibe evidencias debe firmar registros indicando fecha, hora y propósito de transferencia; esta documentación meticulosa garantiza que evidencias presentadas en juicio son las mismas recolectadas en escena, sin oportunidades de alteración o sustitución; rupturas en cadena de custodia pueden resultar en exclusión de evidencias" (p. 23).

Los avances tecnológicos están difuminando parcialmente la distinción tradicional entre campo y laboratorio. Como documentan varios autores (Virkler & Lednev, 2009; Chen et al., 2019), "equipamiento portátil permite realizar en escenas análisis que tradicionalmente requerían laboratorio: espectrometría Raman portátil identifica drogas y explosivos, equipos de PCR portátiles amplifican ADN, escáneres láser 3D documentan escenas con precisión milimétrica; esta laboratorización del campo acelera investigaciones pero plantea desafíos de validación y control de calidad" (Virkler & Lednev, 2009, p. 1945).



Figura 5. Flujo de trabajo entre criminalística de campo y laboratorio.

3.3.1 Concepto y objetivos de la investigación criminal

La investigación criminal es el proceso mediante el cual se busca comprender un hecho delictivo y encontrar a los responsables. Su objetivo principal es esclarecer lo ocurrido a través de la recolección y análisis de información y evidencias, permitiendo que la justicia actúe de manera justa y basada en hechos reales.

a) Definición de investigación criminal

La investigación criminal se define como el conjunto sistemático y metódico de diligencias y actuaciones de carácter técnico, científico y legal, orientadas a descubrir, comprobar y explicar la existencia de un hecho presuntamente delictivo, determinar sus circunstancias de tiempo, modo y lugar, identificar a sus autores y partícipes, reunir elementos

probatorios y facilitar el ejercicio de la acción penal por parte de las autoridades competentes (Osterburg & Ward, 2014).

Como explican Bennett y Hess (2007), esta definición contiene varios elementos fundamentales:

“En primer lugar, se enfatiza el carácter sistemático y metódico de la investigación. La investigación criminal efectiva no procede al azar sino siguiendo planes estructurados, priorizando líneas investigativas según probabilidad y potencial probatorio, y documentando meticulosamente cada paso. El segundo elemento fundamental es la naturaleza multidimensional de la investigación: técnica, científica y legal” (p. 23).

La dimensión técnica comprende procedimientos policiales de búsqueda de información, vigilancia, interrogatorios y coordinación interinstitucional (Palmiotto, 2013). La dimensión científica incluye análisis criminalísticos de evidencias físicas mediante aplicación de métodos validados (Saferstein, 2021). La dimensión legal garantiza que todas las actuaciones respeten derechos fundamentales y procedimientos establecidos, asegurando admisibilidad probatoria (Inbau et al., 2013).

El tercer elemento esencial son los objetivos múltiples: descubrir hechos, comprobarlos, explicarlos, identificar responsables y reunir pruebas. Como señalan Rossmo (2009), "esta multiplicidad de objetivos refleja complejidad de investigación criminal, que no se limita a identificar autores sino que debe reconstruir hechos completos con precisión suficiente para sustentar acción judicial y satisfacer estándar probatorio correspondiente" (p. 156).

b) *Objetivos generales de la investigación criminal*

El objetivo primordial de la investigación criminal es el esclarecimiento de hechos delictivos, entendido como la determinación veraz de qué ocurrió, cómo, cuándo, dónde y quiénes participaron (Osterburg & Ward, 2014). Como explican Bennett y Hess (2007), "este esclarecimiento no es fin en sí mismo sino medio para objetivos ulteriores: la administración de justicia, la reparación de víctimas y la prevención de delitos futuros" (p. 45).

La identificación de responsables constituye segundo objetivo fundamental. Como señalan Palmiotto (2013), "identificar no significa simplemente conocer identidad sino reunir elementos probatorios suficientes para sustentar acusación formal y eventual condena; esta identificación debe basarse en evidencia sólida, no en sospechas o prejuicios, protegiendo así derechos de personas inocentes" (p. 89).

La reunión de elementos probatorios con validez legal representa tercer objetivo crucial. Como advierten Inbau et al. (2013):

“No basta obtener información; debe obtenerse mediante procedimientos legalmente válidos que respeten derechos fundamentales. Evidencia obtenida mediante procedimientos ilegales—registros sin autorización, confesiones coaccionadas, cadenas de custodia rotas—puede ser excluida judicialmente, desperdiciando esfuerzos investigativos e incluso comprometiendo casos legítimos. La doctrina del fruto del árbol envenenado (fruit of the poisonous tree) establece que no solo

evidencia obtenida ilegalmente es inadmisible, sino también evidencia derivada de aquella” (p. 234).

La prevención de delitos futuros constituye objetivo complementario importante. Como documentan Sherman et al. (1997) en su estudio sobre efectividad de estrategias preventivas, "investigaciones efectivas que resultan en capturas y condenas tienen efecto disuasivo sobre potenciales delincuentes; adicionalmente, las investigaciones frecuentemente revelan patrones, modus operandi y vulnerabilidades explotadas, informando estrategias preventivas basadas en evidencia" (p. 8).

c) Objetivos específicos según tipo de delito

Los objetivos investigativos se modulan según la naturaleza específica del delito investigado. Los delitos contra la vida requieren determinar causa, modo y momento de muerte, identificar responsables y establecer elementos subjetivos como premeditación o alevosía (DiMaio & DiMaio, 2001). Los delitos sexuales requieren documentar lesiones, preservar evidencias biológicas y manejar sensitivamente situaciones traumáticas respetando dignidad de víctimas (Hazelwood & Burgess, 2009).

Los delitos patrimoniales (robos, hurtos, estafas) requieren establecer valor de lo sustraído, identificar cadenas de comercialización de bienes robados y recuperar propiedad. Como señalan Weisel (2002), "la investigación de series de robos frecuentemente revela patrones de modus operandi que permiten vincular casos y concentrar recursos investigativos en autores seriales más prolíficos" (p. 23).

Los delitos económicos (lavado de dinero, evasión fiscal, corrupción) requieren análisis complejos de transacciones financieras, estructuras corporativas y flujos de capital, frecuentemente involucrando jurisdicciones múltiples. Como documentan Levi y Reuter (2006), "estos delitos presentan desafíos técnicos especiales por complejidad de esquemas financieros, uso de jurisdicciones con secreto bancario y necesidad de expertise especializado en contabilidad forense y regulaciones financieras" (p. 289).

Los delitos informáticos presentan desafíos únicos: evidencia volátil que puede perderse rápidamente, necesidad de conocimientos técnicos especializados, dificultades jurisdiccionales cuando servidores o autores están en otros países, y complejidades probatorias para demostrar autoría en entornos donde identidades pueden falsificarse (Casey, 2019). Como advierten Brenner (2010), "la arquitectura de Internet—diseñada para resiliencia mediante redundancia y enrutamiento dinámico—facilita anonimización y dificulta rastreo de actividades criminales" (p. 145).

Los delitos contra seguridad pública (tráfico de drogas, armas, terrorismo) requieren frecuentemente técnicas investigativas especiales como intervención de comunicaciones, infiltración de organizaciones y operaciones encubiertas. Como señalan Lyman (2014), "estas técnicas plantean desafíos éticos y legales significativos, requiriendo autorizaciones judiciales específicas y supervisión cuidadosa para balancear efectividad investigativa con protección de derechos fundamentales" (p. 267).

3.3.2 Principios rectores de la investigación criminal

La legalidad constituye principio rector fundamental. Como establece el Code of Ethics del International Association of Chiefs of Police (IACP, 2020), "todas las actuaciones investigativas deben enmarcarse en la ley, respetando procedimientos establecidos y derechos fundamentales; el fin no justifica los medios; evidencia obtenida ilegalmente, además de ser inadmisible, corrompe integridad del proceso judicial y erosiona confianza pública en sistema de justicia" (p. 2).

La objetividad exige que investigaciones busquen verdad sin sesgos preconcebidos. Como advierten Findley y Scott (2006) en su análisis de sesgos de confirmación en investigaciones criminales:

“Los investigadores deben considerar todas las hipótesis razonables, no solamente aquellas que apoyan teorías iniciales. Deben investigar evidencia exculpatória con el mismo rigor que evidencia incriminatoria. Este compromiso con objetividad protege contra errores judiciales y condenas de inocentes. Sin embargo, estudios psicológicos demuestran que sesgos cognitivos—confirmación, anclaje, túnel de visión—afectan incluso investigadores bien intencionados, subrayando necesidad de salvaguardas institucionales”(p. 292).

La oportunidad requiere que investigaciones procedan con diligencia apropiada. Como señalan Horvath y Meesig (1996), "las evidencias físicas se deterioran, los testigos olvidan, los sospechosos huyen; la demora puede comprometer irreparablemente investigaciones; sin embargo, rapidez no debe sacrificar calidad, ya que investigaciones

apresuradas frecuentemente cometen errores que luego resultan imposibles de corregir" (p. 45).

La integralidad exige que investigaciones consideren todos los aspectos relevantes del caso. Como explican Rossmo (2009), "enfocarse prematuramente en una línea investigativa única puede resultar en omisión de evidencias importantes; las investigaciones deben explorar hipótesis alternativas, considerar móviles diversos y examinar conexiones potenciales con otros casos, manteniendo mente abierta hasta que evidencia acumulativa justifique convergencia en conclusión específica" (p. 234).

La reserva protege la integridad de investigaciones y los derechos de personas involucradas. Como documentan Surette (2015), "la divulgación prematura de información puede alertar a sospechosos, permitiéndoles destruir evidencias o huir; puede contaminar testimonios al informar a testigos sobre detalles que deberían conocer independientemente; puede perjudicar reputaciones de personas inocentes; sin embargo, reserva debe balancearse con transparencia necesaria en sistemas democráticos y derechos de personas imputadas a conocer cargos y evidencias" (p. 167).

Tabla 8. Objetivos de la investigación criminal según tipo de delito.

Delito	Objetivos Investigativos Prioritarios	Evidencias Críticas	Desafíos Específicos	Referencia
Homicidio	Determinar causa y modo de muerte, identificar autor	Evidencia forense, armas, testimonios	Preservación de la escena, determinación del intervalo post mortem	DiMaio & DiMaio, 2001
Delitos Sexuales	Documentar hechos, preservar evidencia biológica	Examen médico, ADN, testimonios	Manejo sensible de víctimas, evidencia frágil	Hazelwood & Burgess, 2009
Robos / Hurtos	Identificar autores, recuperar bienes sustraídos	Huellas, videos, testigos	Identificación de autor sin testigos, mercados ilícitos	Weisel, 2002
Delitos Económicos	Rastrear flujos financieros ilícitos	Registros financieros, documentos	Complejidad técnica, jurisdicciones múltiples	Levi & Reuter, 2006

Delitos Informáticos	Identificar autores, preservar evidencia digital	Logs, dispositivos, tráfico de red	Anonimización, jurisdicciones, evidencia volátil	Casey, 2019; Brenner, 2010
Tráfico de Drogas	Desarticular organizaciones, incautar sustancias	Drogas, comunicaciones, registros financieros	Estructuras organizadas, corrupción institucional	Lyman, 2014

3.3.3 Características e importancia de la investigación criminal

a) Características distintivas

La investigación criminal se caracteriza por varios rasgos distintivos que la diferencian de otras formas de investigación científica o académica. La primera característica es su naturaleza retrospectiva: busca reconstruir eventos pasados a partir de rastros y evidencias remanentes. Como señala Rossmo (2009), "esta retrospectividad presenta desafíos únicos; mientras experimentos científicos pueden repetirse bajo condiciones controladas para verificar resultados, hechos criminales son únicos e irrepetibles, requiriendo inferencias basadas en evidencias incompletas y frecuentemente deterioradas" (p. 23).

La segunda característica distintiva es la necesidad de estándares probatorios estrictos. Como explican Inbau et al. (2013), "las conclusiones investigativas no solo deben ser correctas sino demostrablemente correctas según estándares legales específicos; en

sistemas penales, esto típicamente significa prueba más allá de duda razonable, estándar extremadamente exigente que refleja principio de que es preferible absolver culpables que condenar inocentes" (p. 45).

La tercera característica es la adversarialidad del contexto. Como documentan Garrett (2011), "las conclusiones investigativas serán escrutadas por defensa que buscará activamente debilidades, inconsistencias o explicaciones alternativas; esta adversarialidad, aunque puede percibirse como obstáculo, en realidad fortalece calidad de investigaciones al incentivar rigor y exhaustividad" (p. 89).

La cuarta característica es la urgencia temporal. Como señalan Bennett y Hess (2007), "mientras investigaciones académicas pueden extenderse años sin consecuencias inmediatas, investigaciones criminales enfrentan presiones temporales múltiples: deterioro de evidencias, fuga de sospechosos, prescripción de delitos, demandas públicas de resultados; esta urgencia debe balancearse cuidadosamente con necesidad de rigor metodológico" (p. 156).

La quinta característica fundamental es la multidisciplinariedad esencial. Como explican Palmiotto (2013), "ninguna disciplina aislada proporciona todas las herramientas necesarias; las investigaciones efectivas integran criminalística, inteligencia policial, análisis financiero, psicología, informática, medicina forense y conocimientos legales; esta integración requiere comunicación efectiva entre profesionales de formaciones diversas" (p. 234).

b) Importancia de la investigación criminal sistemática

La investigación criminal sistemática constituye pilar fundamental del estado de derecho y la convivencia social pacífica (Tyler, 2006). Su importancia trasciende la resolución de casos individuales, teniendo implicaciones profundas para la sociedad en su conjunto.

c) Administración de justicia

La primera importancia fundamental es su contribución a la administración de justicia efectiva. Como señalan Forst (2004), "sin investigaciones competentes, el sistema judicial carece de base fáctica sólida para tomar decisiones; las investigaciones deficientes resultan en impunidad de culpables cuando evidencia insuficiente impide condenas, o en condena de inocentes cuando investigaciones sesgadas o incompetentes señalan erróneamente a personas sin responsabilidad" (p. 12).

La calidad de las investigaciones determina directamente la efectividad del sistema de justicia penal. Como documentan Braga et al. (2019) en análisis comparativo internacional, "sistemas con investigaciones sistemáticas y profesionales muestran tasas de esclarecimiento más altas, mayor confianza pública y, en algunos contextos, menor criminalidad; sistemas con investigaciones deficientes generan impunidad, erosionan confianza ciudadana en instituciones y pueden perpetuar ciclos de violencia cuando víctimas recurren a justicia privada" (p. 445).

d) Protección de derechos fundamentales

La segunda importancia crucial es la protección de derechos fundamentales tanto de víctimas como de acusados. Como establecen Campbell y Raja (2005) en su estudio sobre experiencias de víctimas con sistemas de justicia, "las víctimas tienen derecho a que el Estado investigue diligentemente delitos cometidos contra ellas, identifique responsables y asegure justicia y reparación; las investigaciones negligentes o incompetentes constituyen revictimización, añadiendo injusticia institucional al daño original del delito" (p. 228).

Los acusados tienen derecho a investigaciones objetivas que no los prejuzguen ni violen sus garantías procesales. Como documenta Garrett (2011) en análisis de 250 exoneraciones mediante ADN:

“Las investigaciones sesgadas que ignoran evidencia exculpatoria o emplean métodos coercitivos ilegales violan derechos fundamentales y pueden resultar en errores judiciales trágicos. La historia está plagada de casos donde investigaciones deficientes condujeron a condenas de inocentes, algunas descubiertas décadas después mediante análisis de ADN. Estos casos revelan patrones recurrentes: identificaciones testimoniales incorrectas, confesiones falsas obtenidas mediante interrogatorios coercitivos, análisis forenses deficientes, testimonios de informantes poco confiables”(p. 89).

e) Prevención y disuasión

La tercera importancia significativa es el efecto preventivo y disuasivo. Como establecen Durlauf y Nagin (2011) en su revisión de literatura sobre disuasión:

Las investigaciones efectivas que identifican y capturan responsables aumentan riesgo percibido de detección, disuadiendo potenciales delincuentes. Este efecto disuasivo no depende tanto de severidad de castigos como de certeza de detección. Sociedades con altas tasas de esclarecimiento pero penas moderadas frecuentemente tienen menor criminalidad que sociedades con penas severas pero esclarecimiento bajo (p. 43).

Las investigaciones también generan conocimiento sobre patrones delictivos. Como documentan Rossmo (2009) y Boba Santos (2013), "el análisis de series de delitos similares puede revelar vulnerabilidades específicas—lugares desprotegidos, horarios de mayor riesgo, víctimas preferidas—que pueden abordarse mediante medidas preventivas focalizadas, generando estrategias de prevención basadas en evidencia en lugar de suposiciones" (Rossmo, 2009, p. 234).

f) Legitimidad institucional

La cuarta importancia es el fortalecimiento de la legitimidad institucional. Como explica Tyler (2006) en su teoría de legitimidad procedimental:

Cuando ciudadanos perciben que sistema de justicia investiga efectivamente, identifica responsables y sanciona apropiadamente, mantienen confianza en instituciones y respetan la ley. Cuando perciben impunidad sistemática, pierden fe en instituciones y pueden recurrir a medios extralegales de protección o justicia. Esta legitimidad no se construye solo con resultados sino también con procedimientos: investigaciones que respetan derechos, mantienen transparencia apropiada y operan dentro de marcos legales generan mayor confianza que investigaciones que obtienen resultados mediante violaciones de derechos (p. 307).

Estudios empíricos confirman esta relación. Como reportan Sunshine y Tyler (2003), "la legitimidad percibida del sistema de justicia predice cooperación ciudadana con policía, obediencia de leyes y apoyo a instituciones independientemente de efectividad instrumental; procedimientos justos importan tanto como resultados efectivos para mantener legitimidad institucional" (p. 513).



Figura 6. Importancia multidimensional de la investigación criminal.

3.3.4 Consecuencias de investigaciones deficientes

Las investigaciones deficientes generan consecuencias graves que trascienden casos individuales. La impunidad resultante de investigaciones incompetentes erosiona el estado de derecho. Como documentan Bergman y Whitehead (2009) en estudio sobre impunidad en América Latina, "tasas de esclarecimiento crónicamente bajas—frecuentemente inferiores a 5% para algunos delitos—generan percepción de que crimen no tiene consecuencias, incentivando criminalidad adicional y erosionando confianza en instituciones" (p. 234).

Los errores judiciales resultantes de investigaciones sesgadas o incompetentes constituyen tragedias humanas profundas. Como documenta Scheck et al. (2000) en su análisis del Proyecto Innocence:

Las personas condenadas erróneamente sufren privación de libertad, estigmatización social y destrucción de sus vidas y familias. Simultáneamente, los verdaderos responsables permanecen libres, frecuentemente cometiendo delitos adicionales. El Proyecto Innocence ha exonerado más de 375 personas en Estados Unidos mediante análisis de ADN, muchas después de décadas de prisión, algunas del corredor de la muerte. Estos casos revelan costos humanos devastadores de investigaciones deficientes (p. 15).

Las investigaciones deficientes también desperdician recursos públicos escasos. Como señalan Peterson y Hickman (2005), "recursos investigativos mal dirigidos a sospechosos incorrectos o líneas infructuosas no están disponibles para investigaciones más productivas; casos llevados a juicio con evidencia insuficiente resultan en absoluciones costosas; condenas erróneas requieren posteriormente costosos procesos de revisión y compensación" (p. 67).

El Innocence Project ha documentado factores recurrentes en condenas erróneas: identificaciones testimoniales incorrectas (69%), ciencia forense defectuosa o exagerada (43%), confesiones falsas (27%), testimonios de informantes incentivados (15%) y defensa legal inadecuada (National Registry of Exonerations, 2020). Como advierte el National Research Council (2009), "muchos de estos factores reflejan deficiencias investigativas que investigaciones sistemáticas apropiadas podrían prevenir" (p. 184).

3.3.5 Estándares de calidad en investigación criminal

El reconocimiento de la importancia crítica de investigaciones de calidad ha motivado desarrollo de estándares internacionales. Como documentan organismos como INTERPOL (2019), Europol y la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, 2017), "estos estándares enfatizan varios elementos fundamentales para asegurar calidad y efectividad investigativa" (INTERPOL, 2019, p. 23).

a) Formación profesional continua

Los estándares enfatizan formación profesional continua para investigadores. Como establecen IACP (2020) y College of Policing (2019) del Reino Unido, "asegurar que investigadores mantengan conocimientos actualizados sobre técnicas investigativas, desarrollos científicos y marcos legales requiere programas estructurados de formación inicial y continua, certificaciones profesionales y oportunidades de especialización" (IACP, 2020, p. 12).

b) Supervisión y control de calidad

Los estándares requieren supervisión y control de calidad de investigaciones. Como explica Cordner (2017), "incluyendo revisión de casos por supervisores experimentados, auditorías periódicas de procesos, mecanismos de detección temprana de problemas y sistemas de revisión de casos fríos que identifican oportunidades de reinvestigación con nuevas técnicas" (p. 156).

c) Documentación exhaustiva

Los estándares exigen documentación exhaustiva de todas las actuaciones investigativas. Como señalan las guías del Department of Justice (2013), "creando registros auditables que permiten revisión posterior, verificación de procedimientos, evaluación de calidad y rendición de cuentas; la documentación debe incluir no solo qué se hizo sino también por qué, qué alternativas se consideraron y qué limitaciones se reconocieron" (p. 45).

d) Colaboración interinstitucional

Los estándares promueven colaboración interinstitucional e internacional. Como documentan Gerspacher y Lemieux (2017), "cuando casos lo requieren, superando limitaciones jurisdiccionales mediante protocolos establecidos, acuerdos de cooperación, intercambio de información y operaciones conjuntas que maximizan recursos y expertise disponibles" (p. 234).

e) Respeto de derechos humanos

Los estándares enfatizan respeto riguroso de derechos humanos y garantías procesales. Como establecen las guías de la United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC, 2017), "en todas las etapas investigativas, balanceando efectividad con protección de derechos fundamentales, asegurando que búsqueda de justicia no comprometa principios que sistema de justicia existe para proteger" (p. 23).

La acreditación de unidades investigativas según estándares internacionales representa tendencia emergente. Como documentan varios autores (Bayley, 2016; College of Policing, 2019), "similar a acreditación de laboratorios forenses, esta acreditación verifica que unidades cumplen requisitos en cuanto a personal calificado, procedimientos estandarizados, recursos apropiados, sistemas de gestión de casos y mecanismos de control de calidad, proporcionando garantías de competencia y confiabilidad" (Bayley, 2016, p. 178).

3.3.6 Proceso de la Investigación Criminal

El proceso de la investigación criminal consiste en una serie de pasos ordenados que buscan descubrir la verdad de un hecho delictivo. Inicia con la observación del lugar de los hechos, continúa con la recolección y análisis de evidencias, y finaliza con la reconstrucción de lo ocurrido para identificar a los responsables y apoyar a la justicia.

a) Fase inicial: Conocimiento del hecho

El proceso investigativo se inicia con el conocimiento de un presunto hecho delictivo, que puede originarse por múltiples vías: denuncia de víctimas o testigos, detección por patrullajes preventivos, información de informantes, análisis de inteligencia criminal o investigaciones en curso que revelan delitos adicionales (Bennett & Hess, 2007).

La recepción de denuncias requiere protocolos estandarizados que garanticen documentación completa de información inicial. Como explican Osterburg y Ward (2014), "los denunciantes deben ser entrevistados sistemáticamente, registrando no solo hechos sino también

circunstancias de tiempo, modo y lugar, descripción de responsables, identificación de testigos potenciales y existencia de evidencias; las denuncias iniciales frecuentemente contienen información crucial que puede perderse si no se documenta apropiadamente desde el inicio" (p. 89).

La evaluación preliminar determina si los hechos denunciados constituyen presuntamente delito, si existen elementos suficientes para iniciar investigación formal y qué urgencias investigativas existen. Como señalan Palmiotto (2013), "no todos los reportes recibidos requieren investigaciones exhaustivas; algunos corresponden a hechos no delictivos, otros carecen de elementos mínimos identificativos; la evaluación preliminar optimiza recursos investigativos al priorizar casos con mayor probabilidad de esclarecimiento y mayor gravedad" (p. 134).

La notificación a fiscalía (en sistemas donde fiscales dirigen investigaciones) o a jueces de instrucción (en sistemas con jueces investigadores) inicia formalmente el proceso. Como establecen las normas procesales de diversos países, "esta notificación debe realizarse oportunamente, cumpliendo plazos legales establecidos; la autoridad competente asumirá dirección jurídica de investigación, autorizando diligencias, evaluando legalidad de actuaciones y decidiendo sobre medidas cautelares" (Inbau et al., 2013, p. 23).

b) Fase de planeación

La planeación investigativa estructura el proceso subsecuente, identificando objetivos específicos, priorizando líneas investigativas, asignando recursos y estableciendo cronogramas. Como advierten

Rossmo (2009), "las investigaciones sin planeación apropiada frecuentemente proceden caóticamente, desperdician recursos en diligencias improductivas y omiten actuaciones importantes" (p. 156).

El plan investigativo identifica preguntas específicas que requieren respuesta: ¿Quién es la víctima? ¿Cuál fue la causa de muerte? ¿Quiénes tuvieron oportunidad? ¿Qué móviles existen? ¿Qué evidencias físicas están disponibles? Como explican Bennett y Hess (2007), "cada pregunta sugiere líneas investigativas específicas y diligencias necesarias, estructurando trabajo subsecuente de manera lógica y exhaustiva" (p. 178).

La priorización de líneas investigativas considera múltiples factores. Como documentan Horvath y Meesig (1996):

“Probabilidad de éxito basada en experiencia previa con casos similares, urgencia temporal considerando evidencias que pueden perderse o sospechosos que pueden huir, costo de recursos humanos y materiales necesarios, y potencial probatorio evaluando qué líneas tienen mayor probabilidad de generar evidencia admisible y convincente. Las líneas con mayor probabilidad de identificar responsables o reunir evidencia crucial reciben prioridad sin abandonar completamente líneas alternativas” (p. 234).

La asignación de recursos humanos y materiales debe ser realista. Como señalan Palmiotto (2013), "considerando personal disponible, expertise requerido, equipamiento necesario y presupuesto; las investigaciones complejas frecuentemente requieren equipos multidisciplinarios que

integran investigadores generalistas, especialistas forenses, analistas de inteligencia, expertos financieros y otros profesionales según necesidades específicas" (p. 267).

El establecimiento de cronogramas estructura temporalmente la investigación. Como explican Osterburg y Ward (2014), "estableciendo plazos realistas para diligencias específicas, considerando complejidades técnicas y dependencias entre diligencias donde algunos análisis no pueden realizarse hasta obtener resultados de análisis previos; sin embargo, cronogramas deben también incorporar urgencia apropiada, reconociendo que demoras pueden comprometer casos" (p. 289).

c) Fase de ejecución

La ejecución implementa el plan investigativo mediante realización de diligencias específicas. Como señalan Bennett y Hess (2007), "esta fase incluye actividades extremadamente diversas: inspecciones de escenas del crimen, entrevistas de testigos, interrogatorios de sospechosos, análisis forenses, vigilancia, análisis de información financiera, coordinación con otras agencias" (p. 234).

d) Diligencias de escena

Las inspecciones de escenas del crimen siguen protocolos ya descritos en secciones anteriores: protección, observación, fijación y recolección (Lee et al., 2021). Como enfatizan Fisher y Fisher (2022), "inspecciones pueden requerirse en múltiples ubicaciones relacionadas con caso: lugar del hecho principal, rutas de aproximación y huida, lugares de

disposición de evidencias, domicilios de sospechosos, vehículos utilizados" (p. 156).

Las segundas inspecciones frecuentemente resultan necesarias cuando investigaciones iniciales omitieron áreas o cuando nueva información sugiere relevancia de ubicaciones específicas. Como advierten Gardner (2023), "sin embargo, segundas inspecciones enfrentan desventaja de que escenas pueden haber sido alteradas, evidencias pueden haberse perdido o contaminado; esta realidad enfatiza importancia de inspecciones iniciales exhaustivas" (p. 234).

e) Entrevistas y testimonios

Las entrevistas de testigos buscan obtener información sobre hechos observados. Como explican Fisher y Geiselman (1992) en desarrollo de la Entrevista Cognitiva:

Las entrevistas efectivas requieren habilidades especializadas: establecer rapport que genere confianza, hacer preguntas abiertas que no sugieran respuestas, escuchar activamente sin interrumpir prematuramente, identificar inconsistencias sin confrontación que inhiba cooperación, y documentar precisa y exhaustivamente. La Entrevista Cognitiva utiliza principios psicológicos para maximizar recuperación de información precisa mediante técnicas como reinstauración mental de contexto y recuperación desde múltiples perspectivas (p. 89).

La psicología del testimonio ha demostrado que memorias son maleables y susceptibles a distorsión. Como documentan Loftus (2005) y Wells y Loftus (2013):

Los testigos pueden confundir detalles, incorporar información post-evento como si fuera memoria original, o ser influenciados por preguntas sugestivas. Los procedimientos de identificación—ruedas de reconocimiento, presentación de fotografías—deben estructurarse cuidadosamente siguiendo protocolos validados que minimizan identificaciones erróneas: presentaciones secuenciales en lugar de simultáneas, instrucciones que expliciten que perpetrador puede no estar presente, administración ciega donde persona que conduce procedimiento no sabe quién es sospechoso (Wells & Loftus, 2013, p. 257).

Los interrogatorios de sospechosos presentan desafíos adicionales. Como establecen Inbau et al. (2013) pero con advertencias de Leo (2008) sobre riesgos:

Deben respetar rigurosamente derechos—notificación de cargos según Miranda, derecho a guardar silencio, derecho a abogado—para garantizar admisibilidad de declaraciones. Deben evitar técnicas coercitivas que pueden generar confesiones falsas: promesas de leniencia, amenazas de consecuencias severas, interrogatorios prolongados que inducen fatiga, presentación de evidencia falsa. Deben documentarse completamente, preferentemente mediante video que registra no solo palabras sino también conductas no verbales,

protegiendo tanto derechos del sospechoso como integridad de procedimiento (Leo, 2008, p. 332).

f) Análisis de información

El análisis de información integra datos de fuentes diversas—testimonios, evidencias físicas, registros documentales, inteligencia previa—identificando patrones, conexiones y contradicciones. Como explican Boba Santos (2013), "este análisis frecuentemente utiliza herramientas como análisis de vínculos (link analysis) que visualizan relaciones entre personas, organizaciones y eventos; líneas de tiempo que ordenan eventos cronológicamente; y matrices de información que organizan datos sistemáticamente" (p. 156).

El análisis financiero resulta crucial en delitos económicos, corrupción y crimen organizado. Como documentan Levi y Reuter (2006), "rastrear flujos de dinero puede revelar estructuras organizativas, identificar beneficiarios finales y establecer móviles; sin embargo, análisis financiero presenta desafíos técnicos—transacciones complejas diseñadas para ocultar orígenes—y legales—acceso a información bancaria requiere frecuentemente autorizaciones judiciales específicas" (p. 289).

g) Coordinación interinstitucional

Las investigaciones complejas frecuentemente requieren coordinación con múltiples instituciones: otras unidades policiales, fiscalía, poder judicial, instituciones financieras, proveedores de servicios (telefónicos, internet), agencias internacionales cuando delitos trascienden fronteras.

Como señalan Gerspacher y Lemieux (2017), "esta coordinación puede ser desafiante por diferencias institucionales, requisitos burocráticos y ocasionalmente conflictos jurisdiccionales" (p. 234).

Los *protocolos de coordinación interinstitucional* establecen mecanismos para solicitar información, compartir inteligencia y coordinar actuaciones. Como documentan las guías de INTERPOL (2019), "los acuerdos de cooperación internacional facilitan asistencia mutua legal entre países, permitiendo extradiciones, traslado de evidencias y ejecución de diligencias en jurisdicciones extranjeras mediante canales establecidos como avisos rojos, difusiones y solicitudes de asistencia legal mutua" (p. 45).

3.4 Fase de análisis y síntesis

El análisis integra información recopilada, identificando patrones, evaluando consistencias y contradicciones, y formulando conclusiones. Como advierten Rossmo (2009), "esta fase requiere pensamiento crítico, capacidad analítica y resistencia a sesgos confirmatorios que pueden llevar a interpretar evidencia selectivamente" (p. 267).

El análisis debe considerar todas las hipótesis razonables, no solamente aquellas que parecen más probables inicialmente. Como explican Findley y Scott (2006) en su análisis del sesgo de túnel de visión:

“La evaluación de hipótesis alternativas fortalece conclusiones al demostrar que otras explicaciones son inconsistentes con evidencias acumuladas. El análisis debe también identificar lagunas informativas, reconociendo explícitamente qué aspectos

permanecen inciertos o requieren investigación adicional. El sesgo de confirmación—tendencia a buscar evidencia que confirma creencias previas ignorando evidencia contradictoria—representa peligro reconocido que debe contrarrestarse mediante evaluación estructurada de múltiples hipótesis” (p. 292).

La síntesis construye narrativas coherentes que explican cómo, cuándo, dónde y por qué ocurrieron los hechos, y quiénes participaron. Como señalan Chisum y Turvey (2011), "estas narrativas deben ser internamente consistentes y compatibles con todas las evidencias disponibles; inconsistencias irreducibles pueden indicar lagunas investigativas, errores en análisis previos o participación de personas adicionales no identificadas" (p. 345).

La evaluación probatoria determina si evidencias reunidas son suficientes para sustentar cargos formales según estándares legales aplicables. Como explican Forst (2004), "esta evaluación considera no solamente cantidad de evidencia sino también su calidad, confiabilidad, admisibilidad legal y resistencia a cuestionamientos; evidencia abundante pero de baja calidad puede ser insuficiente, mientras evidencia limitada pero extremadamente sólida puede ser suficiente para condena" (p. 156).

3.5 Fase de conclusión

La fase conclusiva formaliza resultados investigativos mediante informes que documentan actuaciones realizadas, evidencias reunidas, análisis efectuados y conclusiones alcanzadas. Como señalan Osterburg

y Ward (2014), "estos informes constituyen base para decisiones fiscales—formular cargos, solicitar sobreseimientos—y eventualmente para procesos judiciales" (p. 389).

Los informes investigativos deben ser exhaustivos pero organizados, documentando metódicamente cada aspecto relevante. Como establecen las guías del Department of Justice (2013), "la estructura típica incluye: antecedentes del caso describiendo cómo se conoció el hecho, diligencias realizadas en orden cronológico o lógico, evidencias recopiladas con referencias a cadenas de custodia, análisis de información integrando hallazgos de múltiples fuentes, conclusiones basadas en evidencia acumulada, y recomendaciones sobre cursos de acción" (p. 67).

Los informes deben redactarse en lenguaje claro, técnicamente preciso pero comprensible para no especialistas. Como advierten Bennett y Hess (2007), "fiscales, jueces y jurados no necesariamente tienen formación técnica en criminalística o investigación; informes deben comunicar efectivamente sin simplificar excesivamente ni usar jerga innecesaria que oscurece significado" (p. 423).

La documentación probatoria organiza evidencias sistemáticamente, asegurando que estén adecuadamente individualizadas, que cadenas de custodia estén completas, que análisis periciales estén adjuntos, y que todo esté indexado para facilitar consulta. Como señalan Girelli et al. (2018), "esta organización resulta crucial en juicios, donde fiscal y defensa necesitan acceder rápidamente a evidencias específicas durante interrogatorios, contrainterrogatorios y argumentaciones" (p. 234).

La presentación de casos a fiscalía implica frecuentemente reuniones donde investigadores explican el caso, responden preguntas, discuten fortalezas y debilidades probatorias, y reciben orientación sobre diligencias adicionales necesarias. Como documentan Forst (2004), "esta interacción entre investigadores y fiscales optimiza calidad de casos llevados a juicio, permitiendo identificar lagunas antes de presentación formal, fortalecer aspectos débiles y asegurar que evidencia se presenta de manera más convincente posible" (p. 189).

Tabla 9. Fases del proceso de investigación criminal.

Fase	Actividades Principales	Productos	Duración Típica	Referencia
Conocimiento del Hecho	Recepción de denuncia, evaluación preliminar, notificación	Reporte inicial, asignación de caso	Inmediato – 24 horas	Bennett & Hess, 2007
Planeación	Análisis inicial, identificación de líneas investigativas, asignación de recursos	Plan investigativo	1 – 3 días	Rossmo, 2009
Ejecución	Inspecciones, entrevistas, análisis forenses, vigilancia,	Evidencias, testimonios, registros	Variable (días a meses)	Osterburg & Ward, 2014

	coordinación interinstitucional			
Análisis	Integración de información, evaluación de hipótesis, síntesis de resultados	Análisis integrado, conclusiones preliminares	Variable	Chisum & Turvey, 2011
Conclusión	Elaboración de informes, organización probatoria, presentación a fiscalía	Informe final, expediente completo	1 – 2 semanas	DOJ, 2013

3.6 Conclusiones del capítulo 3

La criminalística y la investigación criminal constituyen componentes complementarios e inseparables del proceso de esclarecimiento de hechos delictivos. Mientras la criminalística proporciona análisis científicos especializados de evidencias físicas, la investigación criminal integra estos análisis dentro de estrategias investigativas más amplias que incluyen también inteligencia, testimonios, análisis de información y coordinación interinstitucional.

La distinción entre criminalística de campo y criminalística de laboratorio, aunque útil conceptualmente, no debe oscurecer la realidad de que ambas constituyen fases integradas de proceso continuo. La calidad del trabajo de laboratorio depende críticamente de la calidad del trabajo de campo; evidencias mal recolectadas o inadecuadamente

preservadas pueden resultar inútiles sin importar cuán sofisticados sean los análisis posteriores. La comunicación bidireccional y la coordinación efectiva entre campo y laboratorio optimizan resultados investigativos.

La investigación criminal sistemática constituye pilar fundamental del estado de derecho, contribuyendo no solamente a la resolución de casos individuales sino también a la administración de justicia, protección de derechos fundamentales, prevención de delitos futuros y legitimidad institucional. Las investigaciones deficientes generan consecuencias graves: impunidad que erosiona confianza pública, errores judiciales que destruyen vidas y desperdicio de recursos públicos escasos.

El proceso de investigación criminal sigue estructura metodológica que incluye conocimiento del hecho, planeación, ejecución, análisis y conclusión. Esta estructura no debe interpretarse rígidamente; las investigaciones reales frecuentemente son iterativas, retornando a fases anteriores cuando nueva información lo requiere. Sin embargo, la estructura proporciona marco organizativo que previene omisiones, optimiza recursos y asegura documentación apropiada.

Los estándares de calidad en investigación criminal, desarrollados por organizaciones internacionales y adoptados progresivamente por jurisdicciones nacionales, reflejan reconocimiento creciente de que investigaciones competentes no resultan de improvisación o intuición sino de aplicación sistemática de mejores prácticas, formación profesional continua, supervisión apropiada y respeto riguroso de derechos fundamentales y procedimientos legales.

CAPÍTULO IV

4 INVESTIGACIÓN CRIMINAL

Este capítulo final profundiza en los aspectos metodológicos y operativos de la investigación criminal, explorando los pasos generales y específicos que estructuran investigaciones efectivas, las fases que organizan temporalmente el trabajo investigativo y las funciones específicas que cumplen criminalistas e investigadores dentro del proceso (Osterburg & Ward, 2014). Mientras el capítulo anterior proporcionó visión general del proceso investigativo, este capítulo desciende al nivel de procedimientos concretos y responsabilidades específicas.

La investigación criminal contemporánea ha evolucionado desde prácticas artesanales e intuitivas hacia metodologías sistemáticas basadas en mejores prácticas desarrolladas y validadas internacionalmente (Bennett & Hess, 2007). Como señalan Rossmo (2009), "esta profesionalización refleja reconocimiento de que investigaciones competentes requieren no solamente dedicación e intuición sino también formación especializada, procedimientos estandarizados y trabajo en equipo coordinado" (p. 23).

El capítulo examina cómo se organizan investigaciones desde perspectivas complementarias: los pasos que estructuran lógicamente el trabajo investigativo, las fases que lo organizan temporalmente, y los roles que diferentes profesionales cumplen dentro del proceso. Como explican Palmiotto (2013), "esta comprensión multidimensional resulta esencial para profesionales que deberán colaborar efectivamente en

investigaciones reales, donde éxito depende de coordinación apropiada entre especialistas diversos" (p. 156).

4.1 Resultados de aprendizaje del capítulo

Al finalizar el estudio de este capítulo, el estudiante será capaz de:

1. Identificar y explicar los pasos generales de la investigación criminal, comprendiendo su lógica y secuencia metodológica.
2. Describir los pasos específicos aplicables a diferentes tipos de delitos, reconociendo cómo metodologías generales se adaptan a circunstancias particulares.
3. Analizar las fases de la investigación criminal desde perspectiva temporal, comprendiendo cómo se organizan y secuencian las actividades investigativas.
4. Definir las funciones específicas del criminalista y del investigador criminal dentro del proceso investigativo, comprendiendo sus responsabilidades, límites y necesidades de coordinación.
5. Aplicar principios de ética profesional y respeto a garantías procesales en el contexto de investigaciones criminales.

4.2 Pasos generales de la investigación criminal

La investigación criminal se desarrolla a través de pasos básicos que permiten aclarar un delito. Comienza con la observación y protección del lugar de los hechos, continúa con la recolección y análisis de evidencias, y concluye con la interpretación de la información para reconstruir lo sucedido y contribuir a la aplicación de la justicia.

4.2.1 Verificación del hecho

El primer paso en toda investigación criminal consiste en verificar que efectivamente ocurrió un hecho presuntamente delictivo (Bennett & Hess, 2007). Esta verificación puede parecer obvia, pero resulta crucial; como señalan Osterburg y Ward (2014), "no todas las denuncias corresponden a hechos reales, y recursos investigativos limitados deben concentrarse en casos genuinos donde existe fundamento razonable para creer que ocurrió delito" (p. 89).

La verificación implica confirmar la existencia de elementos objetivos que sustenten la denuncia o reporte inicial. Como explican Palmiotto (2013), "en casos de homicidio, la existencia de un cadáver constituye verificación fundamental; en robos, la constatación de faltantes y evidencias de ingreso forzoso verifican el hecho; en delitos sin víctimas evidentes—tráfico de drogas, corrupción—la verificación puede requerir investigaciones preliminares más extensas" (p. 134).

La verificación también evalúa si el hecho constituye presuntamente delito según legislación aplicable. Como advierten Inbau et al. (2013), "algunos hechos denunciados corresponden a conflictos civiles,

laborales o administrativos que no configuran delitos penales; la calificación legal preliminar del hecho orienta el curso de investigación, determinando qué tipo de evidencias son relevantes y qué procedimientos son aplicables" (p. 45).

La verificación temprana previene desperdicio de recursos en investigaciones infructuosas. Sin embargo, como señalan Horvath y Meesig (1996), "debe balancearse con necesidad de no desestimar prematuramente denuncias legítimas; la verificación inadecuada puede resultar en archivo de casos que posteriormente demuestran ser genuinos, generando impunidad y desconfianza en instituciones" (p. 234).

La documentación de la verificación establece el punto de partida oficial de la investigación. Como establecen las guías del Department of Justice (2013), "esta documentación incluye quién verificó el hecho, mediante qué medios, qué se constató y qué calificación preliminar se asignó; esta información constituye parte del expediente investigativo y puede ser relevante posteriormente si surgen cuestionamientos sobre bases para iniciar investigación" (p. 23).

4.2.2 Protección y preservación de evidencias

El segundo paso general, frecuentemente simultáneo con la verificación, consiste en proteger y preservar evidencias físicas que puedan existir. Como se discutió extensamente en capítulos anteriores, las escenas del crimen son inherentemente frágiles. Como enfatizan Lee et al. (2021), "evidencias pueden perderse irreversiblemente por contaminación,

alteración o simple deterioro ambiental; la protección inmediata es crucial" (p. 67).

La protección inmediata frecuentemente precede a procedimientos más formales. Como explican Fisher y Fisher (2022):

“El primer respondiente—frecuentemente patrulla de uniformados—debe establecer perímetros provisionales, controlar acceso y evitar alteraciones mientras llega personal especializado. Esta actuación inicial, aunque básica, resulta crucial; protección tardía puede permitir pérdidas de evidencias que ninguna técnica posterior puede recuperar. La contaminación por pisadas, movimiento de objetos o simple exposición a elementos puede comprometer irremediablemente evidencias críticas”(p. 89).

La preservación de evidencias se extiende más allá de escenas físicas. Como documentan Casey (2019) y Grispos et al. (2012), "evidencias digitales requieren preservación inmediata mediante aislamiento de dispositivos de redes para prevenir acceso remoto que podría borrar datos, prevención de encendido/apagado que puede activar mecanismos de destrucción automática, y documentación de estados iniciales antes de cualquier manipulación" (Casey, 2019, p. 156).

Las evidencias documentales requieren prevención de alteraciones, sustracciones o destrucción. Como señalan Morris (2000), "documentos deben fotografiarse in situ antes de manipulación, manipularse con guantes para preservar huellas dactilares potenciales, y almacenarse en

condiciones que prevengan deterioro—humedad, luz solar, dobleces adicionales" (p. 89).

Los testigos requieren separación que evite contaminación mutua de testimonios. Como advierten Fisher y Geiselman (1992) basándose en investigación sobre memoria de testigos, "cuando testigos múltiples discuten eventos observados antes de entrevistas formales, pueden influenciarse mutuamente, incorporando detalles mencionados por otros como si fueran memorias propias; la separación inmediata previene esta contaminación" (p. 67).

Los registros de protección documentan quién estableció perímetros, cuándo, qué áreas se protegieron y quién accedió posteriormente. Como establecen las guías de SWGDE (Scientific Working Group on Digital Evidence, 2019), "esta documentación es parte integral de cadena de custodia, permitiendo explicar posteriormente cualquier contaminación o alteración detectada y proporcionando base para evaluar integridad de evidencias" (p. 12).

4.2.3 Recolección de información

El tercer paso general implica recolección sistemática de información relevante de fuentes diversas (Osterburg & Ward, 2014). Como explican Bennett y Hess (2007), "esta información incluye evidencias físicas, testimonios, documentación, antecedentes, información de inteligencia y datos contextuales que sitúan el hecho en perspectiva más amplia" (p. 234).

La recolección de evidencias *físicas* sigue protocolos especializados según tipo de indicio, como se detalló en capítulos anteriores. Sin embargo, como enfatizan Girelli et al. (2018), "merece énfasis que recolección no es simplemente acumulación indiscriminada; requiere criterio para identificar qué es relevante, secuenciación apropiada de procedimientos donde algunos análisis pueden destruir muestras por lo que deben posponerse hasta completar análisis no destructivos, y documentación meticulosa de cada paso" (p. 156).

La recolección de testimonios mediante entrevistas de testigos y víctimas debe realizarse pronta pero apropiadamente. Como documentan Kebbell y Milne (1998) en su revisión de literatura sobre efectividad de entrevistas policiales:

“Las memorias se deterioran con el tiempo según curvas bien establecidas, pero entrevistas apresuradas pueden omitir información importante. Las entrevistas deben ser exhaustivas pero no sugestivas, siguiendo protocolos como la Entrevista Cognitiva que maximizan recuperación de información precisa. Deben documentarse completa y precisamente, preferentemente mediante video que captura no solo palabras sino también lenguaje corporal y tono emocional que pueden ser relevantes para evaluar credibilidad”(p. 139).

La recopilación de antecedentes investiga historiales de personas involucradas—víctimas, testigos, sospechosos—buscando información relevante. Como señalan Rossmo (2009), "antecedentes penales, relaciones conocidas, actividades habituales, situación económica,

perfiles digitales públicos en redes sociales proporcionan información contextual que frecuentemente sugiere líneas investigativas, identifica móviles potenciales o revela conexiones no evidentes inicialmente" (p. 267).

La obtención de registros documentales (telefónicos, financieros, médicos, comerciales) puede requerir autorizaciones judiciales específicas cuando involucra información privada protegida. Como establecen Inbau et al. (2013), "los procedimientos para solicitar y ejecutar estas autorizaciones deben seguirse rigurosamente para garantizar admisibilidad probatoria; solicitudes deben fundamentarse en causa probable articulada específicamente, autorizaciones deben ejecutarse dentro de parámetros establecidos, y resultados deben documentarse apropiadamente" (p. 178).

4.2.4 Análisis de información

El cuarto paso general integra información recolectada, identificando patrones, evaluando consistencias y contradicciones, y formulando hipótesis sobre cómo ocurrieron los hechos (Rossmo, 2009). Como advierten Chisum y Turvey (2011), "este análisis transforma datos brutos en inteligencia investigativa que orienta actuaciones posteriores; sin análisis apropiado, información permanece como colección desorganizada de hechos inconexos" (p. 156).

El análisis debe ser sistemático, no intuitivo o casual. Como explican Boba Santos (2013), "las técnicas analíticas estructuradas incluyen análisis cronológico que ordena eventos temporalmente identificando secuencias, análisis espacial que mapea ubicaciones relevantes

revelando patrones geográficos, análisis de vínculos que identifica conexiones entre personas, organizaciones y eventos visualizándolas gráficamente, análisis de modus operandi que compara patrones con casos conocidos, y análisis de oportunidad que determina quiénes tuvieron capacidad física de cometer el hecho" (p. 145).

El análisis comparativo resulta particularmente valioso cuando existen series de delitos similares. Como documentan Rossmo (2009) y Salfati (2008) en sus estudios sobre análisis de series criminales:

“La comparación sistemática de múltiples casos puede revelar patrones que sugieren autoría común: similitudes en método de aproximación a víctimas, instrumentos utilizados, víctimas seleccionadas según características específicas, horarios preferidos, ubicaciones geográficas que forman patrones espaciales reconocibles. Estos patrones pueden vincular casos aparentemente independientes y generar perfiles de sospechosos desconocidos mediante análisis de características consistentes” (Rossmo, 2009, p. 289).

El análisis debe considerar hipótesis múltiples, no comprometerse prematuramente con teoría única. Como advierten Findley y Scott (2006) en su análisis del sesgo de túnel de visión:

“El sesgo confirmatorio—tendencia humana a buscar evidencia que confirme creencias previas ignorando evidencia contradictoria—constituye peligro reconocido en investigaciones. El análisis riguroso examina activamente hipótesis alternativas, identificando qué evidencias las apoyarían

o refutarían, evaluando cada hipótesis contra evidencia acumulada sin favoritismo hacia teoría inicial. Esta aproximación previene convergencia prematura en conclusión incorrecta.” (p. 292).

La identificación de lagunas informativas reconoce qué aspectos permanecen inciertos y qué información adicional se requiere. Como señalan Osterburg y Ward (2014), "esta identificación orienta diligencias posteriores, focalizando esfuerzos en aspectos que realmente necesitan aclaración en lugar de acumular información redundante sobre aspectos ya establecidos; el análisis efectivo identifica no solo lo que se sabe sino también lo que se necesita saber" (p. 345).

4.2.5 Identificación de responsables

El quinto paso general busca identificar a personas responsables del hecho investigado (Bennett & Hess, 2007). Esta identificación puede ocurrir mediante múltiples vías que frecuentemente se complementan: análisis de evidencias físicas, testimonios, análisis de información, vigilancia o trabajo de inteligencia (Palmiotto, 2013).

La identificación mediante evidencias físicas proporciona frecuentemente los vínculos más sólidos. Como documentan Champod et al. (2016) y Butler (2021), "huellas dactilares en escena o en instrumentos del delito, cuando coinciden con registros de persona específica, establecen presencia con certeza prácticamente absoluta; los perfiles genéticos obtenidos de fluidos biológicos alcanzan similares niveles de certeza cuando perfiles completos de 15-20 loci STR se obtienen" (Butler, 2021, p. 234).

Como señalan Schwoeble y Exline (2000), "residuos de disparo en manos de sospechoso sugieren disparó arma recientemente, aunque interpretación requiere cuidado porque presencia indica disparo, manipulación de arma recién disparada, o proximidad a disparo; ausencia no prueba que no disparó porque partículas pueden perderse" (p. 89).

La identificación testimonial resulta frecuentemente de reconocimientos por víctimas o testigos. Sin embargo, como advierten Wells et al. (1998) en sus influyentes recomendaciones sobre procedimientos de identificación:

“La psicología del testimonio ha demostrado que identificaciones testimoniales son menos confiables de lo tradicionalmente asumido. Las identificaciones pueden ser erróneas debido a factores como estrés durante evento que afecta codificación de memoria, efecto de raza cruzada donde testigos tienen mayor dificultad identificando personas de etnias diferentes, sugestión por procedimientos de identificación inadecuados, o simple paso del tiempo que degrada memoria. Los procedimientos de reconocimiento deben estructurarse cuidadosamente: presentaciones secuenciales reducen identificaciones relativas donde testigo elige persona más parecida, aunque no sea perpetrador, instrucciones explicitando que perpetrador puede no estar presente reducen presión para elegir, y administración ciega donde persona conduciendo procedimiento no sabe quién es sospechoso previene influencia inconsciente” (p. 627).

La identificación mediante análisis de información puede resultar de datos telefónicos—ubicación de teléfonos mediante torres celulares establece presencia en área geográfica—registros de transacciones que documentan compras con tarjetas en proximidad temporal y espacial al delito, análisis de redes sociales que revelan conexiones o comunicaciones relevantes, o correlación de múltiples fuentes de información que convergen señalando persona específica. Como documentan Boba Santos (2013), "aunque estas identificaciones frecuentemente son menos directas que evidencias físicas, pueden ser igualmente contundentes cuando múltiples fuentes independientes convergen" (p. 234).

La identificación por trabajo de inteligencia utiliza información de fuentes humanas—informantes, colaboradores que proporcionan información a cambio de consideraciones legales—interceptación legal de comunicaciones autorizada judicialmente, o análisis de patrones delictivos conocidos que sugieren autores probables basándose en modus operandi similar. Como señalan Lyman (2014), "este trabajo frecuentemente identifica sospechosos que posteriormente se confirman mediante evidencia física o testimonial; sin embargo, información de informantes debe verificarse independientemente dado que informantes pueden tener motivaciones para proporcionar información falsa o exagerada" (p. 289).

4.2.6 Acumulación de elementos probatorios

El sexto paso general, paralelo a pasos anteriores, consiste en acumular elementos probatorios suficientes para sustentar acción judicial (Forst,

2004). Como enfatizan Osterburg y Ward (2014), "identificar responsables es insuficiente; debe reunirse evidencia que demuestre responsabilidad según estándares legales aplicables, típicamente prueba más allá de duda razonable en casos penales" (p. 423).

La suficiencia probatoria no es simplemente cuestión de cantidad sino fundamentalmente de calidad. Como explican Garrett (2011) en análisis de condenas erróneas posteriormente revertidas:

“Evidencia abundante pero débil—testimonios inconsistentes, análisis forenses cuestionables, cadenas de custodia rotas—puede ser insuficiente para condena apropiada o, peor aún, puede generar condenas erróneas cuando jurados sobrestiman su valor. Evidencia limitada pero sólida—identificación genética inequívoca con probabilidad de coincidencia aleatoria de uno en varios mil millones, video de alta calidad del hecho mostrando claramente perpetrador, confesión documentada apropiadamente sin indicios de coerción—puede ser suficiente para condena justificada”(p. 89).

La diversidad de evidencias fortalece casos mediante convergencia. Como señalan Chisum y Turvey (2011), "cuando múltiples tipos de evidencia independientes—física, testimonial, documental, digital—señalan al mismo responsable, la probabilidad de error disminuye dramáticamente; esta convergencia proporciona robustez contra cuestionamientos porque incluso si defensa logra desacreditar una evidencia, otras permanecen" (p. 367).

La admisibilidad legal de evidencias requiere que hayan sido obtenidas mediante procedimientos legalmente válidos. Como establecen Inbau et al. (2013):

“Evidencia obtenida mediante violaciones de derechos fundamentales—registros sin autorización judicial cuando es requerida, confesiones coaccionadas mediante amenazas o promesas impropias, cadenas de custodia inadecuadas que no permiten rastrear evidencia desde recolección hasta presentación—puede ser excluida judicialmente independientemente de su valor probatorio intrínseco. La doctrina del fruto del árbol envenenado extiende exclusión no solo a evidencia obtenida ilegalmente sino también a evidencia derivada de aquella. Esta realidad enfatiza importancia de seguir procedimientos apropiados desde el inicio”(p. 234).

La presentabilidad de evidencias considera si pueden explicarse efectivamente a jueces y jurados. Como documentan Koehler (2017) en estudios sobre comprensión de evidencia científica por jurados:

Evidencia técnicamente sólida pero incomprensible para no especialistas tiene valor probatorio limitado en sistema adversarial. Los peritos deben poder traducir hallazgos técnicos a lenguaje claro sin simplificar excesivamente, utilizar ayudas visuales apropiadas que ilustren conceptos sin distorsionarlos, y resistir contrainterrogatorios manteniendo compostura y precisión. La capacidad de comunicar efectivamente puede ser tan importante como competencia técnica para impacto real de evidencia en decisión judicial. (p. 1389).

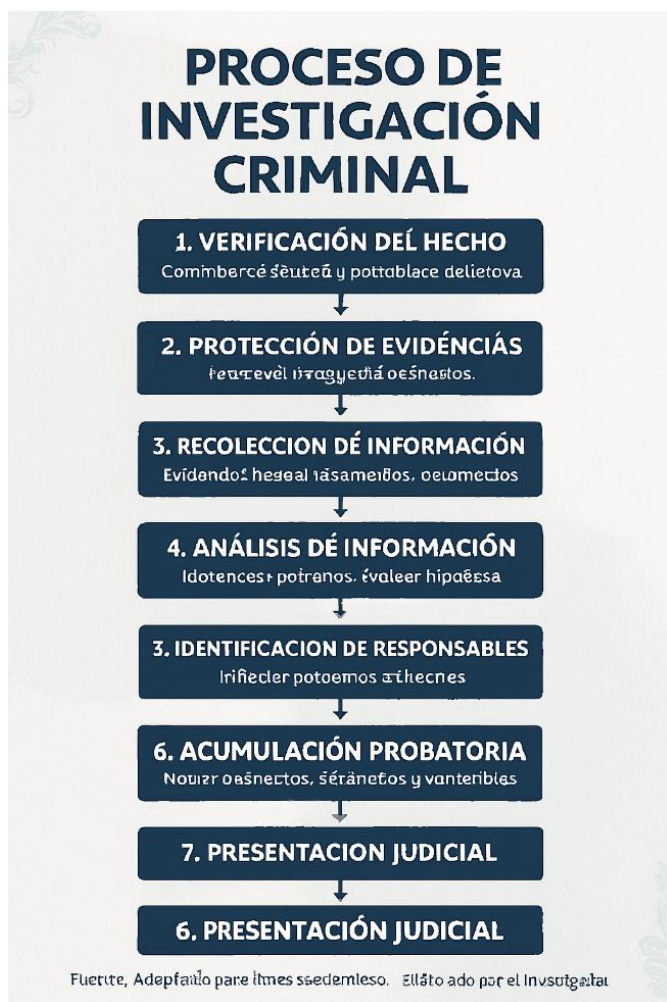


Figura 7. Pasos generales de la investigación criminal.

4.2.7 Coordinación y supervisión

Un paso transversal que permea todos los anteriores es la coordinación entre diferentes actores y la supervisión de calidad (Cordner, 2017). Como explican Palmiotto (2013), "las investigaciones criminales complejas involucran múltiples especialistas: investigadores generalistas, criminalistas de campo, analistas de laboratorio, expertos

financieros, especialistas digitales, analistas de inteligencia y asesores legales" (p. 389).

La coordinación efectiva requiere comunicación clara, definición precisa de responsabilidades, mecanismos de intercambio de información y reuniones periódicas de equipo. Como documentan Gerspacher y Lemieux (2017), "los sistemas de gestión de casos facilitan esta coordinación, proporcionando plataformas centralizadas donde toda información del caso se organiza, actualiza y comparte entre participantes autorizados mediante acceso controlado que mantiene seguridad e integridad de información" (p. 234).

La supervisión por investigadores senior o coordinadores de caso asegura calidad, identifica omisiones, previene errores y mantiene enfoque en objetivos investigativos. Como señalan Bennett y Hess (2007):

“La supervisión no debe ser microgestión que paraliza iniciativa de investigadores individuales, pero tampoco ausencia que permita errores evitables o desviaciones de procedimientos establecidos. El balance apropiado proporciona guía y recursos sin sofocar, revisa trabajo periódicamente sin interferir excesivamente, y proporciona feedback constructivo que facilita aprendizaje y mejoramiento continuo” (p. 456).

4.3 Pasos específicos de la investigación criminal

Los pasos específicos de la investigación criminal se centran en acciones concretas que permiten aclarar un delito. Incluyen la identificación de

indicios, su correcta recolección y preservación, el análisis detallado de las evidencias y la elaboración de conclusiones que ayuden a explicar cómo ocurrieron los hechos y quiénes estuvieron involucrados.

4.2.1 *Investigación de homicidios*

Los homicidios representan los delitos más graves y típicamente reciben máxima prioridad investigativa (Geberth, 2015). Los pasos específicos para investigación de homicidios incluyen varios elementos distintivos más allá de los pasos generales.

4.2.2 *Determinación de causa y modo de muerte*

La autopsia médico-legal constituye procedimiento fundamental que determina causa de muerte—qué produjo el deceso: trauma, asfixia, intoxicación—mecanismo o fisiopatología—cómo la causa produjo el deceso: hemorragia, falla orgánica—y modo clasificatorio—homicidio, suicidio, accidente, natural, indeterminado (DiMaio & DiMaio, 2001). Como señalan Saukko y Knight (2016):

Esta determinación orienta fundamentalmente la investigación porque establece si muerte fue consecuencia de acción criminal. Lo que parece homicidio puede resultar suicidio simulado para parecer asesinato por razones de seguro, o accidente donde circunstancias sugieren inicialmente intencionalidad. La autopsia proporciona base objetiva que puede confirmar, modificar o refutar impresiones iniciales basadas en apariencias de escena (p. 156).

La autopsia también establece intervalo post mortem (tiempo transcurrido desde la muerte), información crucial para establecer cronologías y verificar coartadas. Como documentan Henssge y Madea (2007), "múltiples indicadores contribuyen a esta estimación: temperatura corporal que disminuye según curvas predecibles moduladas por temperatura ambiental, rigidez cadavérica que aparece y desaparece según cronología característica, livideces que se fijan progresivamente, descomposición que progresa en etapas reconocibles, contenido gástrico que indica tiempo desde última comida, y fauna cadavérica cuya sucesión ecológica sigue patrones temporales conocidos" (p. 89).

Sin embargo, como advierten Matuszewski et al. (2020), "estas estimaciones tienen márgenes de error significativos que aumentan con el tiempo transcurrido; estimaciones en primeras 24 horas pueden ser relativamente precisas (± 2 -4 horas), pero después de varios días los márgenes se amplían dramáticamente; esta incertidumbre debe comunicarse honestamente en lugar de proporcionar falsas impresiones de precisión" (p. 234).

4.2.3 Análisis de patrones de lesiones

El análisis detallado de lesiones proporciona información sobre armas utilizadas, número de agresores, secuencia de eventos y posiciones relativas de víctima y agresor. Como explican Saukko y Knight (2016):

Las heridas por arma blanca presentan características morfológicas—longitud, profundidad, bordes, ángulo de penetración—que permiten inferir tipo de instrumento, fuerza aplicada y dirección de ataque. Las

heridas por proyectil de arma de fuego muestran características que permiten determinar distancia de disparo, trayectoria, número de impactos y secuencia cuando hay múltiples heridas. Las lesiones contusas revelan tipo de objeto contundente, fuerza del impacto y dinámica del trauma. (p. 234)

La *reconstrucción de dinámicas* integra hallazgos de autopsia con análisis de escena, particularmente patrones de manchas de sangre. Como documentan Bevel y Gardner (2023), "la ubicación, morfología y distribución de manchas de sangre permiten inferir posición de víctima cuando sangró, movimientos posteriores, número de impactos que produjeron sangrado externo, y posiciones relativas de agresor y víctima durante ataque" (p. 345).

4.2.4 Establecimiento de móvil

Aunque no siempre es elemento legal necesario, establecer móvil—razón por la cual víctima fue asesinada—fortalece casos y orienta identificación de responsables. Como señalan Rossmo (2009), "los móviles típicos incluyen conflictos interpersonales—venganza, celos, disputas—ganancia económica—herencias, seguros, robo—eliminación de testigos, violencia doméstica, delitos sexuales donde homicidio es secundario, y homicidios sin móvil aparente que pueden indicar trastornos mentales o motivaciones patológicas" (p. 156).

La investigación de móviles examina relaciones de víctima, situación económica, amenazas previas, testamentos y beneficiarios de seguros. Como documentan Beauregard y Martineau (2013), "análisis de comunicaciones—mensajes, correos, redes sociales—frecuentemente

revela conflictos, amenazas o patrones de interacción relevantes que contextualizan el homicidio dentro de dinámica relacional más amplia" (p. 89).

4.2.5 *Identificación de víctimas desconocidas*

Cuando identidad de víctima es desconocida—cuerpos descompuestos, quemados, esqueletizados—se requieren técnicas especializadas. Como explican Blau y Ubelaker (2009), "la identificación puede basarse en comparación de registros dentales cuando víctima tiene historial dental conocido y cuerpo conserva piezas dentales, análisis de ADN comparando con familiares o muestras previas de víctima, características antropológicas que establecen perfil biológico—sexo, edad, ancestría, estatura—que puede correlacionarse con personas desaparecidas, o características individualizantes como implantes quirúrgicos con números de serie rastreables" (p. 178).

Los *sistemas de personas desaparecidas* facilitan esta identificación mediante bases de datos que contienen información de desapariciones reportadas. Como documentan organismos como NamUs (National Missing and Unidentified Persons System) en Estados Unidos, "la correlación sistemática entre perfiles de víctimas no identificadas y reportes de personas desaparecidas ha resuelto numerosos casos que de otra manera permanecerían sin identificar" (NamUs, 2020, p. 23).

4.2.6 *Investigación de delitos sexuales*

Los delitos sexuales presentan características investigativas distintivas que requieren protocolos especializados sensibles al trauma de víctimas

(Hazelwood & Burgess, 2009). Como advierten Campbell et al. (2012), "el manejo inadecuado de víctimas de agresión sexual puede generar victimización secundaria que agrava trauma original" (p. 456).

4.2.7 Examen médico-legal

El examen médico-legal de víctimas debe realizarse por personal especialmente entrenado en protocolos SANE (Sexual Assault Nurse Examiner). Como explican Littel (2001) y Campbell et al. (2006):

“Este examen documenta lesiones mediante fotografía médica, recolecta evidencia biológica—semen, saliva, células epiteliales de agresor transferidas por contacto—mediante hisopos de áreas anatómicas relevantes, recolecta ropas que pueden contener fluidos o rastros de contacto, obtiene muestras de referencia de víctima para comparación, y documenta todo meticulosamente. El protocolo estandarizado incluye kits forenses que aseguran consistencia en recolección y previenen omisiones” (Campbell et al., 2006, p. 1239).

La *cadena de custodia* de evidencia médica requiere cuidado especial. Como señalan Girardin et al. (2011), "evidencia médica debe transferirse directamente de personal médico a personal policial mediante documentación apropiada, almacenarse bajo refrigeración para prevenir degradación de ADN, y analizarse prioritariamente dado que estas muestras pueden degradarse relativamente rápido" (p. 89).

4.2.8 Entrevistas especializadas

Las entrevistas de víctimas de agresión sexual requieren entrenamiento especializado que evita revictimización. Como documentan Fisher y Geiselman (1992) y adaptaciones posteriores específicas para trauma sexual:

“Los entrevistadores deben establecer ambiente seguro y no confrontacional, permitir que víctimas narren eventos a su propio ritmo sin interrupciones prematuras, evitar preguntas que impliquen culpa o juicio, reconocer que memoria de eventos traumáticos puede ser fragmentaria debido a efectos neurológicos del trauma extremo, y comprender que víctimas pueden no reportar inmediatamente por múltiples razones—shock, vergüenza, temor, relación con agresor—sin que esto signifique falsedad” (p. 234).

Las falsas creencias sobre agresión sexual—que víctimas "verdaderas" resisten físicamente, reportan inmediatamente, muestran trauma visible, o que ausencia de lesiones indica consentimiento—han sido desmentidas por investigación empírica. Como documentan Lisak et al. (2010) y otros estudios, "la inmensa mayoría de reportes de agresión sexual son veraces, tasas de denuncia falsa son bajas (2-8%, similares a otros delitos), y características de respuesta de víctimas varían ampliamente sin que esto indique veracidad o falsedad" (p. 1318).

4.2.9 *Análisis de ADN*

El análisis genético de muestras biológicas recolectadas constituye evidencia fundamental. Como explica Butler (2021), "perfiles de ADN de semen o células epiteliales de agresor, cuando coinciden con perfil de sospechoso, establecen contacto sexual con certeza prácticamente absoluta; cuando no hay sospechoso conocido, perfiles pueden buscarse en bases de datos de condenados (CODIS en EE.UU.) que han identificado numerosos agresores seriales previamente no vinculados a casos específicos" (p. 389).

Sin embargo, como advierten Decker et al. (2018), "incluso cuando ADN confirma contacto sexual, puede no ser suficiente por sí solo para probar falta de consentimiento si defensa alega encuentro consensuado; por esto, evidencias corroborativas—lesiones, evidencia de resistencia, testimonios de conductas previas y posteriores—complementan evidencia genética" (p. 234).

4.2.10 *Investigación de antecedentes*

La investigación de antecedentes de sospechosos resulta particularmente relevante en delitos sexuales porque agresores frecuentemente tienen historiales de comportamiento problemático. Como documentan Lussier et al. (2012) en estudios longitudinales:

“Los agresores sexuales frecuentemente tienen historiales de delitos sexuales previos, aunque muchos no fueron reportados o resultaron en condenas. La investigación de antecedentes puede revelar denuncias previas, incluso si no resultaron en condenas,

órdenes de restricción relacionadas con acoso o violencia, o patrones de comportamiento problemático reportado por exparejas o conocidos que son consistentes con el delito investigado” (p. 567).

La utilidad de esta información debe balancearse con protecciones contra prejuicio. Como establecen normas de evidencia en diversos sistemas legales, "antecedentes del acusado generalmente no son admisibles para demostrar propensión criminal (porque todos merecen ser juzgados por acto específico, no por carácter general), pero pueden ser admisibles para propósitos específicos como demostrar conocimiento, ausencia de error, o patrón de conducta cuando es suficientemente distintivo" (Inbau et al., 2013, p. 345).fInvestigación de Delitos Patrimoniales

Los delitos patrimoniales—robos, hurtos, estafas—presentan características investigativas distintivas centradas frecuentemente en identificación de autores mediante análisis de modus operandi y rastreo de bienes sustraídos (Weisel, 2002).

4.2.11 Análisis de modus operandi

El análisis sistemático de métodos utilizados puede vincular múltiples casos y sugerir autores probables. Como documentan Bennell y Canter (2002) y Woodhams et al. (2007):

“Los delincuentes patrimoniales frecuentemente desarrollan métodos preferidos—tipo de propiedades atacadas, técnicas de ingreso, horarios preferidos, objetos seleccionados para

sustracción, métodos de transporte—que muestran consistencia suficiente para vincular casos. Bases de datos de *modus operandi* que catalogan características de delitos resueltos permiten comparaciones con casos nuevos, identificando sospechosos probables cuyo MO es consistente con caso investigado” (Bennell & Canter, 2002, p. 501).

Sin embargo, como advierten Markson et al. (2010), "delincuentes pueden variar métodos deliberadamente para evitar detección, o modificar comportamiento a través del tiempo por aprendizaje; análisis de MO es herramienta valiosa pero no infalible que debe complementarse con otras evidencias" (p. 234).

4.2.12 Rastreo de bienes sustraídos

El rastreo de bienes robados puede vincular sospechosos con delitos o identificar autores desconocidos. Como explican Clarke (1999) y Sutton (2010):

“Los bienes robados típicamente se comercializan mediante mercados ilícitos—casas de empeño, mercados de pulgas, ventas en línea—que pueden monitorearse. Los números de serie de artículos electrónicos, vehículos, armas permiten rastreo cuando aparecen en transacciones. Las redes sociales donde personas venden o presumen bienes proporcionan pistas. Los receptadores habituales conocidos por policía frecuentemente tienen información sobre origen de bienes que manejan” (Sutton, 2010, p. 156).

Las operaciones de mercado controlado donde policía se hace pasar por compradores de bienes robados han demostrado efectividad. Como documentan Schneider (2005), "estas operaciones no solo recuperan bienes sino que también identifican ladrones activos y desarticulan redes de receptación, generando efecto multiplicador más allá de casos individuales" (p. 89).

4.2.13 Análisis de vigilancia

Las cámaras de seguridad ubicuas en espacios comerciales y públicos proporcionan evidencia valiosa. Como señalan Ratcliffe et al. (2009), "videos capturan apariencia física de autores, vehículos utilizados, rutas de aproximación y huida, interacciones con víctimas o testigos y, crucialmente, momentos precisos de eventos que permiten correlacionar con registros telefónicos, transacciones financieras u otros datos cronológicos" (p. 756).

Sin embargo, como advierten Gill y Spriggs (2005), "efectividad investigativa de video requiere calidad suficiente para identificación; muchos sistemas tienen resolución inadecuada para reconocimiento facial, especialmente cuando cámaras están mal ubicadas o mantenidas deficientemente; adicionalmente, volumen de video requiere sistemas de análisis que identifiquen segmentos relevantes entre horas de grabación" (p. 21).

4.3 Investigación de delitos económicos

Los delitos económicos—fraude, lavado de dinero, corrupción, evasión fiscal—presentan complejidades técnicas distintivas que requieren expertise especializado (Levi & Reuter, 2006).

4.3.1 *Análisis financiero forense*

El análisis de registros financieros constituye técnica central. Como explican Golden et al. (2011).

“Este análisis rastrea flujos de fondos mediante registros bancarios, declaraciones de impuestos, facturas, contratos, órdenes de compra y otros documentos financieros. Busca inconsistencias entre ingresos declarados y patrimonio evidente, transacciones inusuales que no tienen explicación comercial legítima, transferencias a jurisdicciones de secreto bancario, estructuración de transacciones para evadir requisitos de reporte, uso de empresas fachada para ocultar beneficiarios reales, y otros indicadores de lavado o fraude” (p. 234).

El análisis puede requerir *asistencia de expertos contables forenses* que comprenden principios contables, normas fiscales y técnicas de detección de fraude. Como documentan Crumbley et al. (2015), "estos expertos reconstruyen situaciones financieras verdaderas cuando registros oficiales han sido falsificados, cuantifican pérdidas económicas para fines de restitución, identifican activos ocultos que pueden ser decomisados, y testifican explicando hallazgos técnicos a jueces y jurados" (p. 156).

4.3.2 Cooperación internacional

Los delitos económicos frecuentemente trascienden fronteras nacionales, requiriendo cooperación internacional. Como señalan Levi y Reuter (2006), "fondos ilícitos se transfieren internacionalmente mediante transferencias electrónicas, sociedades offshore, fideicomisos en jurisdicciones de secreto, y sistemas de pago alternativos; la investigación efectiva requiere asistencia legal mutua entre países, aunque esto puede ser lento y legalmente complejo" (p. 289).

Los *tratados de asistencia legal mutua* y organizaciones como la Red de Recuperación de Activos Robados (StAR) del Banco Mundial facilitan esta cooperación. Como documentan Sharman (2011), "sin embargo, jurisdicciones de secreto financiero frecuentemente presentan obstáculos significativos, requiriendo estándares probatorios elevados antes de proporcionar información, limitando tipos de delitos para los cuales cooperarán, o simplemente retrasando respuestas hasta que pierdan utilidad práctica" (p. 234).

4.3.3 Intervención de comunicaciones

La autorización judicial para interceptar comunicaciones—teléfonos, correos electrónicos, mensajes—puede proporcionar evidencia de acuerdos criminales, estructuras organizativas y participantes. Como establecen Inbau et al. (2013), "estas intervenciones requieren autorizaciones judiciales específicas basadas en causa probable, renovables periódicamente, con monitoreo judicial continuo y protocolos que minimizan interceptación de comunicaciones privilegiadas o irrelevantes" (p. 456).

4.3.4 *Investigación de delitos informáticos*

Los delitos informáticos—fraude en línea, hackeo, robo de identidad, distribución de contenido ilegal—presentan desafíos técnicos y jurisdiccionales únicos (Casey, 2019).

4.3.5 *Preservación de evidencia digital*

La evidencia digital es inherentemente volátil, requiriendo preservación inmediata mediante técnicas especializadas. Como explican Casey (2019) y Carrier (2005):

“La adquisición forense crea copias exactas bit por bit de medios digitales mediante herramientas especializadas que generan hashes criptográficos—firmas digitales únicas—que permiten verificar que copias son idénticas a originales. Los dispositivos deben manejarse apropiadamente para prevenir alteraciones: no encender dispositivos apagados porque procesos de inicio modifican archivos, aislar de redes para prevenir acceso remoto o sincronización automática que puede borrar datos, y documentar estados exactos de dispositivos antes de cualquier manipulación”(Casey, 2019, p. 234).

Las técnicas de análisis forense digital recuperan datos borrados, analizan registros de sistemas que documentan actividades de usuario, reconstruyen líneas de tiempo de eventos digitales, identifican artefactos que revelan uso de herramientas de anonimización o destrucción de evidencia, y analizan memoria volátil (RAM) que puede contener contraseñas, claves de encriptación o datos no almacenados en disco.

Como documentan Garfinkel (2010), "herramientas automatizadas facilitan análisis de volúmenes grandes de datos, identificando automáticamente archivos de tipos específicos, generando líneas de tiempo y señalando anomalías para revisión humana" (p. 178).

4.3.6 *Análisis de tráfico de red*

El análisis de registros de comunicaciones de red puede revelar accesos no autorizados, exfiltración de datos o distribución de contenido ilegal. Como explican Vacca (2005), "logs de servidores, firewalls y sistemas de detección de intrusiones documentan direcciones IP de origen, momentos de acceso, archivos consultados o descargados, comandos ejecutados y volúmenes de datos transferidos; este análisis puede identificar atacantes o rastrear distribución de contenido ilegal mediante redes peer-to-peer" (p. 267).

Sin embargo, como advierten Brenner (2010), "las técnicas de anonimización—VPNs, redes Tor, proxies—pueden ocultar identidades reales de usuarios; el rastreo puede requerir cooperación de proveedores de servicios múltiples y, cuando servidores o usuarios están en jurisdicciones extranjeras, asistencia legal internacional que puede ser lenta o imposible de obtener según jurisdicción" (p. 234).

4.3.7 *Criptomonedas y mercados oscuros*

La investigación de transacciones en criptomonedas como Bitcoin presenta desafíos especiales. Como documentan Foley et al. (2019), "aunque blockchains son públicas permitiendo rastreo de transacciones, vincular direcciones de wallets con personas reales requiere trabajo

investigativo que correlaciona transacciones con actividades conocidas—compras en plataformas que requieren identidad, conversiones a moneda fiduciaria mediante exchanges que tienen requisitos KYC (Know Your Customer)" (p. 1717).

Las operaciones encubiertas en mercados oscuros—mercados web accesibles mediante Tor donde se comercializa contenido y servicios ilegales—han demostrado efectividad. Como documentan Décary-Héту y Giommoni (2017), "infiltraciones policiales en estos mercados, tanto como compradores que identifican vendedores como administradores que obtienen acceso completo a sistemas, han resultado en desarticulación de múltiples plataformas importantes y arrestos de operadores y usuarios prolíficos" (p. 45).

Tabla 10. Pasos específicos según tipo de delito.

Tipo de Delito	Pasos Críticos Específicos	Evidencias Prioritarias	Consideraciones Especiales	Referencia
Homicidio	Autopsia, análisis de escena, victimología	Causa de muerte, armas, ADN, huellas	Preservación del cuerpo, patrones de sangre	DiMaio & DiMaio, 2001; Bevel & Gardner, 2023
Delitos Sexuales	Examen médico-legal,	ADN, lesiones, testimonios	Trauma de la víctima, plazos urgentes	Hazelwood & Burgess, 2009;

	entrevista sensible			Campbell et al., 2006
Delitos Informáticos	Análisis forense digital, rastreo de IP	Dispositivos, logs, comunicaciones	Evidencia volátil, encriptación, jurisdicciones	Casey, 2019; Foley et al., 2019

4.4 Fases de la investigación criminal

La investigación criminal es un proceso organizado que busca esclarecer un delito, identificar a los responsables y reunir pruebas para que se haga justicia. Se desarrolla en diferentes fases que permiten ordenar el trabajo desde el conocimiento del hecho hasta la presentación de los resultados ante la autoridad competente. Cada etapa es fundamental para garantizar una investigación clara, objetiva y legal.

4.4.1 Fase preliminar

La fase preliminar comienza inmediatamente después del conocimiento del hecho y se extiende hasta que se establece estrategia investigativa formal (Osterburg & Ward, 2014). Como explican Bennett y Hess (2007), "esta fase es frecuentemente caótica, con información fragmentaria, urgencias múltiples y necesidad de tomar decisiones rápidas con datos incompletos" (p. 234).

a) Respuesta inmediata

La respuesta inmediata incluye verificación preliminar, protección de escena, atención a víctimas y testigos, y detención de sospechosos cuando están presentes o pueden ser ubicados rápidamente. Como

documentan Braga y Weisburd (2010), "la respuesta rápida es crucial en casos de flagrancia donde posibilidades de captura inmediata son altas, pero también en cualquier caso donde evidencias físicas pueden deteriorarse o perderse rápidamente" (p. 156).

El procesamiento inicial de escena enfatiza protección y documentación básica antes que recolección exhaustiva. Como señalan Lee et al. (2021), "cuando recursos especializados no están inmediatamente disponibles, fotografía general, protección de áreas críticas y control de acceso previenen pérdidas mientras llega personal especializado; intentos prematuros de recolección por personal no entrenado frecuentemente causan más daño que beneficio" (p. 89).

b) Entrevistas preliminares

Las entrevistas preliminares de víctimas y testigos recopilan información básica pero crucial. Como explican Fisher y Geiselman (1992), "estas entrevistas establecen qué ocurrió según percepciones iniciales, identifican otros testigos potenciales, obtienen descripciones de sospechosos cuando no están detenidos, y documentan información que puede olvidarse si entrevistas formales se demoran excesivamente" (p. 145).

Sin embargo, como advierten Milne y Bull (1999), "entrevistas preliminares deben balancear necesidad de información urgente con reconocimiento de que entrevistas exhaustivas requieren tiempo y preparación; entrevistas apresuradas pueden omitir información importante o, mediante preguntas sugestivas, contaminar memorias que luego serán fundamentales para caso" (p. 67).

c) Notificación y coordinación

La notificación a supervisores, fiscalía, unidades especializadas y otras entidades relevantes inicia procesos formales. Como señalan Palmiotto (2013), "esta notificación temprana permite movilización de recursos especializados, obtención de autorizaciones cuando son necesarias, y coordinación con jurisdicciones múltiples si caso trasciende fronteras" (p. 289).

4.4.2 Fase de desarrollo o intermedia

La fase de desarrollo implementa estrategia investigativa estructurada, realiza diligencias planificadas y desarrolla evidencia que identifica responsables o exculpa sospechosos (Rossmo, 2009). Como explican Osterburg y Ward (2014), "esta fase típicamente constituye el período más extenso de investigación, donde trabajo meticulado acumula evidencia gradualmente" (p. 345).

a) Ejecución de diligencias planificadas

Las diligencias incluyen procesamiento exhaustivo de escenas, entrevistas formales de testigos, análisis de laboratorio, vigilancia, análisis de información financiera o digital, coordinación con otras agencias y análisis de inteligencia. Como documentan varios autores (Bennett & Hess, 2007; Palmiotto, 2013), "cada diligencia genera información que puede sugerir diligencias adicionales, creando proceso iterativo donde investigación se ramifica en múltiples direcciones antes de convergir" (Bennett & Hess, 2007, p. 389).

La priorización dinámica ajusta enfoque según resultados obtenidos. Como señalan Rossmo (2009), "líneas investigativas que inicialmente parecían prometedoras pueden resultar infructuosas, mientras líneas secundarias pueden revelar información crucial; investigadores efectivos ajustan prioridades flexiblemente basándose en resultados reales en lugar de adherirse rígidamente a planes iniciales cuando evidencia sugiere direcciones diferentes" (p. 423).

b) Análisis progresivo

El análisis de información debe ser continuo, no posponerse hasta completar recolección. Como explican Boba Santos (2013):

“El análisis progresivo identifica patrones emergentes, detecta inconsistencias que requieren aclaración, sugiere líneas investigativas adicionales y permite corrección de rumbo cuando direcciones iniciales demuestran ser improductivas. Las reuniones periódicas de equipo donde se comparte información, se evalúan avances y se ajustan estrategias optimizan este proceso analítico continuo. El análisis diferido hasta el final resulta en pérdida de oportunidades para reorientar investigación basándose en hallazgos intermedios” (p. 234).

c) Desarrollo de hipótesis

Las hipótesis sobre cómo ocurrieron hechos y quiénes fueron responsables deben desarrollarse y evaluarse sistemáticamente. Como advierten Findley y Scott (2006), "múltiples hipótesis deben mantenerse activas hasta que evidencia acumulativa justifique convergencia en

teoría específica; el compromiso prematuro con hipótesis única genera sesgo de confirmación donde evidencia se interpreta selectivamente para apoyar teoría preferida ignorando evidencia contradictoria o alternativas razonables" (p. 292).

La matriz de hipótesis competitivas, técnica desarrollada originalmente en análisis de inteligencia, estructura esta evaluación. Como documentan Heuer (1999) y adaptaciones posteriores para investigación criminal, "esta matriz lista hipótesis alternativas como columnas y evidencias como filas, evaluando cada evidencia respecto a cada hipótesis; frecuentemente, evidencia no discrimina entre todas las hipótesis pero puede ser inconsistente con algunas, permitiendo eliminación progresiva hasta identificar hipótesis más compatible con evidencia total" (p. 95).

d) Obtención de autorizaciones judiciales

Cuando investigación requiere procedimientos que afectan derechos fundamentales—registros domiciliarios, intervención de comunicaciones, obtención de registros protegidos—deben solicitarse autorizaciones judiciales. Como establecen Inbau et al. (2013):

“Las solicitudes deben fundamentarse en causa probable articulada específicamente mediante declaraciones juradas que explican qué evidencia se busca, por qué se cree que está en ubicación específica, y cómo se relaciona con investigación. Las autorizaciones especifican qué puede buscarse, dónde, cuándo y mediante qué procedimientos. La ejecución debe documentarse meticulosamente mediante inventarios de lo incautado y actas

que registran procedimientos seguidos. Desviaciones de lo autorizado pueden resultar en exclusión de evidencia” (p. 289).

4.4.3 Fase de conclusión o final

La fase conclusiva formaliza resultados investigativos, prepara presentación judicial y, según resultados, conduce a acusación formal o archivo del caso (Forst, 2004). Como señalan Osterburg y Ward (2014), "esta fase transiciona de investigación activa a procesamiento judicial, aunque frecuentemente investigaciones continúan durante proceso judicial cuando surgen nuevas líneas o se requieren análisis adicionales" (p. 456).

a) Elaboración de informe final

El informe final integra toda información recopilada en documento coherente. Como establecen las guías del Department of Justice (2013), "la estructura típica incluye resumen ejecutivo que sintetiza hallazgos principales, antecedentes del caso, metodología investigativa, hallazgos detallados organizados lógicamente, análisis e interpretación de evidencias, conclusiones y recomendaciones" (p. 89).

El informe debe ser exhaustivo pero organizado, facilitando consulta sin requerir lectura secuencial completa. Como señalan Bennett y Hess (2007), "índices detallados, referencias cruzadas, apéndices con documentos de soporte y organización lógica permiten que lectores—fiscales, defensores, jueces—ubiquen rápidamente información específica durante preparación de juicio y argumentaciones" (p. 489).

La objetividad del informe requiere presentar evidencia sin sesgo, incluyendo hallazgos que favorecen tanto acusación como defensa. Como advierten Garrett (2011) en análisis de errores judiciales, "la omisión de evidencia exculpatória—sea deliberada o por negligencia—constituye violación grave de obligaciones éticas y puede resultar en condenas erróneas; investigadores tienen obligación de buscar verdad, no simplemente acumular evidencia que apoye teoría preferida" (p. 156).

b) Organización de expediente

El expediente investigativo completo debe organizarse sistemáticamente. Como documentan Horswell (2004), "esto incluye índice maestro de todos documentos, organización cronológica o temática según naturaleza de caso, cadenas de custodia completas para todas evidencias físicas, transcripciones de entrevistas, informes periciales con anexos técnicos, fotografías y videos catalogados, registros de comunicaciones y documentación de todas diligencias realizadas" (p. 234).

Los sistemas digitales de gestión de casos facilitan esta organización. Como señalan Gerspacher y Lemieux (2017), "permitiendo búsquedas por palabras clave, generación automática de líneas de tiempo, visualización de relaciones entre personas y eventos, control de acceso según roles, y trazabilidad de quién accedió a qué información cuándo, mejorando tanto organización como seguridad" (p. 267).

c) Presentación a fiscalía

La presentación formal a fiscalía incluye típicamente reunión donde investigadores explican caso, fiscales evalúan suficiencia probatoria y se discuten diligencias adicionales necesarias. Como explican Forst (2004), "esta interacción bidireccional optimiza calidad de casos; fiscales aportan perspectiva legal sobre admisibilidad de evidencias y probabilidad de condena, mientras investigadores aportan conocimiento detallado de hechos y potencial para obtener evidencia adicional" (p. 234).

La decisión fiscal sobre presentar cargos considera múltiples factores. Como documentan Albonetti (1987) y estudios posteriores, "estos incluyen suficiencia probatoria para satisfacer estándar legal, gravedad del delito, antecedentes del acusado, intereses de víctima, disponibilidad de recursos para litigar, probabilidad de condena evaluada realísticamente, y consideraciones de política criminal como priorización de ciertos tipos de delitos" (p. 291).

d) Fase Post-Juicio

Aunque frecuentemente no considerada parte formal de investigación, existe fase post-juicio donde investigadores pueden tener responsabilidades continuas (Osterburg & Ward, 2014). Como señalan Bennett y Hess (2007), "estas incluyen custodia continua de evidencias durante apelaciones, cooperación con investigaciones de defensa cuando nuevas teorías se proponen, búsqueda de evidencia adicional si surgen dudas sobre condena, o testimonio en audiencias de revisión" (p. 512).

e) Revisión de casos cerrados

Los programas de revisión de casos cerrados examinan investigaciones pasadas buscando oportunidades de resolución mediante nuevas técnicas. Como documentan Schroeder y White (2009), "avances en análisis de ADN han permitido resolver casos fríos décadas después, comparando perfiles obtenidos de evidencia preservada con bases de datos modernas que no existían cuando casos ocurrieron; revisiones similares aplican técnicas de análisis de video mejoradas, comparaciones balísticas mediante sistemas automatizados, o simplemente reevaluación con perspectiva fresca" (p. 445).

f) Lecciones aprendidas

El análisis sistemático de casos—exitosos y fallidos—genera lecciones que mejoran prácticas futuras. Como establecen Rossmo (2009), "las revisiones postmortem identifican qué funcionó bien y debe replicarse, qué funcionó mal y debe corregirse, qué oportunidades se perdieron, y qué procedimientos podrían mejorarse; esta institucionalización del aprendizaje transforma experiencias individuales en conocimiento organizacional" (p. 489).

4.5 Funciones que cumple el criminalista y el investigador criminal en el proceso investigativo

El investigador criminal recopila información, realiza entrevistas y sigue las líneas necesarias para esclarecer el delito. El criminalista, en cambio, analiza científicamente las evidencias encontradas en la escena. Ambos

trabajan de manera complementaria para reconstruir los hechos y aportar pruebas al proceso judicial.

4.5.1 Funciones específicas del criminalista

El criminalista se especializa en aplicación de ciencias naturales y exactas al análisis de evidencias físicas (Saferstein, 2021). Como señalan De Forest et al. (2021), "su expertise principal es técnico-científico, aunque debe también comprender contexto legal y comunicarse efectivamente con no especialistas" (p. 23).

a) Procesamiento de escenas del crimen

El criminalista de campo procesa escenas del crimen siguiendo protocolos científicos rigurosos. Como explican Lee et al. (2021):

“Sus responsabilidades incluyen evaluación inicial de escena para identificar evidencias potenciales, selección de técnicas apropiadas de revelado según tipo de superficie y condiciones ambientales, aplicación de reactivos químicos o iluminación especializada para visualizar indicios no evidentes, documentación fotográfica y descriptiva exhaustiva, recolección mediante técnicas que preservan integridad, embalaje apropiado que previene contaminación o deterioro, y establecimiento de cadena de custodia completa” (p. 156).

El criminalista debe tener conocimiento amplio de múltiples disciplinas porque tipos de evidencias en escenas son impredecibles. Como señalan Horswell (2004), "puede requerirse revelado de huellas dactilares,

reconocimiento de patrones de manchas de sangre, identificación de rastros balísticos, preservación de evidencias biológicas, recolección de fibras y pelos microscópicos, documentación de huellas de calzado y neumáticos, todo en misma escena; esta versatilidad requiere formación amplia y actualización continua" (p. 289).

b) Análisis de laboratorio

El criminalista de laboratorio realiza análisis especializados de evidencias recolectadas. Como explican Saferstein (2021) y Bell (2022), "dependiendo de especialización, puede realizar análisis de drogas mediante cromatografía y espectrometría, análisis toxicológicos de fluidos biológicos, comparaciones balísticas bajo microscopio, análisis de ADN mediante técnicas moleculares, examen documentoscópico de escrituras y tintas, análisis de incendios identificando acelerantes, análisis de rastros microscópicos—fibras, pelos, vidrios, pinturas—o análisis digital de dispositivos electrónicos" (Saferstein, 2021, p. 456).

El trabajo de laboratorio requiere *adherencia estricta a protocolos validados*. Como establecen las guías de ISO/IEC 17025 para laboratorios, "los procedimientos deben estar documentados, validados científicamente, seguirse consistentemente, incluir controles de calidad apropiados, y documentarse meticulosamente; desviaciones de protocolos establecidos deben justificarse y documentarse; nuevas técnicas deben validarse antes de aplicación rutinaria" (ISO/IEC 17025, 2017, p. 23).

c) *Interpretación de resultados*

El criminalista interpreta resultados analíticos en contexto del caso. Como advierten el National Research Council (2009) y Association of Forensic Science Providers (2009):

“La interpretación debe reconocer limitaciones de técnicas, comunicar incertidumbres apropiadamente, evitar conclusiones que exceden lo que evidencia puede justificar, considerar explicaciones alternativas de hallazgos, y distinguir claramente entre observaciones objetivas e inferencias interpretativas. La presión para proporcionar respuestas definitivas no debe llevar a sobrestimar certeza o ignorar limitaciones”(NRC, 2009, p. 184).

d) *Testimonio pericial*

El criminalista frecuentemente testifica explicando hallazgos a jueces y jurados. Como documentan Beecher-Monas (2007) y Mnookin et al. (2011), "el testimonio efectivo requiere capacidad de traducir conceptos técnicos complejos a lenguaje comprensible sin simplificar excesivamente, usar ayudas visuales apropiadas, mantener objetividad bajo contrainterrogatorio potencialmente agresivo, admitir limitaciones honestamente, y comunicar grado de certeza apropiado" (Beecher-Monas, 2007, p. 234).

La *preparación para testimonio* incluye revisión exhaustiva de caso, anticipación de preguntas probables, coordinación con fiscalía o defensa según para quién testifica, y práctica de explicaciones de conceptos técnicos. Como señalan Saferstein (2021), "el contrainterrogatorio

busca identificar debilidades, inconsistencias o limitaciones; peritos deben estar preparados para defender análisis sin defensividad, reconocer limitaciones sin socavar conclusiones válidas, y mantener compostura profesional independientemente de tácticas de contrainterrogación" (p. 523).

4.5.2 Funciones específicas del investigador criminal

El investigador criminal coordina el proceso investigativo global, integrando contribuciones de múltiples especialistas (Palmiotto, 2013). Como señalan Osterburg y Ward (2014), "mientras criminalistas proporcionan análisis científicos especializados, investigadores mantienen visión comprehensiva del caso, desarrollan estrategia investigativa y coordinan actuaciones" (p. 345).

a) Planificación estratégica

El investigador desarrolla estrategia investigativa que estructura el caso. Como explican Rossmo (2009):

Esto incluye análisis inicial que identifica líneas investigativas potenciales, priorización basada en probabilidad de éxito y urgencia, asignación de recursos humanos y materiales, establecimiento de cronogramas realistas, identificación de necesidades de coordinación con otras agencias, y anticipación de requerimientos legales como autorizaciones judiciales que deben solicitarse oportunamente. La planificación no es ejercicio único sino proceso continuo que se ajusta según resultados obtenidos (p. 234).

b) Coordinación de equipo

El investigador coordina contribuciones de especialistas diversos. Como documentan Palmiotto (2013), "esto requiere comprender suficientemente capacidades y limitaciones de diferentes disciplinas para solicitar análisis apropiados, comunicar efectivamente qué información se necesita y por qué, integrar hallazgos de múltiples fuentes coherentemente, y facilitar comunicación entre especialistas que pueden tener vocabularios técnicos y perspectivas diferentes" (p. 389).

Las *reuniones de equipo* estructuran esta coordinación. Como señalan Bennett y Hess (2007), "reuniones periódicas donde participantes comparten avances, identifican conexiones entre hallazgos de diferentes líneas, discuten inconsistencias que requieren resolución, y ajustan prioridades basándose en resultados acumulativos optimizan trabajo colaborativo y previenen esfuerzos duplicados o direcciones contradictorias" (p. 445).

c) Conducción de entrevistas e interrogatorios

El investigador típicamente conduce entrevistas de testigos e interrogatorios de sospechosos. Como explican Fisher y Geiselman (1992) para entrevistas e Inbau et al. (2013) para interrogatorios:

“Las entrevistas efectivas requieren habilidades interpersonales que establecen rapport, técnicas de cuestionamiento que maximizan recuperación de información sin sugerir respuestas, escucha activa que identifica inconsistencias o áreas que requieren profundización, y documentación precisa. Los

interrogatorios de sospechosos requieren adicionalmente comprensión de derechos que deben respetarse, capacidad de detectar engaños sin confiar excesivamente en indicadores comportamentales que pueden ser ambiguos, y evitación estricta de técnicas coercitivas que pueden generar confesiones falsas”(Fisher & Geiselman, 1992, p. 234),

d) Análisis de información e inteligencia

El investigador analiza información de fuentes diversas identificando patrones y conexiones. Como documentan Boba Santos (2013) y Ratcliffe (2016), "este análisis puede utilizar técnicas estructuradas como análisis de vínculos que mapean relaciones entre personas, organizaciones y eventos; análisis temporal que identifica patrones cronológicos; análisis espacial que revela concentraciones geográficas; o análisis de modus operandi que compara con patrones conocidos" (Boba Santos, 2013, p. 267).

El análisis de inteligencia criminal integra información de fuentes múltiples—bases de datos policiales, inteligencia de otras agencias, información de informantes, análisis de comunicaciones autorizadas, fuentes abiertas. Como señalan Ratcliffe (2016), "este análisis busca no solo resolver caso específico sino también comprender contextos más amplios: pertenencia a organizaciones criminales, conexiones con otros casos, patrones de actividad que sugieren operaciones continuas" (p. 156).

e) Gestión de caso

El investigador gestiona aspectos administrativos del caso. Como documentan Corder (2017), "esto incluye mantener expediente organizado, asegurar que plazos legales se cumplan, solicitar recursos adicionales cuando necesarios, mantener comunicación con supervisores y fiscalía, proteger confidencialidad de información sensible, y documentar decisiones importantes y justificaciones" (p. 234).

Los sistemas de gestión de casos (*Case Management Systems*) facilitan esta gestión. Como señalan Gerspacher y Lemieux (2017), "proporcionando plataformas centralizadas donde toda información se organiza, recordatorios automáticos de plazos, control de acceso según roles, trazabilidad de actuaciones, y capacidades de búsqueda y análisis que identifican conexiones entre casos o patrones no evidentes manualmente" (p. 289).

f) Coordinación interinstitucional

El investigador coordina con instituciones diversas según requerimientos del caso. Como explican Osterburg y Ward (2014):

“Esto puede incluir solicitud de análisis a laboratorios forenses externos, coordinación con policías de otras jurisdicciones cuando caso trasciende fronteras, trabajo con fiscalía para obtener autorizaciones judiciales o decidir estrategia de acusación, coordinación con agencias federales cuando delitos involucran competencias nacionales, solicitudes de asistencia

legal internacional cuando casos trascienden fronteras nacionales, y coordinación con servicios de protección a testigos cuando amenazas existen”(p. 467).

g) Interrelación y colaboración

La efectividad investigativa depende críticamente de colaboración apropiada entre criminalistas e investigadores (Lee et al., 2021). Como advierten De Forest et al. (2021), "ni criminalistas trabajando aisladamente ni investigadores sin apoyo criminalístico pueden optimizar esclarecimiento de casos complejos; es la integración apropiada de expertise técnico-científico con visión investigativa estratégica lo que maximiza probabilidades de éxito" (p. 567).

h) Comunicación bidireccional

La comunicación efectiva requiere que criminalistas comprendan contexto investigativo y que investigadores comprendan capacidades y limitaciones de análisis científicos. Como señalan Horswell (2004):

Los criminalistas deben saber qué preguntas investigativas necesitan respuesta para seleccionar análisis apropiados, priorizar muestras según potencial probatorio, e interpretar resultados en contexto relevante. Los investigadores deben comprender qué información criminalistas necesitan para análisis óptimos, qué técnicas están disponibles y sus limitaciones, qué puede y no puede inferirse razonablemente de resultados analíticos, y cómo preservar evidencias apropiadamente desde escena hasta laboratorio (p. 423).

i) *Respeto mutuo de expertise*

La colaboración efectiva requiere que cada profesional respete expertise del otro sin intentar exceder su competencia. Como advierten el National Research Council (2009):

Los criminalistas no deben intentar dirigir estrategia investigativa global, que requiere consideraciones legales, tácticas y de asignación de recursos más allá de expertise científico. Los investigadores no deben presionar a criminalistas para que proporcionen conclusiones que evidencia no justifica o que interpreten resultados de maneras que exceden límites científicos apropiados. El respeto mutuo de límites profesionales previene tanto científicos excediendo competencia en áreas investigativas como investigadores presionando conclusiones científicamente injustificadas. (p. 214)

j) *Retroalimentación y aprendizaje mutuo*

Los resultados de casos—exitosos y fallidos—proporcionan oportunidades de aprendizaje para ambas profesiones. Como documentan Rossmo (2009), "cuando análisis criminalísticos resultan cruciales para resolver casos, investigadores aprenden a valorar y utilizar mejor estas técnicas en casos futuros; cuando investigaciones fallan por manejo inadecuado de evidencias, criminalistas pueden proporcionar formación que previene errores similares; esta retroalimentación bidireccional mejora prácticas continuamente" (p. 512).



Figura 8. Interrelación entre criminalista e investigador criminal.

4.6 Ética profesional y responsabilidades

Tanto criminalistas como investigadores tienen responsabilidades éticas fundamentales que trascienden obligaciones técnicas (IACP, 2020). Como establecen códigos deontológicos de organizaciones profesionales diversas, estas responsabilidades incluyen varios principios fundamentales.

4.6.1 Búsqueda de verdad

La obligación primaria es búsqueda de verdad, no confirmación de teorías preconcebidas. Como señala el Code of Ethics de la American Academy of Forensic Sciences (AAFS, 2020), "profesionales forenses deben buscar, analizar y reportar evidencia objetivamente, sin sesgos hacia acusación o defensa, reconociendo que función del sistema de

justicia es determinar verdad, y que esta determinación requiere presentación honesta de hallazgos independientemente de a quién favorezcan" (p. 2).

4.6.2 Competencia profesional

Los profesionales tienen obligación de practicar solo dentro de áreas de competencia demostrada. Como establecen las guías del National Research Council (2009), "testificar sobre áreas fuera de expertise, aplicar técnicas sin formación apropiada, o proporcionar opiniones sobre asuntos que exceden conocimiento profesional constituyen violaciones éticas que pueden resultar en daños graves; la honestidad sobre límites de competencia protege integridad del sistema" (p. 214).

4.6.3 Respeto de derechos fundamentales

Los investigadores tienen obligación de respetar derechos fundamentales de todas las personas involucradas. Como establece el Law Enforcement Code of Ethics del IACP (2020):

“Los oficiales deben reconocer que badge les confiere autoridad, pero no les coloca por encima de la ley. Deben respetar dignidad constitucional de todas las personas, proteger inocentes contra persecución injusta, y reconocer que todos merecen trato justo independientemente de raza, religión, género, orientación sexual, estatus socioeconómico o cualquier otra característica. La tentación de atajar procedimientos legales para obtener resultados rápidos debe resistirse reconociendo que procedimientos existen para proteger derechos fundamentales” (p. 1).

4.6.4 Integridad y honestidad

La integridad profesional requiere honestidad absoluta en documentación, análisis y testimonio. Como advierten Garrett (2011) y Gould et al. (2014) en análisis de errores judiciales, "casos documentados de fabricación de evidencia, falsificación de resultados analíticos, testimonio falso o exageración de certeza han resultado en condenas erróneas trágicas; estas violaciones no solo destruyen vidas individuales sino que erosionan confianza pública en sistema de justicia completo" (Garrett, 2011, p. 234).

4.6.5 Confidencialidad apropiada

Los profesionales deben mantener confidencialidad de información de casos según requisitos legales y éticos. Como señalan Bennett y Hess (2007), "divulgación prematura puede comprometer investigaciones alertando a sospechosos, contaminar testimonios informando a testigos sobre detalles que deberían conocer independientemente, o perjudicar reputaciones de personas inocentes; sin embargo, confidencialidad debe balancearse con transparencia necesaria en sistemas democráticos y derechos de acusados a conocer evidencia contra ellos" (p. 523).

4.6.6 Mejoramiento continuo

Los profesionales tienen obligación de mantener conocimientos actualizados mediante formación continua. Como establecen organizaciones profesionales diversas, "ciencias forenses e investigativas evolucionan continuamente con nuevas técnicas, validaciones de métodos, reconocimiento de limitaciones previamente

no apreciadas, y desarrollo de mejores prácticas; la competencia profesional requiere compromiso con aprendizaje continuo mediante conferencias, cursos, lectura de literatura profesional y participación en comunidades de práctica" (AAFS, 2020, p. 3).

4.7 Conclusiones del capítulo 4

Este capítulo final ha explorado los aspectos metodológicos y operativos de la investigación criminal, complementando las visiones generales de capítulos anteriores con análisis detallado de procedimientos concretos, responsabilidades específicas y relaciones profesionales que estructuran investigaciones efectivas (Osterburg & Ward, 2014).

Los pasos generales de la investigación criminal—verificación, protección de evidencias, recolección de información, análisis, identificación de responsables y acumulación probatoria—proporcionan estructura metodológica que guía investigaciones de todos los tipos (Bennett & Hess, 2007). Sin embargo, como se demostró mediante análisis de pasos específicos para diferentes categorías de delitos, las metodologías generales deben adaptarse a circunstancias particulares, reconociendo que homicidios, delitos sexuales, delitos patrimoniales, delitos económicos y delitos informáticos presentan cada uno desafíos técnicos y probatorios distintivos que requieren expertise especializado (Hazelwood & Burgess, 2009; Casey, 2019; Levi & Reuter, 2006).

Las fases temporales—preliminar, desarrollo, conclusión y post-juicio—organizan el proceso investigativo reconociendo que investigaciones progresan a través de etapas características con urgencias, recursos y objetivos específicos en cada fase (Rossmo, 2009).

La comprensión de estas fases permite a profesionales anticipar requerimientos, planificar recursos apropiadamente y reconocer cuándo transiciones entre fases son apropiadas.

Las funciones específicas de criminalistas e investigadores, aunque distintas, son complementarias e interdependientes (Lee et al., 2021; De Forest et al., 2021). Como se enfatizó, la efectividad investigativa depende críticamente de colaboración apropiada que integra expertise técnico-científico de criminalistas con visión estratégica y coordinación de investigadores. Esta colaboración requiere comunicación bidireccional efectiva, respeto mutuo de expertise y límites profesionales, y compromiso compartido con objetivos fundamentales de búsqueda de verdad y administración de justicia (Horswell, 2004).

Las responsabilidades éticas que ambas profesiones comparten—búsqueda de verdad, competencia profesional, respeto de derechos fundamentales, integridad absoluta, confidencialidad apropiada y mejoramiento continuo—trascienden obligaciones técnicas, reflejando reconocimiento de que estas profesiones no son meramente técnicas sino también morales (IACP, 2020; AAFS, 2020). Como señala el National Research Council (2009), "la ciencia forense y la investigación criminal operan en intersección crítica entre ciencia y justicia, requiriendo no solamente competencia técnica sino también compromiso profundo con principios éticos que el sistema de justicia existe para servir" (p. 214).

El futuro de la investigación criminal se perfila cada vez más tecnológico e integrado. Como predicen diversos autores (Casey, 2019; Houck & Siegel, 2021), "tecnologías emergentes—inteligencia artificial

para análisis de grandes volúmenes de datos, secuenciación genómica completa que proporciona información fenotípica además de identificación, análisis predictivo basado en machine learning, integración de bases de datos internacionales—continuarán transformando capacidades investigativas" (Casey, 2019, p. 456).

Sin embargo, como advierten el National Research Council (2009) y otros analistas críticos, "estas tecnologías también plantean desafíos éticos y legales significativos: privacidad en era de vigilancia ubicua, sesgos algorítmicos en sistemas de inteligencia artificial, acceso equitativo a tecnologías sofisticadas que pueden crear disparidades entre jurisdicciones ricas y pobres, y balance apropiado entre efectividad investigativa y protección de libertades civiles" (p. 243).

4.8 Apéndices y material complementario

4.8.1 APÉNDICE A: *Glosario de términos criminalísticos*

Acelerant: Sustancia inflamable utilizada intencionalmente para iniciar o propagar un incendio.

AFIS (Automated Fingerprint Identification System): Sistema automatizado de identificación dactilar que permite búsquedas computarizadas en bases de datos de huellas dactilares.

Balística: Disciplina que estudia el movimiento, comportamiento y efectos de los proyectiles, dividida en balística interior, exterior y terminal.

Cadena de custodia: Procedimiento documentado que registra la secuencia de posesión, transferencia, análisis y disposición de evidencias físicas.

Crestas papilares: Elevaciones de la piel en yemas de dedos, palmas y plantas que forman patrones únicos utilizados en identificación dactilar.

Criminalística: Disciplina científica que aplica conocimientos, métodos y técnicas de ciencias naturales al análisis de evidencias físicas relacionadas con hechos delictivos.

Cromatografía: Técnica analítica que separa componentes de mezclas basándose en diferencias en distribución entre fase móvil y fase estacionaria.

Dactiloscopia: Disciplina que estudia y clasifica huellas dactilares con fines de identificación personal.

Documentoscopia: Análisis forense de documentos para determinar autenticidad, detectar alteraciones o establecer autoría.

Entomología forense: Aplicación del estudio de insectos a investigaciones criminales, particularmente para estimar intervalo post mortem.

Espectrometría de masas: Técnica analítica que identifica sustancias basándose en relación masa-carga de iones generados.

Estriaciones: Marcas microscópicas lineales dejadas en proyectiles por irregularidades del interior del cañón de armas de fuego.

Evidencia: Material físico o información que tiende a probar o refutar hechos en cuestión en investigación o proceso judicial.

Huellas latentes: Impresiones dactilares invisibles dejadas por transferencia de sudor, aceites o contaminantes, que requieren revelado mediante técnicas especiales.

Indicio: Señal, signo o manifestación que permite inferir la existencia de algo no percibido directamente.

Intervalo post mortem (IPM): Tiempo transcurrido entre la muerte y el examen del cadáver.

Livideces cadavéricas: Manchas violáceas en cadáveres causadas por acumulación de sangre en zonas declives por efecto de gravedad.

Luminol: Reactivo químico que emite luminiscencia al contacto con hemoglobina, utilizado para detectar sangre incluso cuando ha sido limpiada.

Modus operandi: Método particular utilizado por criminal para cometer delito, incluyendo técnicas, instrumentos y patrones de comportamiento.

PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa): Técnica molecular que amplifica cantidades minúsculas de ADN, permitiendo análisis de muestras diminutas.

Perfil genético: Conjunto de características genéticas de individuo determinadas mediante análisis de regiones específicas del ADN.

Principio de intercambio de Locard: Principio fundamental que establece que todo contacto deja rastro mediante transferencia de material.

Residuos de disparo (GSR): Partículas características producidas durante deflagración de pólvora, compuestas típicamente de plomo, bario y antimonio.

Rigidez cadavérica (Rigor mortis): Endurecimiento y fijación de músculos después de la muerte por cambios bioquímicos en fibras musculares.

Serología forense: Estudio de fluidos corporales (sangre, semen, saliva) con propósitos forenses.

STR (Short Tandem Repeats): Secuencias cortas de ADN repetidas en tándem, utilizadas como marcadores genéticos en identificación forense.

Toxicología forense: Aplicación de toxicología al análisis de intoxicaciones en contextos legales.

Trayectoria balística: Camino seguido por proyectil desde arma de fuego hasta impacto final.

4.8.2 APÉNDICE B: Protocolos básicos de procedimiento

a) Protocolo B.1: Protección de Escena del Crimen

Objetivo: Preservar integridad de escena evitando contaminación, alteración o pérdida de evidencias.

Procedimiento:

1. Evaluación inicial de seguridad

- Verificar ausencia de peligros inmediatos (estructuras inestables, sustancias peligrosas, personas hostiles)
- Determinar necesidad de servicios de emergencia
- Establecer seguridad perimetral

2. Establecimiento de perímetros

- Perímetro interno: área inmediata del hecho
- Perímetro externo: zona circundante donde pueden existir evidencias relacionadas
- Utilizar cinta de seguridad, barreras físicas o personal de control

3. Control de acceso

- Designar punto único de entrada/salida
- Registrar toda persona que ingrese (nombre, hora, propósito)
- Establecer ruta de acceso que minimice alteración de evidencias
- Proporcionar equipo de protección (guantes, cubiertas de calzado, trajes)

4. Documentación inicial

- Registrar condiciones al arribo (puertas/ventanas abiertas o cerradas, luces encendidas o apagadas)
- Fotografiar condiciones iniciales antes de cualquier alteración
- Documentar personas presentes y sus ubicaciones

5. Comunicación con investigadores

- Informar sobre observaciones iniciales
- Comunicar cualquier alteración inevitable (prestación de primeros auxilios, aseguramiento de seguridad)
- Mantener perímetro hasta relevo por personal especializado

Consideraciones especiales:

- En casos con víctimas vivas: primeros auxilios tienen prioridad, pero documentar alteraciones necesarias
- En interiores: evitar uso de instalaciones sanitarias, apertura/cierre de puertas y ventanas, encendido/apagado de luces
- En exteriores: proteger contra condiciones climáticas (lluvia, viento, sol intenso)

b) *Protocolo B.2: Recolección de muestras biológicas*

Objetivo: Obtener muestras biológicas preservando integridad para análisis genético posterior.

Equipamiento necesario:

- Hisopos estériles

- Contenedores apropiados (sobres de papel, cajas de cartón)
- Guantes desechables
- Pinzas estériles
- Etiquetas y marcadores permanentes
- Agua destilada (para técnica de hisopo húmedo)
- Formularios de cadena de custodia

Procedimiento general:

1. Preparación

- Utilizar guantes nuevos para cada muestra
- Verificar que instrumentos estén limpios o estériles
- Preparar etiquetas con información identificativa

2. Documentación previa

- Fotografiar evidencia in situ antes de recolección
- Registrar ubicación exacta, descripción y condiciones

3. Técnicas de recolección según tipo:

Manchas de sangre secas:

- Opción A: Cortar soporte conteniendo mancha (preferible)

- Opción B: Hisopo húmedo—humedecer hisopo con agua destilada, frotar mancha, secar al aire, empaquetar

Sangre líquida:

- Absorber con hisopo estéril o gasa estéril
- Secar completamente al aire antes de empaquetar
- Alternativamente: transferir a tubo con anticoagulante

Fluidos seminales:

- Hisopo seco o húmedo según estado
- Secar completamente antes de empaquetar
- No utilizar plástico para muestras húmedas

Saliva:

- Hisopo de área afectada
- Secar al aire completamente
- Considerar recolección de objetos completos (colillas, vasos) cuando es factible

Pelos:

- Recolectar con pinzas limpias
- Incluir raíz cuando está presente

- Empaquetar en papel doblado dentro de sobre

4. **Embalaje**

- Secar completamente muestras húmedas antes de embalaje
- Utilizar contenedores de papel o cartón (transpirables)
- NO utilizar plástico para muestras biológicas
- Sellar apropiadamente

5. **Etiquetado**

- Identificación única de muestra
- Fecha y hora de recolección
- Ubicación específica de origen
- Tipo de muestra
- Nombre del recolector

6. **Cadena de custodia**

- Completar formulario de cadena de custodia
- Registrar transferencias subsecuentes
- Mantener trazabilidad completa

7. Almacenamiento y transporte

- Muestras secas: temperatura ambiente en lugar seco
- Muestras frescas: refrigeración (4°C) sin congelación
- Evitar exposición a luz solar directa, calor o humedad
- Transportar a laboratorio lo antes posible

Precauciones:

- Cambiar guantes entre muestras para evitar contaminación cruzada
- Recolectar muestras de referencia (controles) de áreas adyacentes no afectadas
- No contaminar con material propio (usar mascarilla, cubrir cabello)
- Documentar cualquier desviación de protocolo estándar

c) Protocolo B.3: Revelado y levantamiento de huellas dactilares

Objetivo: Revelar y preservar huellas dactilares latentes para identificación.

Materiales necesarios:

- Polvos dactilares (negro, blanco, magnético según superficie)
- Brochas suaves de fibra de vidrio o plumas

- Cintas de levantamiento transparentes
- Tarjetas de contraste para montaje
- Cámara fotográfica con lente macro
- Iluminación oblicua
- Reactivos químicos (ninhidrina, DFO, cianoacrilato según necesidad)

Procedimiento:

1. Evaluación de superficie

- Tipo: porosa (papel, cartón) vs no porosa (vidrio, metal, plástico)
- Textura: lisa, rugosa, curvada
- Color: oscura, clara, multicolor
- Condiciones: seca, húmeda, sucia

2. Selección de método apropiado:

Superficies no porosas:

- Polvos: método más común para superficies secas
- Cianoacrilato (super glue): para superficies difíciles
- Pequeña partícula: para superficies húmedas

Superficies porosas:

- Ninhidrina: revela huellas en papel (reacción con aminoácidos)
- DFO (1,8-Diazafluoren-9-one): más sensible que ninhidrina
- Reactivo físico: para papeles húmedos o viejos

3. Aplicación de polvos (método más común):

- Seleccionar color de polvo que contraste con superficie
- Aplicar cantidad mínima de polvo con brocha suave
- Utilizar movimientos circulares ligeros
- Seguir dirección de crestas al aparecer patrón
- Remover exceso de polvo con movimientos suaves

4. Fotografía de huellas reveladas:

- Fotografiar antes de levantamiento (preservación)
- Utilizar iluminación oblicua para resaltar contraste
- Incluir escala métrica en fotografía
- Anotar número de caso y ubicación específica

5. Levantamiento con cinta:

- Cortar segmento de cinta de tamaño apropiado

- Aplicar cinta sobre huella revelada suavemente
- Presionar uniformemente evitando burbujas de aire
- Levantar cinta con movimiento suave y continuo
- Transferir a tarjeta de contraste (blanca para polvos oscuros, negra para polvos claros)

6. **Documentación:**

- Etiquetar tarjeta con información identificativa
- Registrar ubicación exacta en escena
- Documentar método de revelado utilizado
- Fotografiar huella levantada en tarjeta

7. **Preservación:**

- Proteger tarjetas en contenedores rígidos
- Evitar contacto de superficies adhesivas
- Mantener a temperatura ambiente en lugar seco
- Completar cadena de custodia

Técnicas especiales:

Revelado con cianoacrilato (super glue):

- Aplicable a superficies no porosas difíciles

- Requiere cámara de fuming o ambiente cerrado
- Cianoacrilato vaporizado polimeriza al contacto con humedad y residuos de huellas
- Posterior aplicación de polvos o tintes fluorescentes mejora visualización

Tratamiento con ninhidrina (documentos):

- Aplicar solución de ninhidrina por inmersión o rociado
- Secar a temperatura ambiente o calor moderado
- Huellas aparecen como marcas púrpuras (puede tomar horas o días)
- Documentar mediante fotografía con iluminación apropiada

Consideraciones especiales:

- En objetos pequeños: considerar transportar objeto completo al laboratorio
- En superficies multicolores: considerar métodos químicos o luz alternativa
- En condiciones ambientales adversas: priorizar métodos que preserven huellas para procesamiento posterior
- Siempre documentar fotográficamente antes de cualquier intento de levantamiento

4.8.3 APÉNDICE C: Casos de estudio ilustrativos

a) Caso de estudio C.1: El caso de Colin Pitchfork (1986)

Contexto histórico: Primer caso criminal resuelto mediante análisis de ADN, marcando inicio de era genética en criminalística.

Resumen de hechos: En 1983 y 1986, dos adolescentes fueron violadas y asesinadas en pueblos cercanos en Leicestershire, Inglaterra. Richard Buckland confesó el segundo asesinato, pero negó el primero. Las autoridades sospechaban que ambos crímenes fueron cometidos por la misma persona.

Aplicación criminalística: El Dr. Alec Jeffreys, quien había desarrollado recientemente técnica de "huella genética", fue consultado. El análisis de semen de ambas escenas demostró que:

1. Los dos crímenes fueron cometidos por la misma persona
2. Richard Buckland NO era el autor (primera exoneración mediante ADN)

Posteriormente, se realizó screening voluntario de 5,000 hombres locales. Colin Pitchfork intentó evadir el test persuadiendo a colega para proporcionar muestra en su lugar. Cuando esta sustitución fue descubierta, Pitchfork fue arrestado y su ADN coincidió con las muestras de ambas escenas.

Lecciones aprendidas:

- El análisis de ADN puede exonerar inocentes tanto como incriminar culpables
- La necesidad de procedimientos que prevengan sustitución de muestras
- Importancia de validación científica rigurosa antes de introducir nuevas técnicas
- El análisis genético puede vincular casos aparentemente independientes

Tabla 11. Cronología del Caso Pitchfork.

Fecha	Evento	Significado Criminalístico
Noviembre 1983	Primer asesinato (Lynda Mann)	Recolección de evidencia biológica
Julio 1986	Segundo asesinato (Dawn Ashworth)	Similitudes sugieren autor común
Agosto 1986	Confesión de Richard Buckland	Sospechoso aparente identificado
Noviembre 1986	Análisis de ADN exonera a Buckland	Primera exoneración mediante ADN
Enero - Agosto 1987	Screening masivo de ADN	Primera aplicación de dragnet genético

Septiembre 1987	Descubrimiento de sustitución de muestra	Evidencia de culpabilidad de Pitchfork
Enero 1988	Condena de Colin Pitchfork	Primera condena basada en ADN

b) Caso de estudio C.2: El crimen de Francisca Rojas (1892)

Contexto histórico: Primer caso criminal resuelto mediante identificación dactilar, demostrando valor práctico de la dactiloscopia.

Resumen de hechos: En Necochea, Argentina, dos niños de 4 y 6 años fueron encontrados muertos con heridas de arma blanca. Su madre, Francisca Rojas, acusó a vecino Pedro Ramón Velázquez, afirmando haberlo visto huir. Velázquez fue arrestado y torturado durante días, pero mantuvo su inocencia.

Aplicación criminalística: Eduardo Álvarez, inspector instruido por Juan Vucetich en el nuevo sistema dactiloscópico, fue enviado a investigar. Inspeccionó cuidadosamente la escena y encontró huella dactilar ensangrentada en puerta. Mediante comparación con las huellas de Francisca Rojas, estableció coincidencia inequívoca.

Confrontada con esta evidencia objetiva, Rojas confesó haber asesinado a sus propios hijos para liberarse de obstáculo a relación con amante que no aceptaba los niños.

Lecciones aprendidas:

- Las confesiones obtenidas mediante tortura son poco confiables

- La evidencia física objetiva puede contradecir testimonios
- La inspección meticulosa de escenas puede revelar evidencias cruciales
- Importancia de entrenar primeros respondientes en reconocimiento de evidencias
- La dactiloscopia proporciona método confiable de identificación

Tabla 12. Comparación de métodos investigativos:

Método Tradicional	Resultado	Método Científico	Resultado
Acusación de víctima aparente	Arresto de inocente	Inspección meticulosa	Huella dactilar encontrada
Tortura de sospechoso	Mantuvo inocencia	Comparación científica	Identificación de autor real
Presión psicológica	Confesión falsa potencial	Confrontación con evidencia	Confesión verificable

4.8.4 APÉNDICE D: Ejercicios prácticos y actividades de aprendizaje

a) Ejercicio D.1: Análisis de escena del crimen (simulación)

Objetivo: Desarrollar habilidades de observación sistemática, documentación y recolección de evidencias.

Materiales necesarios:

- Espacio designado como "escena del crimen" simulada
- Indicios plantados (objetos diversos, manchas simuladas, huellas)
- Equipos de procesamiento de escena
- Formularios de documentación

Instrucciones:

Fase 1: Protección (10 minutos)

- Establecer perímetros apropiados
- Designar punto de entrada único
- Registrar participantes y roles

Fase 2: Observación inicial (15 minutos)

- Realizar walk-through preliminar sin tocar nada
- Identificar áreas de particular interés

- Formular observaciones iniciales y preguntas

Fase 3: Documentación (30 minutos)

- Fotografía: secuencia general a específica
- Video: recorrido completo de escena
- Planimetría: croquis con medidas
- Descripción narrativa escrita

Fase 4: Búsqueda de evidencias (30 minutos)

- Aplicar método de búsqueda sistemática (asignado por instructor)
- Identificar y marcar todas las evidencias potenciales
- Crear inventario preliminar

Fase 5: Recolección (45 minutos)

- Priorizar orden de recolección
- Aplicar técnicas apropiadas según tipo de indicio
- Empaquetar, etiquetar y documentar cada evidencia
- Completar cadenas de custodia

Fase 6: Análisis y presentación (30 minutos)

- Grupos presentan hallazgos

- Discusión de interpretaciones preliminares
- Evaluación de calidad del procesamiento

Criterios de evaluación:

- Exhaustividad: ¿Se identificaron todos los indicios plantados?
- Sistemática: ¿Se siguió método organizado o búsqueda caótica?
- Documentación: ¿Es suficientemente detallada y clara?
- Técnica: ¿Se aplicaron procedimientos apropiados?
- Cadena de custodia: ¿Está completa y trazable?

b) Ejercicio D.2: Comparación de huellas dactilares

Objetivo: Desarrollar habilidad para identificar y comparar puntos característicos en huellas dactilares.

Materiales:

- Juegos de tarjetas con huellas dactilares (algunas de misma persona, otras diferentes)
- Lupas de aumento
- Hojas de trabajo para marcar puntos característicos
- Referencias de tipos de puntos característicos

Instrucciones:**Parte 1: Identificación de puntos característicos (20 minutos)**

- Examinar huella dactilar proporcionada
- Identificar y marcar al menos 12 puntos característicos
- Clasificar cada punto según tipo (bifurcación, terminación, islote, etc.)
- Documentar ubicación relativa de puntos

Parte 2: Comparación con huellas candidatas (30 minutos)

- Recibir set de 5 huellas candidatas
- Una coincide con huella cuestionada, cuatro no
- Comparar sistemáticamente puntos característicos
- Identificar huella coincidente
- Documentar puntos de correspondencia

Parte 3: Presentación de conclusión (10 minutos)

- Presentar identificación con justificación
- Señalar puntos específicos de correspondencia
- Explicar por qué otras huellas fueron excluidas

Criterios de evaluación:

- Precisión: ¿Identificó correctamente la huella coincidente?
- Fundamentación: ¿Documentó suficientes puntos de correspondencia?
- Exclusión: ¿Explicó apropiadamente por qué otras no coinciden?
- Presentación: ¿Comunicó conclusión claramente?

c) Ejercicio D.3: Análisis de caso integrado

Objetivo: Integrar múltiples disciplinas criminalísticas en análisis de caso complejo.

Escenario de caso:

Un empresario de 45 años es encontrado muerto en su oficina un lunes por la mañana. La puerta de la oficina estaba cerrada con llave (llave encontrada en bolsillo de la víctima). No hay signos de forcejeo. Una taza de café medio llena está en el escritorio. La víctima presenta espuma en boca y evidencia de vómito. No hay heridas evidentes.

Información adicional proporcionada progresivamente:**Evidencias disponibles:**

- Fotografías de escena
- Informe de autopsia preliminar (pendiente toxicología)

- Taza de café con contenido remanente
- Registros de acceso al edificio (sistema electrónico)
- Computador de la víctima
- Teléfono móvil de la víctima
- Documentos financieros en escritorio

Tareas del estudiante:

1. Análisis de evidencias (40 minutos):

- Examinar todas las evidencias proporcionadas
- Identificar qué análisis criminalísticos son relevantes
- Priorizar análisis según urgencia y relevancia

2. Formulación de hipótesis (20 minutos):

- Desarrollar al menos tres hipótesis alternativas (suicidio, homicidio, muerte natural)
- Identificar qué evidencias apoyarían cada hipótesis
- Determinar qué análisis adicionales permitirían discriminar entre hipótesis

3. Plan investigativo (30 minutos):

- Diseñar plan de investigación detallado

- Especificar análisis criminalísticos necesarios (toxicológicos, digitales, documentales)
- Identificar testimonios que deben obtenerse
- Establecer cronograma y prioridades

4. Presentación grupal (20 minutos):

- Presentar análisis y plan investigativo
- Defender razonamiento
- Responder cuestionamientos

Información adicional revelada (segunda fase):

Resultados de análisis toxicológico revelan presencia de cianuro en contenido gástrico y muestra de café. Análisis de computador revela búsquedas recientes sobre métodos de suicidio. Registros de acceso muestran que la víctima entró al edificio el domingo por la tarde y nadie más accedió hasta que fue encontrado el lunes.

Tarea de reevaluación:

- Reevaluar hipótesis a luz de nueva información
- Identificar qué evidencias adicionales serían necesarias
- Formular conclusión preliminar con fundamentación

Criterios de evaluación:

- Análisis crítico de evidencias
- Formulación de hipótesis lógicas y testables
- Diseño de plan investigativo comprehensivo y priorizado
- Adaptación apropiada a nueva información
- Calidad de presentación y defensa de conclusiones

4.8.5 APÉNDICE E: Recursos adicionales para profundización

a) E.1 recursos bibliográficos recomendados por especialidad

Criminalística General:

- Gaensslen, R. E., & Larsen, K. (2019). *Introductory Forensic Science*. Springer.
- Houck, M. M. (Ed.). (2020). *Forensic Science: Fundamentals and Investigations*. Cengage Learning.

Biología y Genética Forense:

- Butler, J. M. (2021). *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Interpretation*. Academic Press.
- Goodwin, W., Linacre, A., & Hadi, S. (2020). *An Introduction to Forensic Genetics* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

Química Forense:

- Bell, S. (2022). *Forensic Chemistry: Fundamentals and Applications* (2nd ed.). Pearson.
- Siegel, J. A., & Mirakovits, K. (Eds.). (2020). *Forensic Science: A Beginner's Guide*. Oneworld Publications.

Análisis de Patrones de Manchas de Sangre:

- James, S. H., Kish, P. E., & Sutton, T. P. (2021). *Principles of Bloodstain Pattern Analysis: Theory and Practice*. CRC Press.
- Wonder, A. Y. (2020). *Bloodstain Pattern Evidence*. Academic Press.

Informática Forense:

- Casey, E. (2019). *Handbook of Digital Forensics and Investigation*. Academic Press.
- Sammons, J. (2021). *The Basics of Digital Forensics: The Primer for Getting Started* (3rd ed.). Syngress.

Balística Forense:

- Heard, B. J. (2020). *Handbook of Firearms and Ballistics: Examining and Interpreting Forensic Evidence* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Warlow, T. (2019). *Firearms, the Law, and Forensic Ballistics* (4th ed.). CRC Press.

b) *E.2 revistas científicas especializadas*

Revistas Internacionales Peer-Reviewed:

- *Forensic Science International* - Revista líder en ciencias forenses
- *Journal of Forensic Sciences* - Publicación oficial de AAFS
- *Science & Justice* - Revista de la Forensic Science Society
- *Forensic Science International: Genetics* - Especializada en genética forense
- *Journal of Forensic and Legal Medicine* - Enfoque médico-legal
- *Digital Investigation* - Especializada en informática forense
- *International Journal of Legal Medicine* - Enfoque europeo multidisciplinario
- *Australian Journal of Forensic Sciences* - Perspectiva del Pacífico
- *Egyptian Journal of Forensic Sciences* - Enfoque de región MENA

Revistas en Español:

- Cuadernos de Medicina Forense - *España*
- Revista Española de Medicina Legal - *España*
- Revista de Criminalística - *Argentina*

- Medicina Legal de Costa Rica - *Costa Rica*

c) *E.3 Organizaciones profesionales internacionales*

American Academy of Forensic Sciences (AAFS)

- Sitio web: <https://www.aafs.org>
- Organización multidisciplinaria más grande del mundo
- Conferencia anual con presentaciones de investigaciones
- Secciones especializadas por disciplina

International Association for Identification (IAI)

- Sitio web: <https://www.theiai.org>
- Enfocada en identificación (dactiloscopia, fotografía forense)
- Programas de certificación profesional
- Publicación mensual: *Journal of Forensic Identification*

European Network of Forensic Science Institutes (ENFSI)

- Sitio web: <https://enfsi.eu>
- Red de laboratorios forenses europeos
- Grupos de trabajo por especialidad
- Desarrollo de mejores prácticas y estándares

International Association of Forensic Sciences (IAFS)

- Sitio web: <https://www.iafs.net>
- Organización global paraguas
- Congreso trienal internacional
- Coordinación entre organizaciones regionales

Asociación Latinoamericana de Ciencias Forenses (ALACF)

- Enfoque regional latinoamericano
- Promoción de estándares y colaboración
- Congresos regionales periódicos

d) E.4 Plataformas de Educación Continua

Cursos en Línea y MOOCs:

Coursera:

- "Introduction to Forensic Science" - Nanyang Technological University
- "Forensic Accounting and Fraud Examination" - West Virginia University

edX:

- "The Science of Crime: Forensic Science" - University of Leicester
- "Introduction to Forensic Psychology" - King's College London

FutureLearn:

- "Introduction to Forensic Science" - University of Strathclyde
- "Forensic Facial Reconstruction" - University of Sheffield

NIJ (National Institute of Justice):

- Cursos gratuitos en línea sobre diversos temas forenses
- Webinars especializados actualizados regularmente
- Recursos descargables y guías técnicas

NFSTC (National Forensic Science Technology Center):

- Programas de formación especializada
- Certificaciones profesionales
- Recursos educativos en línea

e) E.5 bases de datos y recursos técnicos

Scientific Working Groups (SWG): Documentos de mejores prácticas y estándares desarrollados por grupos de expertos:

- SWGDAM: DNA Analysis Methods
- SWGDRUG: Drug Analysis
- SWGFAST: Friction Ridge Analysis
- SWGDE: Digital Evidence
- SWGGUN: Firearms and Toolmarks

NIST (National Institute of Standards and Technology):

- OSAC (Organization of Scientific Area Committees): estándares forenses
- Standard Reference Materials: materiales de referencia certificados
- Bases de datos espectrales y químicas

INTERPOL:

- Recursos de investigación criminal
- Protocolos de identificación de víctimas de desastres
- Red global de cooperación policial

NIJ Forensic Technology Center of Excellence:

- Investigación y desarrollo en tecnologías forenses
- Evaluación de tecnologías emergentes

- Recursos para implementación de nuevas técnicas

4.8.6 APÉNDICE F: Consideraciones legales y éticas

a) F.1 Marco Legal de la Criminalística en Ecuador

Constitución de la República del Ecuador (2008)

Artículos relevantes:

- Art. 76: Derecho al debido proceso, incluyendo presentación de pruebas
- Art. 77: Garantías en privación de libertad, incluyendo presunción de inocencia
- Art. 195: Fiscalía General del Estado dirige investigación preprocesal y procesal penal

Código Orgánico Integral Penal (COIP)

Disposiciones relevantes para criminalística:

- Art. 453-455: Sistema especializado integral de investigación de medicina legal y ciencias forenses
- Art. 456: Cadena de custodia
- Art. 457: Actuaciones de la Policía Nacional en investigación
- Art. 458-498: Procedimientos para obtención de evidencias
- Art. 502-504: Elementos de convicción y prueba

Principios constitucionales y legales que rigen la actividad criminalística:

1. **Legalidad:** Todas las actuaciones deben estar autorizadas por ley
2. **Objetividad:** Búsqueda imparcial de la verdad
3. **Contradicción:** Las pruebas pueden ser cuestionadas por partes
4. **Publicidad:** Transparencia en procedimientos (con excepciones legales)
5. **Inmediación:** Juez debe tener contacto directo con pruebas
6. **Continuidad:** Mantenimiento de cadena de custodia

b) F.2 Cadena de custodia: Aspectos Legales

Definición legal (COIP Art. 456): "Sistema de registro que se aplica a los elementos físicos o materiales que se recogen durante la investigación de un presunto hecho punible, con el fin de asegurar su identidad, integridad, preservación, seguridad, continuidad y registro."

Requisitos legales:

1. **Identificación única:** Cada elemento debe tener identificador inequívoco
2. **Registro documental:** Toda transferencia debe documentarse

3. **Trazabilidad completa:** Debe poder rastrearse ubicación y custodia en todo momento
4. **Preservación de integridad:** Condiciones que eviten alteración o contaminación
5. **Acceso controlado:** Solo personal autorizado puede acceder a evidencias

Consecuencias de ruptura de cadena de custodia:

La ruptura o irregularidades graves en cadena de custodia pueden resultar en:

- Exclusión de evidencia del proceso judicial
- Cuestionamiento de credibilidad de otras evidencias
- Potencial responsabilidad administrativa o penal de responsables
- Impunidad si evidencia excluida era crucial

Tabla 13.Elementos críticos de cadena de custodia.

Elemento	Requisito	Propósito	Consecuencia de Omisión
Identificación única	Número/código inequívoco	Individualización	Confusión entre evidencias

Descripción completa	Características detalladas	Verificación de integridad	de Imposibilidad de verificar alteraciones
Registro de transferencias	Fecha, hora, remitente, receptor	Trazabilidad	Cadena incompleta
Condiciones de almacenamiento	Temperatura, seguridad, ambiente	Preservación	Degradación de evidencia
Sellos de seguridad	Precintos numerados	Detección de accesos	Acceso no autorizado no detectable
Documentación fotográfica	Estado inicial y en transferencias	Evidencia visual	Imposibilidad de verificar condiciones

c) *F.3 Derechos de las personas en investigaciones criminales*

Derechos de sospechosos/imputados:

1. **Presunción de inocencia:** Hasta demostración de culpabilidad
2. **Derecho a guardar silencio:** No obligación de declarar contra sí mismo
3. **Derecho a defensa técnica:** Asistencia de abogado
4. **Información sobre acusación:** Conocer cargos específicos

5. **Contradicción de pruebas:** Cuestionar evidencias de cargo
6. **Presentación de pruebas de descargo:** Ofrecer evidencias propias
7. **Plazo razonable:** Investigación y juicio sin dilaciones indebidas
8. **Proporcionalidad de medidas cautelares:** Restricciones mínimas necesarias

Derechos de víctimas:

1. **Protección especial:** Especialmente en casos de violencia
2. **Información sobre proceso:** Conocer estado de investigación
3. **Reparación integral:** Restitución, compensación, rehabilitación
4. **Privacidad y dignidad:** Protección contra revictimización
5. **Participación en proceso:** A través de representación legal
6. **Protección contra represalias:** Medidas de seguridad cuando necesario

Limitaciones legales a técnicas investigativas:

Registro de personas:

- Requiere orden judicial excepto en situaciones de flagrancia
- Debe ser proporcional y respetar dignidad

- Registro corporal íntimo requiere orden judicial y condiciones especiales

Registro de domicilios:

- Requiere orden judicial fundamentada
- Debe realizarse en horario diurno salvo urgencia
- Presencia de moradores o testigos

Interceptación de comunicaciones:

- Requiere autorización judicial motivada
- Limitada en tiempo y alcance
- Solo para delitos graves especificados en ley

Obtención de muestras biológicas:

- Muestras voluntarias: consentimiento informado
- Muestras forzosas: autorización judicial en casos específicos
- Uso limitado a propósitos investigativos autorizados

d) F.4 Código de ética profesional en criminalística

Principios fundamentales:

1. Objetividad e imparcialidad

- Análisis sin sesgos hacia ninguna parte

- Reporte honesto de hallazgos incluso cuando contradicen hipótesis preferidas
- Rechazo de presiones para manipular conclusiones

2. Competencia profesional

- Realizar solo análisis para los cuales se tiene formación y experiencia apropiadas
- Mantener actualización continua mediante formación profesional
- Reconocer limitaciones y solicitar consultas cuando necesario

3. Integridad

- Documentación precisa y completa de procedimientos
- Reconocimiento de errores cuando ocurren
- No fabricación, falsificación o manipulación de evidencias o datos

4. Respeto a derechos fundamentales

- Respeto a dignidad de todas las personas
- Protección de privacidad en manejo de información sensible
- Consciencia de que conclusiones pueden afectar profundamente vidas

5. Confidencialidad

- Manejo apropiado de información de casos
- No divulgación de información excepto a personas autorizadas
- Prevención de filtraciones que comprometan investigaciones

6. Calidad y rigor científico

- Aplicación de protocolos validados
- Controles de calidad apropiados
- Base científica sólida para conclusiones

7. Responsabilidad social

- Consciencia del rol de la criminalística en sociedad
- Contribución a justicia y protección de derechos
- Promoción de uso ético de ciencia forense

Dilemas éticos comunes y orientaciones:

Dilema 1: Presión para resultados rápidos vs rigor apropiado

Situación: Investigadores demandan resultados urgentes que podrían requerir atajos en procedimientos.

Orientación: Comunicar claramente plazos realistas basados en protocolos apropiados. La presión temporal no justifica comprometer calidad que podría invalidar resultados o conducir a errores.

Dilema 2: Hallazgos que contradicen teoría investigativa predominante *Situación:* Análisis revela evidencia inconsistente con hipótesis principal de investigación.

Orientación: Reportar hallazgos objetivamente sin consideración de conveniencia investigativa. La función del perito es proporcionar información técnica objetiva, no apoyar teorías particulares.

Dilema 3: Solicitudes de análisis fuera de competencia *Situación:* Se solicita análisis en área donde el profesional tiene conocimiento limitado.

Orientación: Reconocer limitaciones honestamente y derivar a especialista apropiado. Intentar análisis sin competencia adecuada constituye mala práctica profesional.

Dilema 4: Evidencia con implicaciones para inocentes *Situación:* Análisis revela evidencia que podría incriminar a personas aparentemente inocentes o exonerar a sospechosos.

Orientación: Reportar hallazgos objetivamente independientemente de implicaciones. La función del perito no es juzgar culpabilidad sino proporcionar información técnica.

Dilema 5: Descubrimiento de error en análisis propio previo *Situación:* Revisión revela error en análisis anteriormente reportado.

Orientación: Reportar error inmediatamente a autoridades apropiadas. La integridad profesional requiere corrección de errores incluso cuando es incómodo.

e) *F.5 testimonio pericial: Aspectos legales y éticos*

Naturaleza jurídica del testimonio pericial:

El testimonio pericial no es testimonio ordinario sino opinión experta basada en conocimiento especializado. El perito asiste al tribunal proporcionando información técnica que jueces y jurados típicamente no poseen.

Requisitos legales para peritos:

1. **Cualificación profesional:** Formación y experiencia apropiadas
2. **Independencia:** No tener conflicto de intereses
3. **Objetividad:** Análisis imparcial sin sesgo hacia ninguna parte
4. **Fundamentación:** Conclusiones basadas en métodos científicamente válidos

Estructura del testimonio pericial:

Fase 1: Cualificación del perito

- Presentación de credenciales educativas
- Experiencia profesional relevante
- Certificaciones o acreditaciones
- Publicaciones o presentaciones en área

Fase 2: Explicación de métodos

- Descripción de técnicas utilizadas
- Fundamentación científica de métodos
- Validación y aceptación en comunidad científica
- Controles de calidad aplicados

Fase 3: Presentación de hallazgos

- Descripción de análisis realizados
- Resultados obtenidos
- Interpretación técnica
- Conclusiones alcanzadas

Fase 4: Contrainterrogatorio

- Respuesta a cuestionamientos de parte contraria
- Defensa de validez de métodos
- Aclaración de limitaciones
- Mantenimiento de objetividad bajo presión

Principios para testimonio efectivo y ético:

Claridad: Utilizar lenguaje comprensible para no especialistas, evitando jerga innecesaria, pero manteniendo precisión técnica.

Honestidad: Reconocer limitaciones de análisis, incertidumbres y posibilidades alternativas. No exagerar certeza de conclusiones.

Objetividad: Mantener imparcialidad visible. Responder preguntas de ambas partes con igual profesionalismo.

Preparación: Revisar exhaustivamente materiales del caso antes de testificar. Anticipar cuestionamientos probables.

Compostura: Mantener calma y profesionalismo incluso ante cuestionamientos agresivos o intentos de intimidación.

Limitación al Expertise: Testificar solo sobre áreas de competencia. No aventurarse en opiniones fuera de expertise.

Errores comunes a evitar:

1. **Advocacy:** Comportarse como abogado de una parte en lugar de experto neutral
2. **Overreaching:** Hacer afirmaciones más allá de lo que evidencia sustenta
3. **Defensiveness:** Reaccionar defensivamente a cuestionamientos legítimos

4. **Tecnicismo excesivo:** Utilizar lenguaje tan técnico que jurado no comprende
5. **Inconsistencia:** Contradecir informe escrito previo sin explicación apropiada

Tabla 14. Comparación: Buen testimonio vs problemas comunes.

Aspecto	Testimonio Apropiado	Problema Común
Certeza	"El análisis indica con alta probabilidad..."	"Estoy absolutamente seguro sin duda alguna..."
Limitaciones	"Este análisis no puede determinar..."	Omitir mencionar limitaciones
Métodos	"Utilizamos método X, validado mediante..."	"Usamos nuestro método estándar" (sin explicación)
Alternativas	"Otras interpretaciones posibles incluyen..."	Presentar solo interpretación que favorece a una parte
Contrainterrogatorio	Responder preguntas directamente	Evadir, argumentar o mostrar hostilidad
Lenguaje	Balance entre precisión técnica y claridad	Jerga incomprensible o excesiva simplificación

4.8.7 APÉNDICE G: Glosario visual de patrones de evidencias

a) G.1 Patrones de manchas de sangre

Nota: En un texto impreso, esta sección incluiría diagramas ilustrativos. Aquí se proporcionan descripciones detalladas.

Patrón de goteo pasivo:

- **Apariencia:** Gotas circulares o ligeramente ovaladas
- **Causación:** Sangre cayendo por gravedad desde fuente estacionaria
- **Interpretación:** Indica sangrado de herida con persona relativamente inmóvil
- **Características distintivas:** Bordes regulares, salpicaduras mínimas, patrón vertical si hay serie

Patrón de proyección (Impacto Medio):

- **Apariencia:** Gotas medianas (1-4mm), patrón radial desde punto
- **Causación:** Fuerza aplicada a fuente de sangre (golpe, puñalada)
- **Interpretación:** Violencia con impacto en área con sangre
- **Características distintivas:** Distribución radial, tamaños variables, dirección identificable

Patrón de alta velocidad:

- **Apariencia:** Niebla fina de gotas muy pequeñas (<1mm)
- **Causación:** Disparo de arma de fuego, explosión, maquinaria
- **Interpretación:** Evento traumático de alta energía
- **Características distintivas:** Distribución amplia, gotas minúsculas, gran cantidad

Patrón de proyección arterial:

- **Apariencia:** Manchas alargadas en patrón pulsátil
- **Causación:** Sangrado de arteria cortada o perforada
- **Interpretación:** Herida arterial, víctima viva durante evento
- **Características distintivas:** Patrón ondulante, manchas alargadas, volumen significativo

Patrón de transferencia:

- **Apariencia:** Impresión reconocible de objeto o superficie
- **Causación:** Objeto ensangrentado contacta superficie limpia
- **Interpretación:** Movimiento de persona/objeto ensangrentado
- **Características distintivas:** Forma reconocible (mano, calzado, arma), contacto directo evidente

Patrón de Arrastre/Limpieza:

- **Apariencia:** Área donde sangre fue removida dejando rastros
- **Causación:** Intento de limpiar sangre o arrastre de objeto
- **Interpretación:** Actividad post-evento, posible encubrimiento
- **Características distintivas:** Dirección de movimiento evidente, alteración de patrón original

b) G.2 Tipos de Huellas Dactilares

Arcos ($\pm 5\%$ de población):

- **Arco Simple:** Crestas entran de un lado, se elevan en centro, salen por lado opuesto
- **Arco en Tienda:** Similar a arco simple pero con elevación angular más pronunciada
- **Características:** No tienen delta ni núcleo definido

Presillas ($\pm 60\%$ de población):

- **Presilla Radial:** Bucle se abre hacia lado del pulgar (radio)
- **Presilla Cubital:** Bucle se abre hacia lado del meñique (cúbito)
- **Características:** Tienen un delta y un núcleo

Verticilos ($\pm 35\%$ de población):

- **Verticilo Simple:** Patrón circular o espiral concéntrico
- **Verticilo de Bolsillo:** Bucle con presilla interna
- **Verticilo Doble:** Dos sistemas de espirales independientes
- **Verticilo Accidental:** Combinación de patrones que no encaja en otras categorías
- **Características:** Tienen dos deltas

c) G.3 Marcas de herramientas

Impresiones:

- **Apariencia:** Marca tridimensional dejada en material más blando
- **Causación:** Presión de herramienta contra superficie
- **Ejemplo:** Marca de destornillador en madera
- **Análisis:** Medición de dimensiones, comparación de características de clase

Estriaciones:

- **Apariencia:** Líneas paralelas microscópicas
- **Causación:** Movimiento de herramienta contra superficie
- **Ejemplo:** Marcas de sierra en hueso o madera

- **Análisis:** Comparación microscópica de patrones de rayas

Cortes:

- **Apariencia:** Separación de material con bordes característicos
- **Causación:** Acción de filo cortante
- **Ejemplo:** Corte de cable con tenazas
- **Análisis:** Morfología de bordes, ángulos, profundidad

Percusión:

- **Apariencia:** Deformación por impacto
- **Causación:** Golpe con herramienta contundente
- **Ejemplo:** Marca de martillo en cerradura
- **Análisis:** Forma de impacto, patrones de fractura radiante

4.8.8 APÉNDICE H: Lista de verificación para procesamiento de escenas

a) H.1 Checklist Pre-Procesamiento

Evaluación inicial:

- ☐ Seguridad de la escena verificada (estructural, química, biológica)
- ☐ Servicios de emergencia notificados si necesario

- ☐ Perímetros establecidos (interno y externo)
- ☐ Control de acceso implementado
- ☐ Registro de personas presentes iniciado
- ☐ Condiciones climáticas documentadas
- ☐ Hora de arribo registrada

Equipamiento Verificado:

- ☐ Kit de procesamiento de escena completo
- ☐ Cámara fotográfica con batería y memoria suficientes
- ☐ Videocámara operativa
- ☐ Equipo de medición (cinta métrica, estación total/láser)
- ☐ Equipamiento de protección personal (EPP)
- ☐ Materiales de embalaje diversos
- ☐ Formularios de cadena de custodia
- ☐ Iluminación adicional si necesaria

- ☐ Reactivos para pruebas presuntivas

Coordinación:

- ☐ Autoridad judicial notificada
- ☐ Fiscalía informada
- ☐ Médico forense contactado (si hay víctima)
- ☐ Especialistas requeridos identificados y contactados
- ☐ Plan de procesamiento discutido con equipo
- ☐ Roles y responsabilidades asignados

b) H.2 Checklist Procesamiento

Documentación inicial:

- ☐ Walk-through preliminar completado
- ☐ Fotografías de orientación (contexto general)
- ☐ Fotografías generales desde múltiples ángulos
- ☐ Video panorámico de escena completa
- ☐ Condiciones iniciales documentadas narrativamente

- ☐ Croquis preliminar elaborado

Búsqueda de evidencias:

- ☐ Método de búsqueda seleccionado y aplicado
- ☐ Búsqueda visual completada
- ☐ Iluminación alternativa utilizada
- ☐ Reactivos presuntivos aplicados donde apropiado
- ☐ Todas las evidencias potenciales identificadas y marcadas
- ☐ Inventario preliminar creado

Documentación detallada:

- ☐ Cada evidencia fotografiada in situ
- ☐ Fotografías con escala métrica
- ☐ Ubicación de cada evidencia medida y registrada
- ☐ Planimetría detallada completada
- ☐ Descripciones narrativas de evidencias importantes
- ☐ Relaciones espaciales documentadas

Recolección:

- ☐ Orden de recolección determinado
- ☐ Técnicas apropiadas seleccionadas por tipo de evidencia
- ☐ Cada evidencia recolectada según protocolo
- ☐ Muestras de control recolectadas donde apropiado
- ☐ Embalaje apropiado para cada tipo
- ☐ Etiquetado completo y legible
- ☐ Cadena de custodia iniciada para cada evidencia

Verificación final:

- ☐ Segunda búsqueda de evidencias pasadas por alto
- ☐ Todas las áreas cubiertas verificadas
- ☐ Inventario final de evidencias completado
- ☐ Documentación completa verificada
- ☐ Cadenas de custodia completas
- ☐ Escena fotografiada después de procesamiento

- ☐ Autorización para liberar escena obtenida

c) H.3 Checklist Post-Procesamiento

Gestión de evidencias:

- ☐ Evidencias transportadas apropiadamente
- ☐ Almacenamiento en condiciones apropiadas
- ☐ Cadenas de custodia actualizadas
- ☐ Inventario verificado contra documentación
- ☐ Evidencias priorizadas para análisis identificadas
- ☐ Solicitudes de análisis preparadas

Documentación:

- ☐ Reporte preliminar de escena elaborado
- ☐ Fotografías descargadas y respaldadas
- ☐ Videos descargados y respaldados
- ☐ Planimetría digitalizada si apropiado
- ☐ Inventario final de evidencias completado

- ☐ Registro de personal actuante completado

Coordinación:

- ☐ Hallazgos preliminares comunicados a investigadores
- ☐ Necesidades de análisis especializados identificadas
- ☐ Coordinación con laboratorio iniciada
- ☐ Reunión de equipo para discutir hallazgos programada
- ☐ Necesidad de retorno a escena evaluada

4.8.9 APÉNDICE I: Estudios de Caso para análisis en clase

a) Caso I.1: El Misterio del Apartamento Cerrado

Escenario para discusión:

Un hombre de 38 años, ejecutivo financiero, es encontrado muerto en su apartamento de lujo en un sexto piso. La puerta del apartamento estaba cerrada con llave desde dentro (cerrojo de seguridad activado). Las ventanas están cerradas y el apartamento está en un piso alto sin acceso exterior factible. No hay signos evidentes de forcejeo. El cuerpo presenta una herida de arma blanca en el tórax. Un cuchillo de cocina ensangrentado está en el fregadero de la cocina. Hay una botella de whisky medio vacía y un vaso en la mesa de la sala.

Información adicional disponible:

- El difunto vivía solo
- Tenía problemas financieros no conocidos públicamente
- Recientemente había modificado su seguro de vida aumentando el beneficio
- Su teléfono móvil muestra última actividad 18 horas antes del hallazgo
- El edificio tiene sistema de cámaras de seguridad en entrada principal
- Vecinos reportan haber escuchado música alta la noche anterior

Preguntas para análisis:

1. Hipótesis iniciales:

- ¿Qué escenarios son posibles dadas las circunstancias?
- ¿Qué evidencias apoyarían cada hipótesis?
- ¿Qué hipótesis son más probables preliminarmente?

2. Análisis criminalístico:

- ¿Qué análisis forenses son prioritarios?
- ¿Qué puede revelar el análisis de patrones de sangre?

- ¿Qué información puede obtenerse del arma?
- ¿Qué análisis toxicológicos son relevantes?

3. **Investigación complementaria:**

- ¿Qué testimonios deben obtenerse?
- ¿Qué registros deben revisarse?
- ¿Qué análisis de escena adicionales podrían ser útiles?

4. **Evaluación de escenarios:**

- ¿Es consistente la escena con suicidio?
- ¿Podría ser homicidio? ¿Cómo se explicaría el apartamento cerrado?
- ¿Qué evidencias discriminarían entre escenarios?

Elementos para considerar:

- Morfología y ubicación de herida
- Compatibilidad con auto-inflicción
- Heridas de defensa o su ausencia
- Registro de acceso al edificio
- Análisis de teléfono y computador
- Situación financiera y posibles móviles

- Autopsia psicológica

b) Caso I.2: Serie de Robos con Patrón

Escenario:

Durante tres meses, se han reportado 8 robos a residencias en un vecindario de clase media. Los robos presentan similitudes notables:

- Todos ocurrieron entre 10am-3pm en días laborables
- Puntos de entrada: ventanas traseras forzadas
- Objetos sustraídos: principalmente joyas, efectivo, electrónicos pequeños
- Inmuebles seleccionados: casas de dos pisos con jardín trasero
- No hay testigos directos en ningún caso
- Varias escenas tienen huellas de calzado similares
- En dos casos hay manchas de sangre (presuntamente del autor que se cortó con vidrio)

Evidencias Recolectadas:

- Huellas de calzado (8 escenas)
- Muestras de sangre (2 escenas)
- Huellas dactilares fragmentarias (3 escenas)

- Fibras textiles (4 escenas)
- Herramientas dejadas en una escena (destornillador)
- Videos de cámaras de vecindario (vehículo sospechoso en 3 ocasiones)

Preguntas para Análisis:

1. Análisis de Patrón:

- ¿Qué elementos sugieren autor común?
- ¿Qué revela el modus operandi sobre el autor?
- ¿Hay evolución en el patrón a través de los casos?

2. Estrategia Investigativa:

- ¿Cómo priorizar análisis de evidencias disponibles?
- ¿Qué análisis pueden vincular casos definitivamente?
- ¿Qué estrategia de vigilancia sería apropiada?

3. Análisis de Evidencias:

- ¿Cómo se puede utilizar el análisis de ADN estratégicamente?
- ¿Qué puede revelar la comparación de huellas de calzado?
- ¿Cómo vincular el vehículo sospechoso con los robos?
- ¿Qué información puede obtenerse de las herramientas dejadas?

4. Predicción y Prevención:

- ¿Puede predecirse dónde ocurrirá el próximo robo?
- ¿Qué medidas preventivas serían efectivas?
- ¿Cómo utilizar el patrón para identificar sospechosos?

Desarrollo del Caso (Segunda Fase):

Después de análisis, se identifica lo siguiente:

- ADN de sangre coincide entre dos escenas, sin coincidencia en base de datos
- Huellas de calzado son de marca específica, talla 42, desgaste característico
- Fibras son consistentes con uniforme de empresa de jardinería
- Vehículo sospechoso es camioneta blanca con logo de empresa de paisajismo
- Análisis geográfico sugiere autor vive o trabaja en área específica

Preguntas Adicionales:

- ¿Cómo utilizar esta información para identificar al autor?
- ¿Qué diligencias adicionales son necesarias?
- ¿Cómo preparar operativo de captura cuando se identifique sospechoso?

c) *Caso I.3: Muerte sospechosa en contexto doméstico*

Escenario:

Una mujer de 32 años es encontrada muerta al pie de escaleras en su residencia. Su esposo, quien reportó el hallazgo, indica que ella aparentemente cayó por las escaleras durante la noche. El esposo tiene pequeñas lesiones en manos y brazos que atribuye a intento de auxiliarla. Hay historial de tres llamadas previas a policía por violencia doméstica en los últimos dos años, aunque la víctima retiró cargos en todas las ocasiones.

Hallazgos de escena:

- Cuerpo al pie de escaleras, boca arriba
- Múltiples contusiones en cabeza, cara, brazos y piernas
- Escaleras alfombradas con 12 peldaños
- Manchas de sangre en varios peldaños
- Lámpara rota en descanso superior
- Zapatillas de la víctima en dormitorio, no en pies
- Signos de desorden en dormitorio principal

Información contextual:

- Nivel de alcohol en sangre del esposo: 0.12% (sobre límite legal)

- Vecinos reportan haber escuchado discusión fuerte aproximadamente 2 horas antes
- Lesiones del esposo son relativamente menores
- Víctima tiene seguro de vida con esposo como beneficiario
- Llamada a emergencias fue realizada 30 minutos después de muerte estimada por paramédicos

Preguntas para análisis:

1. Evaluación de consistencia:

- ¿Es el patrón de lesiones consistente con caída accidental?
- ¿Qué revela el análisis de manchas de sangre?
- ¿Es significativa la ausencia de zapatillas en los pies?
- ¿Cómo explicar el desorden en el dormitorio?

2. Análisis forense:

- ¿Qué puede determinar la autopsia sobre causa y mecanismo de muerte?
- ¿Cómo distinguir lesiones de caída vs lesiones de agresión?
- ¿Qué revela la biomecánica sobre posibilidad de caída accidental?
- ¿Qué análisis de la escena son cruciales?

3. **Investigación complementaria:**

- ¿Qué testimonios deben obtenerse y de quién?
- ¿Cómo evaluar credibilidad de versión del esposo?
- ¿Qué registros médicos previos son relevantes?
- ¿Cómo utilizar historial de violencia doméstica?

4. **Desafíos investigativos:**

- ¿Cómo manejar situación donde única otra persona presente es sospechoso?
- ¿Qué hace difícil distinguir caída accidental de homicidio por empujón?
- ¿Qué evidencias serían más contundentes para establecer cada escenario?

Elementos técnicos para considerar:

- Patrón de contusiones (distribución, antigüedad diferencial)
- Análisis de trayectoria de caída
- Velocidad y fuerza necesarias para lesiones observadas
- Compatibilidad temporal entre eventos reportados y hallazgos forenses
- Análisis de lesiones defensivas

- Reconstrucción 3D de escena

4.8.10 APÉNDICE J: Formularios y plantillas estándar



REPÚBLICA DEL ECUADOR CADENA DE CUSTODIA DE EVIDENCIAS

CASO No: _____ FECHA: _____

INFORMACIÓN DE LA EVIDENCIA

Evidencia No: _____ Tipo: _____

Descripción: _____

Ubicación de recolección: _____

Recolectada por: _____

Fecha/Hora recolección: _____

Sellos de seguridad: Nos. [_____] de segura- _____

CONDICIONES DE EMBALAJE

[] Sobre papel [] Caja cartón [] Bolsa plástico

[] Contenedor rígido: [] Otro: _____

Sellos de seguridad: Nos. _____

TRANSFERENCIAS: _____

Entrega	Recibe	Propósito	Fecha/Hora	Firma

ALMACENAMIENTO: _____

Ubicación: _____ Condiciones: _____

Responsable: _____

Figura 9. Formulario de Cadena de Custodia..

###

INFORME PERICIAL DE CRIMINALÍSTICA

CASO No: _____ INFORME No: _____

FÉCHA DE ELABORACIÓN: _____

I. DATOS GENERALES

Solicitante: _____

Tipo de análisis: _____

Evidencias examinadas: _____

Fecha de recepción: _____

Fecha de análisis: _____

Perito responsable: _____

Especialidad: _____

II. ANTECEDENTES

[Resumen del contexto del caso y circunstancias relevantes]

III. MATERIAL EXAMINADO

[Descripción detallada de evidencias analizadas: incluyendo números de cadena de custodia, descripción física, estado de preservación]

IV. METODOLOGÍA

[Descripción de técnicas y procedimientos aplicados, incluyendo:

- Métodos analíticos utilizados
- Instrumentación empleada
- Protocolos seguidos
- Estándares de referencia utilizados
- Controles de calidad aplicados [Controles de calidad aplicados]

V. RESULTADOS

[Presentación objetiva de hallazgos analíticos, incluyendo datos cuantitativos cuando aplicable, observaciones cualitativas, resultados de comparaciones]

VI. DISCUSIÓN

[Interpretación técnica de resultados, consideración de hallazgos en contexto, evaluación de hipótesis alternativas]

VII. CONCLUSIONES

[Conclusiones específicas basadas en análisis realizados, con indicación clara de grado de certeza, limitaciones reconocidas]

Figura 11. Plantilla de Informe Pericial.

4.8.11 APÉNDICE K: Directorio de contactos y recursos en Ecuador

a) K.1 Instituciones forenses nacionales

Fiscalía general del estado

- Dirección Central: Av. 6 de Diciembre y Piedrahita, Quito
- Teléfono: (02) 3814-400
- Sitio web: <https://www.fiscalia.gob.ec>

Sistema Especializado Integral de Investigación (SEII)

- División de Criminalística
- Laboratorios forenses provinciales
- Contacto: A través de Fiscalía General del Estado

Servicio nacional de medicina legal y ciencias forenses

- Unidades provinciales de medicina legal
- Coordinación con Fiscalía General del Estado

Policía Nacional del Ecuador

- Dirección Nacional de Investigaciones (DINASED)
- Unidad de Criminalística
- Emergencias: 911

b) K.2 Instituciones académicas con programas de criminalística

Universidad Estatal de Bolívar

- Facultad de Jurisprudencia, Ciencias Sociales y Políticas
- Carrera de Criminalística
- Ubicación: Guaranda, Provincia de Bolívar
- Contacto: <https://www.ueb.edu.ec>

Universidad Central del Ecuador

- Facultad de Jurisprudencia, Ciencias Políticas y Sociales
- Posgrados en Ciencias Penales y Criminalística
- Ubicación: Quito
- Contacto: <https://www.uce.edu.ec>

Otras Instituciones:

- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)
- Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL)
- Instituto de Altos Estudios Nacionales (IAEN)

c) K.3 Organizaciones profesionales

Asociación Ecuatoriana de Criminalística [Información de contacto cuando esté disponible]

Sociedad Ecuatoriana de Medicina Legal [Información de contacto cuando esté disponible]

d) *K.4 Recursos bibliográficos en Ecuador*

Bibliotecas especializadas:

- Biblioteca de la Fiscalía General del Estado
- Bibliotecas universitarias con colecciones de ciencias forenses
- Biblioteca Nacional del Ecuador

Repositorios digitales:

- Repositorio Digital UEB
- Repositorio Digital UCE
- Red de Repositorios Latinoamericanos

4.8.12 Conclusión del manual

Este Manual de Criminalística I ha sido desarrollado como herramienta educativa integral para estudiantes de segundo nivel de la carrera de Criminalística en la Universidad Estatal de Bolívar. A través de sus cuatro capítulos principales y extensos apéndices complementarios, se ha construido fundamento sólido para comprensión de esta disciplina científica crucial para el sistema de justicia.

Logros del manual:

El manual ha cumplido sus objetivos pedagógicos al proporcionar:

1. **Perspectiva histórica comprehensiva:** Desde los orígenes de la criminalística en el siglo XIX hasta tecnologías contemporáneas, estableciendo contexto evolutivo que permite comprender desarrollo disciplinario.
2. **Fundamentación científica rigurosa:** Explicación de principios científicos que sustentan técnicas criminalísticas, conexión con disciplinas científicas fundamentales y presentación de metodologías validadas.
3. **Integración con Investigación Criminal:** Contexto apropiado de cómo criminalística se inserta en proceso investigativo más amplio, diferenciación y complementariedad de roles profesionales.
4. **Orientación Práctica:** Protocolos, procedimientos, casos de estudio y ejercicios que facilitan transición de conocimiento teórico a aplicación práctica.
5. **Marco Ético y Legal:** Énfasis en responsabilidades éticas, respeto a derechos fundamentales y adherencia a marcos legales que deben guiar práctica profesional.

4.8.13 Recomendaciones para uso óptimo:

Para estudiantes:

- Estudiar capítulos secuencialmente, construyendo sobre fundamentos establecidos
- Completar ejercicios prácticos propuestos en apéndices
- Consultar recursos adicionales referenciados para profundización
- Participar activamente en simulaciones y estudios de caso
- Desarrollar pensamiento crítico cuestionando y evaluando evidencia

Para docentes:

- Complementar contenido teórico con demostraciones prácticas
- Organizar visitas a laboratorios forenses y escenas simuladas
- Invitar profesionales en ejercicio para compartir experiencias
- Promover análisis de casos reales (con consideraciones éticas apropiadas)
- Fomentar discusión de dilemas éticos y desafíos contemporáneos

Para profesionales:

- Utilizar como referencia para refrescamiento de fundamentos

- Consultar protocolos y listas de verificación en práctica cotidiana
- Contribuir con actualizaciones y sugerencias basadas en experiencia
- Participar en formación de próximas generaciones compartiendo expertise

Perspectivas futuras:

La criminalística continuará evolucionando, impulsada por:

- Avances tecnológicos en análisis instrumental
- Desarrollo de inteligencia artificial y automatización
- Integración creciente de múltiples disciplinas científicas
- Demandas de mayor rigor científico y validación
- Consideraciones éticas emergentes en era digital

Los profesionales formados mediante este manual deberán mantener compromiso con aprendizaje continuo, adaptación a nuevas tecnologías y, fundamentalmente, adherencia a principios éticos que protegen tanto efectividad investigativa como derechos fundamentales de personas.

Reflexión final:

La criminalística no es simplemente aplicación técnica de ciencia a problemas legales; es ejercicio de responsabilidad social profunda. Las conclusiones de criminalistas pueden determinar libertad o prisión,

resolver incertidumbres de familias de víctimas, identificar inocentes erróneamente acusados o establecer culpabilidad de responsables. Esta responsabilidad exige no solo competencia técnica sino también integridad ética inquebrantable.

Este manual ha buscado proporcionar fundamentos técnicos necesarios mientras enfatizando constantemente dimensión ética de la profesión. El éxito en criminalística se mide no solo por casos resueltos sino por casos resueltos correctamente, respetando derechos, siguiendo procedimientos apropiados y manteniendo honestidad científica absoluta.

A los estudiantes que han completado este material: están iniciando camino en profesión noble y desafiante. Lleven consigo no solo conocimientos técnicos sino también compromiso con justicia, respeto por dignidad humana y humildad científica que reconoce tanto el poder como las limitaciones de nuestros métodos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aitken, C. G. G., & Taroni, F. (2004). *Statistics and the evaluation of evidence for forensic scientists* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Albonetti, C. A. (1987). Prosecutorial discretion: The effects of uncertainty. *Law & Society Review*, 21(2), 291-313.
<https://doi.org/10.2307/3053523>
- Amendt, J., Krettek, R., & Zehner, R. (2007). Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, 91(2), 51-65.
<https://doi.org/10.1007/s00114-003-0493-5>
- American Academy of Forensic Sciences (AAFS). (2020). *Code of ethics and conduct*. <https://www.aafs.org>
- Anadón Baselga, M. J., & Robledo Acinas, M. M. (2017). *Manual de criminalística y ciencias forenses: Técnicas forenses aplicadas a la investigación criminal* (2a ed.). Tecnos.
- Ashbaugh, D. R. (1999). *Quantitative-qualitative friction ridge analysis: An introduction to basic and advanced ridgeology*. CRC Press.
- Association of Forensic Science Providers. (2009). Standards for the formulation of evaluative forensic science expert opinion. *Science & Justice*, 49(3), 161-164.
<https://doi.org/10.1016/j.scijus.2009.07.004>

- Attinger, D., Moore, C., Donaldson, A., Jafari, A., & Stone, H. A. (2013). Fluid dynamics topics in bloodstain pattern analysis: Comparative review and research opportunities. *Forensic Science International*, 231(1-3), 375-396. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.04.018>
- Bayley, D. H. (2016). The complexities of police reform. In D. Weisburd & A. A. Braga (Eds.), *Police innovation: Contrasting perspectives* (pp. 169-189). Cambridge University Press.
- Beauregard, E., & Martineau, M. M. (2013). Does the organized sexual murderer better delay and avoid detection? *Journal of Criminal Justice*, 41(1), 73-82. <https://doi.org/10.1016/j.jcrimjus.2012.11.002>
- Beavan, C. (2001). *Fingerprints: The origins of crime detection and the murder case that launched forensic science*. Hyperion.
- Beecher-Monas, E. (2007). *Evaluating scientific evidence: An interdisciplinary framework for intellectual due process*. Cambridge University Press.
- Bell, S. (2022). *Forensic chemistry: Fundamentals and applications* (2nd ed.). Pearson.
- Bennell, C., & Canter, D. V. (2002). Linking commercial burglaries by modus operandi: Tests using regression and ROC analysis. *Science & Justice*, 42(3), 153-164. [https://doi.org/10.1016/S1355-0306\(02\)71820-0](https://doi.org/10.1016/S1355-0306(02)71820-0)

- Bennett, W. W., & Hess, K. M. (2007). *Criminal investigation* (8th ed.). Wadsworth Publishing.
- Bergman, M., & Whitehead, L. (Eds.). (2009). *Criminality, public security, and the challenge to democracy in Latin America*. University of Notre Dame Press.
- Berk, R. E., Rochowiak, S. A., Wong, M., & Kopina, M. A. (2007). Gunshot residue in Chicago police vehicles: An empirical study. *Journal of Forensic Sciences*, 52(4), 838-841. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2007.00457.x>
- Bevel, T., & Gardner, R. M. (2023). *Bloodstain pattern analysis with an introduction to crime scene reconstruction* (4th ed.). CRC Press.
- Blau, S., & Ubelaker, D. H. (Eds.). (2009). *Handbook of forensic anthropology and archaeology*. Left Coast Press.
- Boba Santos, R. (2013). *Crime analysis with crime mapping* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Bodziak, W. J. (2017). *Forensic footwear evidence*. CRC Press.
- Brach, R. M., & Brach, R. M. (2005). *Vehicle accident analysis and reconstruction methods*. SAE International.
- Braga, A. A., & Weisburd, D. L. (2010). *Policing problem places: Crime hot spots and effective prevention*. Oxford University Press.
- Braga, A. A., Turchan, B. S., Papachristos, A. V., & Hureau, D. M. (2019). Hot spots policing and crime reduction: An update of an

ongoing systematic review and meta-analysis. *Journal of Experimental Criminology*, 15(3), 289-311.
<https://doi.org/10.1007/s11292-019-09372-3>

Brenner, S. W. (2010). *Cybercrime: Criminal threats from cyberspace*. Praeger.

Brundage, D. J. (2002). The identification of consecutively rifled gun barrels. *AFTE Journal*, 34(2), 45-58.

Brunelle, R. L., & Crawford, K. R. (2003). *Advances in the forensic analysis and dating of writing ink*. Charles C Thomas Publisher.

Buck, U., Naether, S., Räss, B., Jackowski, C., & Thali, M. J. (2018). Accident or homicide—Virtual crime scene reconstruction using 3D methods. *Forensic Science International*, 225(1-3), 75-84.
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.05.015>

Bunch, S. G., Wevers, G. A., & Brubaker, M. (2019). An analysis of the scientific foundations of forensic firearm and toolmark identification. *AFTE Journal*, 51(4), 231-242.

Butler, J. M. (2021). *Advanced topics in forensic DNA typing: Interpretation*. Academic Press.

Caddy, B. (Ed.). (2001). *Forensic examination of glass and paint: Analysis and interpretation*. Taylor & Francis.

Campbell, R., & Raja, S. (2005). The sexual assault and secondary victimization of female veterans: Help-seeking experiences with

military and civilian social systems. *Psychology of Women Quarterly*, 29(1), 97-106. <https://doi.org/10.1111/j.1471-6402.2005.00171.x>

Campbell, R., Bybee, D., Ford, J. D., & Patterson, D. (2012). Systems change analysis of SANE programs: Identifying the mediating mechanisms of criminal justice system impact. *NIJ Research Report*. National Institute of Justice.

Campbell, R., Patterson, D., & Lichty, L. F. (2006). The effectiveness of Sexual Assault Nurse Examiner (SANE) programs: A review of psychological, medical, legal, and community outcomes. *Trauma, Violence, & Abuse*, 7(3), 239-246. <https://doi.org/10.1177/1524838005285015>

Carrier, B. (2005). *File system forensic analysis*. Addison-Wesley.

Casey, E. (2019). *Handbook of digital forensics and investigation*. Academic Press.

Casey, E., & Turnbull, B. (2018). *Digital evidence on mobile devices*. In E. Casey (Ed.), *Handbook of digital forensics and investigation* (pp. 233-276). Academic Press.

Cassidy, F. H. (1980). Examination of tool marks. *Journal of the Forensic Science Society*, 20(2), 129-140. [https://doi.org/10.1016/S0015-7368\(80\)71329-8](https://doi.org/10.1016/S0015-7368(80)71329-8)

- Champod, C., & Evett, I. W. (2001). A probabilistic approach to fingerprint evidence. *Journal of Forensic Identification*, 51(2), 101-122.
- Champod, C., Lennard, C. J., Margot, P., & Stoilovic, M. (2016). *Fingerprints and other ridge skin impressions* (2nd ed.). CRC Press.
- Chen, Y., Li, B., & Zhang, X. (2019). Application of nanotechnology in forensic science. *Forensic Science International*, 298, 156-167. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.02.042>
- Chisum, W. J., & Turvey, B. E. (2011). *Crime reconstruction* (2nd ed.). Academic Press.
- Clarke, R. V. (1999). *Hot products: Understanding, anticipating and reducing demand for stolen goods*. Police Research Series, Paper 112. Home Office.
- Cole, S. A. (2001). *Suspect identities: A history of fingerprinting and criminal identification*. Harvard University Press.
- College of Policing. (2019). *Investigation standards*. College of Policing Limited. <https://www.college.police.uk/app/investigation>
- Cordner, G. (2017). Police administration. In *The Encyclopedia of Corrections* (pp. 1-6). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118845387.wbeoc145>

- Coyle, H. M., Ladd, C., Palmbach, T., & Lee, H. C. (2001). The green revolution: Botanical contributions to forensics and drug enforcement. *Croatian Medical Journal*, 42(3), 340-345.
- Crumbley, D. L., Heitger, L. E., & Smith, G. S. (2015). *Forensic and investigative accounting* (7th ed.). CCH Incorporated.
- De Forest, P. R., Gaensslen, R. E., & Lee, H. C. (2021). *Forensic science: An introduction to scientific and investigative techniques* (5th ed.). CRC Press.
- Décary-Hétu, D., & Giommoni, L. (2017). Do police crackdowns disrupt drug cryptomarkets? A longitudinal analysis of the effects of Operation Onymous. *Crime, Law and Social Change*, 67(1), 55-75. <https://doi.org/10.1007/s10611-016-9644-4>
- Decker, S. H., Spohn, C., Ortiz, N. R., & Hedberg, E. (2018). *Criminal stigma, race, gender and employment: An expanded assessment of the consequences of imprisonment for employment*. U.S. Department of Justice, National Institute of Justice.
- Deedrick, D. W., & Koch, S. L. (2004). Microscopy of hair part 1: A practical guide and manual for human hairs. *Forensic Science Communications*, 6(1), 1-55.
- Department of Justice. (2013). *National Institute of Justice: Crime scene investigation: A guide for law enforcement*. Office of Justice Programs.

- DiMaio, V. J., & DiMaio, D. (2001). *Forensic pathology* (2nd ed.). CRC Press.
- Dror, I. E., & Murrie, D. C. (2018). A hierarchy of expert performance applied to forensic psychological assessments. *Psychology, Public Policy, and Law*, 24(1), 11-23. <https://doi.org/10.1037/law0000140>
- Drummer, O. H., & Gerostamoulos, J. (2002). Postmortem drug analysis: Analytical and toxicological aspects. *Therapeutic Drug Monitoring*, 24(2), 199-209. <https://doi.org/10.1097/00007691-200204000-00001>
- Durlauf, S. N., & Nagin, D. S. (2011). Imprisonment and crime: Can both be reduced? *Criminology & Public Policy*, 10(1), 13-54. <https://doi.org/10.1111/j.1745-9133.2010.00680.x>
- Ehleringer, J. R., Casale, J. F., Lott, M. J., & Ford, V. L. (2008). Tracing the geographical origin of cocaine. *Nature*, 408(6810), 311-312. <https://doi.org/10.1038/35042680>
- Electronic Frontier Foundation. (2005). *DocuColor tracking dot decoding guide*. <https://www.eff.org/pages/docucolor-tracking-dot-decoding-guide>
- Faulds, H. (1880). On the skin-furrows of the hand. *Nature*, 22, 605. <https://doi.org/10.1038/022605a0>
- Findley, K. A., & Scott, M. S. (2006). The multiple dimensions of tunnel vision in criminal cases. *Wisconsin Law Review*, 2006, 291-397.

- Findley, K. A., & Scott, M. S. (2006). The multiple dimensions of tunnel vision in criminal cases. *Wisconsin Law Review*, 2006, 291-397.
- Fisher, B. A. J., & Fisher, D. R. (2022). *Techniques of crime scene investigation* (9th ed.). CRC Press.
- Fisher, R. P., & Geiselman, R. E. (1992). *Memory-enhancing techniques for investigative interviewing: The cognitive interview*. Charles C Thomas Publisher.
- Foley, S., Karlsen, J. R., & Putniņš, T. J. (2019). Sex, drugs, and bitcoin: How much illegal activity is financed through cryptocurrencies? *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1798-1853. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz015>
- Forst, B. (2004). *Errors of justice: Nature, sources, and remedies*. Cambridge University Press.
- Found, B., & Rogers, D. (1996). The initial profiling trial of a program to characterize forensic handwriting examiners' skill. *Journal of Forensic Sciences*, 41(6), 1005-1011. <https://doi.org/10.1520/JFS14039J>
- Fricke, L. B. (1990). *Traffic accident reconstruction*. Northwestern University Traffic Institute.
- Galton, F. (1892). *Finger prints*. Macmillan and Co.
- Gardner, R. M. (2023). *Practical crime scene analysis and reconstruction*. CRC Press.

- Garfinkel, S. L. (2010). Digital forensics research: The next 10 years. *Digital Investigation*, 7, S64-S73. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2010.05.009>
- Garrett, B. L. (2011). *Convicting the innocent: Where criminal prosecutions go wrong*. Harvard University Press.
- Geberth, V. J. (2015). *Practical homicide investigation: Tactics, procedures, and forensic techniques* (5th ed.). CRC Press.
- Gerspacher, N., & Lemieux, F. (Eds.). (2017). *The future of policing: A practical guide for police managers and leaders*. Springer.
- Gill, M., & Spriggs, A. (2005). *Assessing the impact of CCTV*. Home Office Research Study 292. Home Office.
- Gill, P., Bleka, Ø., Hansson, O., Benschop, C., & Haned, H. (2020). Forensic DNA evidence interpretation. *Nature Reviews Genetics*, 21, 335-346. <https://doi.org/10.1038/s41576-020-0219-0>
- Gill, P., Jeffreys, A. J., & Werrett, D. J. (1994). Forensic application of DNA 'fingerprints'. *Nature*, 318, 577-579. <https://doi.org/10.1038/318577a0>
- Girardin, B., Faugno, D., Seneski, P., Slaughter, L., & Whelan, M. (2011). *Color atlas of sexual assault*. Mosby.
- Girelli, C. M. A., Lobo, B. J. M., Cunha, A. G., Freitas, J. C. C., & Emmerich, F. G. (2018). Comparison of practical methods for evidence collection in fire investigations. *Forensic Science*

International, 290, 219-224.
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.07.009>

Golden, T. W., Skalak, S. L., & Clayton, M. M. (2011). *A guide to forensic accounting investigation* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Goodwin, W., Linacre, A., & Hadi, S. (2020). *An introduction to forensic genetics* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

Gould, J. B., Carrano, J., Leo, R. A., & Hail-Jares, K. (2014). Predicting erroneous convictions: A social science approach to miscarriages of justice. *NIJ Research Report*. National Institute of Justice.

Grispos, G., Storer, T., & Glisson, W. B. (2012). Calm before the storm: The challenges of cloud computing in digital forensics. *International Journal of Digital Crime and Forensics*, 4(2), 28-48. <https://doi.org/10.4018/jdcf.2012040103>

Haag, L. C., & Haag, M. G. (2011). *Shooting incident reconstruction* (2nd ed.). Academic Press.

Hamby, J. E., Brundage, D. J., Thorpe, J. W., & Norris, K. L. (2019). The identification of firearms from the analysis of fired bullets—A review of the literature. *AFTE Journal*, 51(2), 99-120.

Hatcher, J. S., Jury, F. J., & Weller, J. (1957). *Firearms investigation, identification and evidence*. Stackpole Company.

- Hazelwood, R. R., & Burgess, A. W. (Eds.). (2009). *Practical aspects of rape investigation: A multidisciplinary approach* (4th ed.). CRC Press.
- Heard, B. J. (2020). *Handbook of firearms and ballistics: Examining and interpreting forensic evidence* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Henssge, C., & Madea, B. (2007). Estimation of the time since death. *Forensic Science International*, 165(2-3), 182-184.
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.05.017>
- Heuer, R. J. (1999). *Psychology of intelligence analysis*. Central Intelligence Agency, Center for the Study of Intelligence.
- Horswell, J. (Ed.). (2004). *The practice of crime scene investigation*. CRC Press.
- Horvath, F., & Meesig, R. (1996). The criminal investigation process and the role of forensic evidence: A review of empirical findings. *Journal of Forensic Sciences*, 41(6), 963-969.
<https://doi.org/10.1520/JFS14028J>
- Horvath, F., & Meesig, R. (1996). The criminal investigation process and the role of forensic evidence: A review of empirical findings. *Journal of Forensic Sciences*, 41(6), 963-969.
<https://doi.org/10.1520/JFS14028J>
- Houck, M. M. (Ed.). (2020). *Forensic chemistry: Fundamentals and applications*. Academic Press.

- Houck, M. M., & Siegel, J. A. (2021). *Fundamentals of forensic science* (4th ed.). Academic Press.
- Inbau, F. E., Reid, J. E., Buckley, J. P., & Jayne, B. C. (2013). *Criminal interrogation and confessions* (5th ed.). Jones & Bartlett Learning.
- Inman, K., & Rudin, N. (2001). *Principles and practice of criminalistics: The profession of forensic science*. CRC Press.
- International Association of Chiefs of Police (IACP). (2020). *Law Enforcement Code of Ethics*. <https://www.theiacp.org>
- INTERPOL. (2019). *Disaster victim identification guide*. INTERPOL General Secretariat.
- ISO/IEC 17025. (2017). *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories* (3rd ed.). International Organization for Standardization.
- Jain, A. K., Prabhakar, S., Hong, L., & Pankanti, S. (2000). Filterbank-based fingerprint matching. *IEEE Transactions on Image Processing*, 9(5), 846-859. <https://doi.org/10.1109/83.841531>
- James, S. H., Kish, P. E., & Sutton, T. P. (2020). *Principles of bloodstain pattern analysis: Theory and practice*. CRC Press.
- Kebbell, M. R., & Milne, R. (1998). Police officers' perceptions of eyewitness performance in forensic investigations. *The Journal of Social Psychology*, 138(3), 323-330. <https://doi.org/10.1080/00224549809600384>

- Kirk, P. L. (1953). *Crime investigation: Physical evidence and the police laboratory*. Interscience Publishers.
- Koehler, J. J. (2001). When are people persuaded by DNA match statistics? *Law and Human Behavior*, 25(5), 493-513.
<https://doi.org/10.1023/A:1012892815916>
- Koehler, J. J. (2017). Forensics or fauxrensic? Ascertaining accuracy in the forensic sciences. *Arizona State Law Journal*, 49, 1369-1446.
- Koehler, J. J., Schweitzer, N. J., Saks, M. J., & McQuiston, D. E. (2016). Science, technology, or the expert witness: What influences jurors' judgments about forensic science testimony? *Psychology, Public Policy, and Law*, 22(4), 401-413.
<https://doi.org/10.1037/law0000103>
- Koons, R. D., & Buscaglia, J. (2002). Interpretation of glass composition measurements: The effects of match criteria on discrimination capability. *Journal of Forensic Sciences*, 47(3), 505-512. <https://doi.org/10.1520/JFS15284J>
- Koppenhaver, K. M. (2007). *Forensic document examination: Principles and practice*. Humana Press.
- Kücken, M., & Newell, A. C. (2005). Fingerprint formation. *Journal of Theoretical Biology*, 235(1), 71-83.
<https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2004.12.020>

- Laber, T. L., Epstein, B. P., Taylor, M. C., & Laturus, P. (2008). Experimental design and statistical analysis in bloodstain pattern analysis. *Forensic Science International*, 182(1-3), 103-109. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.09.009>
- Lee, H. C., & Gaensslen, R. E. (2001). *Advances in fingerprint technology* (2nd ed.). CRC Press.
- Lee, H. C., Palmbach, T., & Miller, M. T. (2021). *Henry Lee's crime scene handbook*. Academic Press.
- Lennard, C. (2007). Fingerprint detection: Current capabilities. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 39(2), 55-71. <https://doi.org/10.1080/00450610701650104>
- Leo, R. A. (2008). *Police interrogation and American justice*. Harvard University Press.
- Levi, M., & Reuter, P. (2006). Money laundering. *Crime and Justice*, 34(1), 289-375. <https://doi.org/10.1086/501508>
- Linacre, A., & Tobe, S. (2013). *Wildlife DNA analysis: Applications in forensic science*. Wiley-Blackwell.
- Lisak, D., Gardinier, L., Nicksa, S. C., & Cote, A. M. (2010). False allegations of sexual assault: An analysis of ten years of reported cases. *Violence Against Women*, 16(12), 1318-1334. <https://doi.org/10.1177/1077801210387747>

- Littel, K. (2001). Sexual assault nurse examiner (SANE) programs: Improving the community response to sexual assault victims. *OVC Bulletin*. Office for Victims of Crime, U.S. Department of Justice.
- Locard, E. (1920). *L'enquête criminelle et les méthodes scientifiques*. Ernest Flammarion.
- Loftus, E. F. (2005). Planting misinformation in the human mind: A 30-year investigation of the malleability of memory. *Learning & Memory*, 12(4), 361-366. <https://doi.org/10.1101/lm.94705>
- Lussier, P., LeBlanc, M., & Proulx, J. (2012). The generality of criminal behavior: A confirmatory factor analysis of the criminal activity of sex offenders in adulthood. *Journal of Criminal Justice*, 33(2), 177-189. <https://doi.org/10.1016/j.jcrimjus.2004.12.009>
- Lyman, M. D. (2014). *Criminal investigation: The art and the science* (7th ed.). Pearson.
- Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. K., & Prabhakar, S. (2009). *Handbook of fingerprint recognition* (2nd ed.). Springer.
- Markson, L., Woodhams, J., & Bond, J. W. (2010). Linking serial residential burglary: Comparing the utility of modus operandi behaviours, geographical proximity, and temporal proximity. *Journal of Investigative Psychology and Offender Profiling*, 7(2), 91-107. <https://doi.org/10.1002/jip.120>

- Matuszewski, S., Hall, M. J. R., Moreau, G., Schoenly, K. G., Tarone, A. M., & Villet, M. H. (2020). Pigs vs people: The use of pigs as analogues for humans in forensic entomology and taphonomy research. *International Journal of Legal Medicine*, 134, 793-810. <https://doi.org/10.1007/s00414-019-02074-5>
- Maurer, H. H., & Meyer, M. R. (2016). High-resolution mass spectrometry in toxicology: Current status and future perspectives. *Archives of Toxicology*, 90(9), 2161-2172. <https://doi.org/10.1007/s00204-016-1764-1>
- Meakin, G., & Jamieson, A. (2013). DNA transfer: Review and implications for casework. *Forensic Science International: Genetics*, 7(4), 434-443. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2013.03.013>
- Mildenhall, D. C., Wiltshire, P. E. J., & Bryant, V. M. (2006). Forensic palynology: Why do it and how it works. *Forensic Science International*, 163(3), 163-172. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.07.012>
- Milne, R., & Bull, R. (1999). *Investigative interviewing: Psychology and practice*. John Wiley & Sons.
- Mnookin, J. L., Cole, S. A., Dror, I. E., Fisher, B. A. J., Houck, M. M., Inman, K., Kaye, D. H., Koehler, J. J., Langenburg, G., Risinger, D. M., Rudin, N., Siegel, J., & Stoney, D. A. (2011). The need for a research culture in the forensic sciences. *UCLA Law Review*, 58, 725-779.

- Montiel Sosa, J. (2015). *Criminalística* (4a ed.). Limusa.
- Morris, R. N. (2000). *Forensic handwriting identification: Fundamental concepts and principles*. Academic Press.
- Morrison, G. S., & Thompson, W. C. (2017). Assessing the admissibility of a new generation of forensic voice comparison testimony. *Columbia Science and Technology Law Review*, 18, 326-434.
- NamUs. (2020). *National Missing and Unidentified Persons System: 2020 Annual Report*. National Institute of Justice. <https://www.namus.gov>
- National Registry of Exonerations. (2020). *Exonerations in 2019*. University of California Irvine Newkirk Center for Science & Society and University of Michigan Law School. <https://www.law.umich.edu/special/exoneration>
- National Research Council. (2009). *Strengthening forensic science in the United States: A path forward*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12589>
- Nichols, R. G. (2007). Firearm and toolmark identification criteria: A review of the literature, part II. *Journal of Forensic Sciences*, 52(2), 318-327. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00368.x>
- Osterburg, J. W., & Ward, R. H. (2014). *Criminal investigation: A method for reconstructing the past* (7th ed.). Anderson Publishing.

- Palmiotto, M. J. (2013). *Criminal investigation* (4th ed.). CRC Press.
- Peterson, J. L., & Hickman, M. J. (2005). *Census of publicly funded forensic crime laboratories, 2002*. Bureau of Justice Statistics, U.S. Department of Justice.
- Ratcliffe, J. H. (2016). *Intelligence-led policing* (2nd ed.). Routledge.
- Ratcliffe, J. H., Taniguchi, T., & Taylor, R. B. (2009). The crime reduction effects of public CCTV cameras: A multi-method spatial approach. *Justice Quarterly*, 26(4), 746-770.
<https://doi.org/10.1080/07418820902873852>
- Robertson, B., & Vignaux, G. A. (1995). *Interpreting evidence: Evaluating forensic science in the courtroom*. John Wiley & Sons.
- Robinson, E. M. (2016). *Crime scene photography* (3rd ed.). Academic Press.
- Rossmo, D. K. (2009). *Criminal investigative failures*. CRC Press.
- Saferstein, R. (2021). *Criminalistics: An introduction to forensic science* (13th ed.). Pearson.
- Saks, M. J., & Koehler, J. J. (2005). The coming paradigm shift in forensic identification science. *Science*, 309(5736), 892-895.
<https://doi.org/10.1126/science.1111565>
- Salfati, C. G. (2008). Offender interaction with victims in homicide: A multidimensional analysis of frequencies in crime scene

- behaviors. *Journal of Investigative Psychology and Offender Profiling*, 5(1-2), 39-55. <https://doi.org/10.1002/jip.76>
- Saukko, P., & Knight, B. (2016). *Knight's forensic pathology* (4th ed.). CRC Press.
- Scheck, B., Neufeld, P., & Dwyer, J. (2000). *Actual innocence: Five days to execution, and other dispatches from the wrongly convicted*. Doubleday.
- Schneider, S. (2005). *Crime prevention: Theory and practice*. CRC Press.
- Schroeder, D. A., & White, M. D. (2009). Exploring the use of DNA evidence in homicide investigations: Implications for detective work and case clearance. *Police Quarterly*, 12(3), 319-342. <https://doi.org/10.1177/1098611109339894>
- Schwoeble, A. J., & Exline, D. L. (2000). *Current methods in forensic gunshot residue analysis*. CRC Press.
- Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs (SWGDRUG). (2019). *Scientific working group for the analysis of seized drugs recommendations* (Version 8.0). <https://www.swgdrug.org>
- Scientific Working Group on Digital Evidence (SWGDE). (2019). *SWGDE best practices for digital evidence collection*. <https://www.swgde.org>

- Scientific Working Group on Imaging Technology (SWGIT). (2018). *Best practices for forensic image analysis*. <https://www.swgit.org>
- Sharman, J. C. (2011). *The money laundry: Regulating criminal finance in the global economy*. Cornell University Press.
- Sherman, L. W., Gottfredson, D. C., MacKenzie, D. L., Eck, J., Reuter, P., & Bushway, S. D. (1997). *Preventing crime: What works, what doesn't, what's promising*. U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs.
- Sita, J., Found, B., & Rogers, D. (2002). Forensic handwriting examiners' expertise for signature comparison. *Journal of Forensic Sciences*, 47(5), 1117-1124. <https://doi.org/10.1520/JFS15506J>
- Smith, F. P., Siegel, J. A., Saukko, P. J., & Knupfer, G. C. (Eds.). (2016). *Encyclopedia of forensic sciences* (2nd ed.). Academic Press.
- Srihari, S. N., Cha, S. H., Arora, H., & Lee, S. (2002). Individuality of handwriting. *Journal of Forensic Sciences*, 47(4), 856-872. <https://doi.org/10.1520/JFS15447J>
- Stauffer, E., Dolan, J. A., & Newman, R. (2008). *Fire debris analysis*. Academic Press.
- Stoilovic, M., & Lennard, C. (2012). Fingerprint detection and enhancement. In *Encyclopedia of Forensic Sciences* (2nd ed., pp. 329-336). Academic Press.

- Sunshine, J., & Tyler, T. R. (2003). The role of procedural justice and legitimacy in shaping public support for policing. *Law & Society Review*, 37(3), 513-548. <https://doi.org/10.1111/1540-5893.3703002>
- Surette, R. (2015). *Media, crime, and criminal justice: Images, realities, and policies* (5th ed.). Cengage Learning.
- Sutton, M. (2010). Stolen goods markets. In *Crime Prevention Studies*, 26, 1-60. Criminal Justice Press.
- Suzuki, E. M. (1996). Infrared spectra of U.S. automobile original topcoats (1974-1989): I. Differentiation and identification based on acrylonitrile and ferrocyanide C≡N stretching absorptions. *Journal of Forensic Sciences*, 41(3), 376-392. <https://doi.org/10.1520/JFS13937J>
- Thornton, J. I., & Cashman, P. J. (1986). Glass fracture mechanism: A rethinking. *Journal of Forensic Sciences*, 31(3), 818-824. <https://doi.org/10.1520/JFS12394J>
- Tontarski, R. E., Hoskins, K. A., Watkins, T. M., Brun-Conti, L., & Michaud, A. L. (2009). Chemical enhancement techniques of bloodstain pattern evidence and their effects on the subsequent serological analysis. *Journal of Forensic Sciences*, 54(4), 942-947. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01060.x>
- Tyler, T. R. (2006). *Why people obey the law*. Princeton University Press.

- Ulery, B. T., Hicklin, R. A., Buscaglia, J., & Roberts, M. A. (2011). Accuracy and reliability of forensic latent fingerprint decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(19), 7733-7738. <https://doi.org/10.1073/pnas.1018707108>
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2017). *Handbook on criminal investigation: Crime scene and physical evidence awareness for non-forensic personnel*. United Nations.
- Vacca, J. R. (2005). *Computer forensics: Computer crime scene investigation* (2nd ed.). Charles River Media.
- Virkler, K., & Lednev, I. K. (2009). Analysis of body fluids for forensic purposes: From laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Science International*, 188(1-3), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2009.02.013>
- Wach, W. (2015). *Calculation of vehicle collision velocities from collision traces*. Expert Verlag.
- Weisel, D. L. (2002). *Burglary of single-family houses*. Problem-Oriented Guides for Police, Problem-Specific Guides Series No. 18. U.S. Department of Justice, Office of Community Oriented Policing Services.
- Wells, G. L., & Loftus, E. F. (Eds.). (2013). *Eyewitness testimony: Psychological perspectives*. Cambridge University Press.

- Wells, G. L., Small, M., Penrod, S., Malpass, R. S., Fulero, S. M., & Brimacombe, C. A. E. (1998). Eyewitness identification procedures: Recommendations for lineups and photospreads. *Law and Human Behavior*, 22(6), 603-647. <https://doi.org/10.1023/A:1025750605807>
- Weyermann, C., Marquis, R., Mazzella, W., & Spengler, B. (2011). Differentiation of blue ballpoint pen inks by laser desorption ionization mass spectrometry and high-performance thin-layer chromatography. *Journal of Forensic Sciences*, 56(2), 1093-1098. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2011.01742.x>
- Woodhams, J., Hollin, C. R., & Bull, R. (2007). The psychology of linking crimes: A review of the evidence. *Legal and Criminological Psychology*, 12(2), 233-249. <https://doi.org/10.1348/135532506X118631>
- Yinon, J., & Zitrin, S. (1996). *Modern methods and applications in analysis of explosives*. John Wiley & Sons.



Criminalística I: manual académico, se publicó en el mes de
diciembre de 2025.

ISBN: 978-9907-0-0535-6

Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
[https://grupoblir.com/](https://grupoblir.com/publicaciones@grupoblir.com)
publicaciones@grupoblir.com

BIOGRAFÍA DEL AUTOR

Cristhian Alexander Averos Barragán:

Cristhian Alexander Averos Barragán, graduado de la Universidad Autónoma de los Andes como Abogado de los Tribunales de la República del Ecuador, Magister por la Universidad Estatal de Bolívar en el programa de Derecho con mención en Litigación Penal. Ha realizado seminarios, cursos y talleres pertinentes y de trascendencia. Tiene conocimientos medios del idioma inglés.

CRIMINALÍSTICA I: MANUAL ACADÉMICO

Estimado lector, en las complejas sociedades de hoy, la Criminalística se erige como un pilar esencial del Estado de Derecho, trascendiendo su función técnica para manifestar un compromiso profundo con la justicia basada en la evidencia científica y el respeto a la dignidad humana. El manual presentado no es solo un catálogo de procedimientos, sino una invitación a aplicar la razón y la ciencia para esclarecer crímenes, asegurando que se identifique a los responsables y se exonere a los inocentes. Vivimos un momento clave para las ciencias forenses, con capacidades analíticas avanzadas como el análisis de ADN, la recuperación digital y las reconstrucciones tridimensionales, que antes parecían ficción. Países como Ecuador han reconocido la necesidad estratégica de fortalecer sus capacidades de investigación basadas en la ciencia, lo cual se refleja en sus marcos normativos recientes. Este manual ofrece una síntesis cuidadosa y pedagógica del conocimiento, estructurando la disciplina desde sus orígenes históricos y su naturaleza esencialmente multidisciplinaria donde convergen la química, la biología, la física y otras ciencias hasta su integración en el contexto de la investigación criminal y sus aplicaciones metodológicas prácticas. Finalmente, los amplios apéndices dotan al texto de una utilidad práctica que lo convierte en una herramienta fundamental para la formación y el ejercicio profesional.

Agradecemos a todos los lectores que se acercan a esta obra con ánimo de aprender, aplicar y transformar.



Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
[https://grupoblrl.com/
publicaciones@grupoblrl.com](https://grupoblrl.com/publicaciones@grupoblrl.com)

ISBN: 978-9907-0-0535-6

