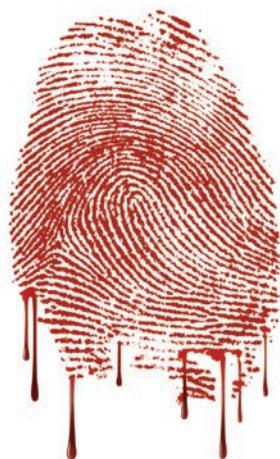


MANUAL

de enfoques científicos y fundamentos sobre criminalística: una mirada actualizada

Juan Osvaldo Ronelli



COLECCIÓN MANUALES | SERIE CRIMINALÍSTICA | 1



Editorial IUPFA
Rectorado



Impresión realizada con los aportes de

FUNDACIÓN
PARA EL INSTITUTO UNIVERSITARIO
DE LA POLICÍA FEDERAL ARGENTINA

POLICÍA FEDERAL ARGENTINA

Jefatura

Comisario General Luis Alejandro ROLLÉ

Subjefatura

Comisario General Mariano José GIUFFRÀ

Superintendencia de Desarrollo Profesional

Comisario General Daniel Enrique PÉREZ

**INSTITUTO UNIVERSITARIO
DE LA POLICÍA FEDERAL ARGENTINA**

Rector

Comisario Mayor (R) Mg. Rodolfo Oscar GUTIÉRREZ

Vicerrector

Comisario Inspector Daniel GUARINO

MANUAL

de enfoques científicos
y fundamentos sobre criminalística:
una mirada actualizada

Ronelli, Juan Osvaldo

Manual de enfoques científicos y fundamentos sobre criminalística : una mirada actualizada / Juan Osvaldo Ronelli ; Contribuciones de Pablo G. Luzza Rodríguez ... [et al.] ; Prólogo de Diego Martín Maffía. - 1a ed - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : IUPFA, 2024. Libro digital, pdf - (Manuales / Criminalística)

Archivo Digital: online

ISBN 978-631-90331-1-3

1. Criminalística. 2. Prueba Pericial. 3. Metodología de la Investigación.
I. Luzza Rodríguez, Pablo G. , colab. II. Maffía, Diego Martín, prolog. III. Título.
CDD 364.04



FUNDACIÓN
PARA EL INSTITUTO UNIVERSITARIO
DE LA POLICÍA FEDERAL ARGENTINA

Esta iniciativa se ha llevado a cabo gracias a los aportes de la Fundación para el Instituto de la Policía Federal Argentina



Editorial IUPFA
Rectorado

Rosario 532, 1424
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
www.iupfa.edu.ar

Directora editorial: María Marta Rosa

Edición: Ana María Viñas Amarís, Tomás Bover

Diseño y diagramación: Cecilia Ricci

Contribuciones de: Pablo G. Luzza Rodríguez, Emanuel Chironi, Mariana Mosteiro y Vanesa Viña

Colección Manuales

Primera edición: mayo 2024

© 2024, Editorial IUPFA

© 2024, Juan Osvaldo Ronelli

La opinión de los autores o autoras no necesariamente expresa la de la editorial.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro por cualquier medio mecánico, electrónico o de cualquier otro tipo, sin el consentimiento previo y por escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes 11723 y 25446 de la República Argentina.

MANUAL

de enfoques científicos y fundamentos sobre criminalística: una mirada actualizada

Juan Osvaldo Ronelli

COLECCIÓN MANUALES | SERIE CRIMINALÍSTICA | 1



Editorial IUPFA
Rectorado

La serie de manuales en criminalística que inaugura este volumen tuvo su origen en el año 2010, como cuadernillo básico. En sus inicios, estos manuales se diseñaron como una fuente de referencia interna para una dependencia policial científica, dirigida a las generaciones más jóvenes de profesionales que se incorporaban como peritos, y quienes se centraban en la recolección e interpretación de indicios químicos y biológicos. Con el paso de los años, el texto original experimentó cambios tanto teóricos como prácticos, pero siempre mantuvo su esencia fundamental: comprender a la criminalística como una ciencia fáctica o basada en hechos.

En la actualidad, los manuales que componen la serie Criminalística se han desarrollado y adaptado a un público más amplio y diverso, que va más allá del investigativo policial, es decir, los contenidos se articularon y reorganizaron de tal forma que sean accesibles y útiles para todas las personas que estudian o investigan en el ámbito de la criminalística de campo.

El primero de ellos proporciona una contextualización que establecerá las bases mínimas como herramientas valiosas para investigadores sobre la mirada del método y la investigación científica. En este contexto, detallamos la definición moderna de criminalística y abordamos su evolución histórica y sus principios, ampliando la comprensión con nuevos conceptos.

Así mismo, consideramos prudente distinguir entre la criminalística y la criminología moderna, conceptos diferentes ambos. Sin embargo, algunas particularidades criminológicas pueden aportar variables importantes al investigador de campo al recolectar e interpretar evidencias.

En este manual, también nos enfocaremos en temas poco convencionales como la estadística, el proyecto inocencia y la ciencia basura. Destacamos

en especial este último, ya que errores en informes periciales pueden tener consecuencias severas en fallos judiciales, que afectan la libertad de personas inocentes. En Argentina, hay casos de detenciones injustas vinculadas a informes periciales mal elaborados e interpretados.

En el segundo manual, brindaremos una mirada poco común sobre la transformación del lugar del hecho en un entorno de intercambio de materia y energía. A partir de este contexto, examinamos cómo puede diagramarse un acto o protocolo de entendimiento laboral, delineando cuidadosamente los pasos para la búsqueda de indicios.

En el tercero, profundizaremos considerablemente en los rastros químicos, abarcando una amplia gama que incluye desde los estados de agregación más simples hasta situaciones más complejas como contaminaciones ambientales o incendios. A través de ejemplos basados en experiencias reales, notaremos que la recolección mediante diversos tipos de tren de muestreo puede convertirse en un desafío si no se aborda adecuadamente. Hablaremos también del muestreo representativo y cómo la estadística se convierte en una herramienta enriquecedora para estas intervenciones. Además, subrayaremos la relevancia de aplicar normas de calidad en las técnicas de investigación criminal. Como un tema novedoso, nos adentraremos en el mundo de las nanopartículas, anticipando que su presencia en la contaminación podría volverse más común a medida que las industrias avancen en sus usos.

En el último manual, le concederemos a la sangre el lugar que merece entre los rastros biológicos, y la reconoceremos como, ni más ni menos, la madre de todos los rastros, por la manera como se manifiesta cuando un hecho violento se lleva a cabo sobre una persona o un ser vivo que la contenga. Haremos hincapié en la importancia de estudiar escenas donde la sangre ha sido lavada, con ejemplos vívidos que demuestran que, a veces, la realidad supera la ficción. Exploraremos otros rastros biológicos, sus características y las herramientas tecnológicas para localizarlos. Así como las matrices donde puede alojarse el ADN de contacto y la importancia de aplicar un protocolo de recolección de insectos y polen.

Estos manuales siguen un orden preciso de conocimientos con el fin de examinar y analizar los aspectos científicos que aborda la criminalística aplicada en la recolección de evidencia química y biológica. Este enfoque permite comprender a fondo los detalles, alcances y limitaciones de esta

disciplina. La intención es modernizar y elevar la posición de esta ciencia, distanciándola de estructuras antiguas y carentes de comprensión científica. Este esfuerzo se materializa desde tres perspectivas: primero, situándola su origen dentro del ámbito de las ciencias fácticas; segundo, analizando su complejidad; y tercero, plasmando más de 20 años de experiencia en el campo laboral especializado.

Magíster Juan Osvaldo Ronelli

Índice

PRÓLOGO	13
UNA VARIABLE LO PUEDE CAMBIAR TODO	17
INTRODUCCIÓN	21
Nuevas perspectivas	26
1. METODOLOGÍA CIENTÍFICA, TÉCNICA Y FORENSE	29
1.1 Ciclos de la metodología científica	39
2. CONCEPTOS GENERALES EN UNA INVESTIGACIÓN	45
2.1 La teoría como plataforma clave	49
2.2 Herramientas investigativas	51
2.3 Presentaciones escritas más comunes de una investigación	62
3. LA CIENCIA CRIMINALÍSTICA	75
3.1 Un poco de historia y evolución contemporánea	75
3.2 Objetos o materiales de estudio	79
3.3 Definiciones clásicas	80
3.4 La criminalística de campo en una red de conceptos	85
3.5 Diferencias entre la criminalística y la criminología	87

4.	LA ESTADÍSTICA COMO HERRAMIENTA CLAVE	91
	4.1 Tipos de estadísticas	93
	4.2 Teoría de los errores	105
5.	LA CIENCIA BASURA EN EL ÁMBITO FORENSE	109
	5.1 Algunas consideraciones sobre la ciencia basura	113
	5.2 Mecanismos de control para lograr mejoras continuas de resultados periciales	117
	5.3 Proyecto Inocencia. <i>Innocence Project</i>	118
	PALABRAS FINALES	121
	BIBLIOGRAFÍA	123

Prólogo

Si la ley te ha hecho testigo, sigue siendo un hombre de ciencia. No tienes ninguna víctima que vengar, ningún culpable que condenar. Debes dar testimonio dentro de los límites de tu ciencia.

Con ligeras variantes, es posible hallar en diversas publicaciones esta frase atribuida al médico legista francés Paul Camilla Hippolyte Brouardel (1837-1906). Si me viera obligado a resumir en una sola oración el sentido de esta obra, acudiría a ella sin vacilar. Así sería porque hay una idea central que recorre desde la primera hasta la última de sus páginas: el valor científico que debe sostener al trabajo criminalístico.

Este manual resulta una adecuada puerta de entrada a todos aquellos que ahora, y en el futuro, escojan el maravilloso camino del mundo forense. Encontrarán en él, no solo los enunciados básicos de la disciplina, sino también el marco general en que sus diversas ramas se desarrollan, esto es, el conocimiento científico.

Una segunda característica, rastreable con facilidad en la presente publicación, es el esfuerzo de su autor por demostrar que la labor pericial forma parte de algo mucho más grande, y que también se encuentra regido por los principios científicos: la Investigación Criminal. Ya en su primer capítulo, Ronelli destaca el espíritu “observador y curioso” que debe dominar al hombre de ciencia. No es otra cosa que aquello que los policías veteranos llamamos *espíritu de pesquisa*. Tomada como una unidad sistémica, la Investigación Criminal es una labor conjunta de un amplio grupo multidisciplinario: investigadores de campo, especialistas periciales con roles diversos, dentro o fuera de los laboratorios, e incluso operadores judiciales del sistema penal. Siendo esto así, no debe sorprender que el autor les haya dado voz a autoridades judiciales, investigadores o criminólogos, protagonistas no habituales en las páginas de la literatura forense.

Una tercera preocupación del autor es resaltar el carácter dinámico del proceso de producción de conocimiento. Esto, condición necesaria para los avances científicos, obra de disparador para que en el libro se aborde un tema de importancia fundamental: ¿cómo dialoga la criminalística actual con los desafíos a que se ha visto sometida desde hace al menos tres lustros a esta parte?

Es evidente que se ha registrado un fenomenal avance en las ciencias forenses, principalmente gracias a la revolución tecnológica que hoy nos pone a disposición herramientas solo imaginadas décadas atrás: sistemas biométricos para la individualización de personas, recursos de identificación de material balístico en grandes bases de datos, revelado de rastros papilares por medios puramente ópticos y electrónicos, y la enumeración podría continuar. Sin embargo, los cambios más profundos, y por eso mismo, menos visibles y más lentos, tienen que ver con la modificación de antiguas estructuras de pensamiento y de viejas tradiciones de trabajo, venerables sin duda, pero ya agotadas y convertidas en dogma.

Los cimientos de aquello que se ha dado en llamar *El nuevo paradigma forense* se filtran, y no tímidamente, en las páginas de esta obra. Encontramos así, el valor fundamental de la Estadística y la Ciencia de Datos para la elaboración de hipótesis de trabajo, la materialización de ensayos o la interpretación de resultados. De igual forma, es enunciada la relación que debe establecerse entre las conclusiones periciales y un cada vez más necesario abordaje probabilístico. Mas aún, en otra clara ruptura con anteriores generaciones de obras criminalísticas, el autor no vacila en confrontarnos con verdaderos tabúes de la disciplina, como el error pericial y lo que con acierto define como *ciencia forense basura*.

En lo personal, entiendo que se está transitando ese terreno siempre áspero que lleva de un paradigma ya superado a otro que aún se encuentra en proceso de consolidación. El científico alemán Max Planck describió acertadamente tal proceso: “una nueva verdad científica no triunfa porque haya convencido a sus oponentes y les haya hecho ver la luz, sino mas bien porque estos mueren finalmente, y una nueva generación crece mas familiarizada con la nueva” (1950).

Es por ello que celebro la publicación de este *Manual de enfoques científicos y fundamentos sobre criminalística*, que sin lugar a dudas contribuirá a implantar en las nuevas generaciones de criminalistas, por medio de conceptos e ideas centrales y un vocabulario que ya nunca podrán dejar de utilizar, el valor y el peso de la ciencia en su diario desarrollo profesional.

No podría finalizar este prólogo sin destacar dos circunstancias particularmente importantes para mí. En primer lugar, la enorme satisfacción que siento al haber sido escogido por el autor para redactar estas líneas. El licenciado Juan O. Ronelli no es solo un profesional de primera línea sino también un incansable trabajador de la mejora continua en el proceso de formación de futuros criminalistas. En segundo término, hacer llegar, una vez más, mi reconocimiento al Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina y su equipo editorial por su permanente compromiso y dedicación, ya que con su trabajo permiten visibilizar las ideas y la labor de quienes integran su comunidad científica y educativa.

Licenciado Diego Martín Maffia
Director General de Policía Científica

Una variable lo puede cambiar todo

En una noche de primavera del año 1986, la brigada de una comisaría del barrio de Palermo se hizo presente en la planta baja de un edificio debido al olor nauseabundo que invadía el hall de entrada. Con preocupación, el personal decidió investigar su origen y al seguir la localización de este olor, notaron que salía de la puerta de un departamento del primer piso. Por tal motivo el equipo policial da intervención al personal capacitado de peritos de la Policía Científica, quienes llegaron en diferentes etapas. El químico y el médico legista fueron los últimos en arribar.

Algo no coincidía, algo estaba mal. En la habitación principal yacían muertos padre, madre e hija, de 10 años, en una posición que daba la idea general de que el hombre había matado a las mujeres y luego se había suicidado. Pero el padre, robusto por naturaleza, se encontraba en estado de descomposición y su mujer e hija, no.

Tal fue el revuelo, que se hicieron presentes mayor cantidad de peritos. Se solicitó al personal más especializado, a quienes se habían formado por la experiencia. Dentro de este grupo selecto, se encontraba alguien cuyas teorías y enfoques siempre sacudían las visiones convencionales, convirtiéndolo en una eminencia de su época. El perito hizo pensar a todas las personas presentes por medio de un ingenioso juego de preguntas y respuestas.

¿Cómo podía ser que solo un cadáver estuviera podrido?

- Lo habían puesto
- Difícil, pesaba más de 130 kilos
- Había tomado alguna sustancia
- Descartado
- Había comido algo diferente

Y así decenas de preguntas, algunas más descabelladas que otras. Ninguna podía dar la explicación de semejante escena. Tres personas muertas y una de ellas en avanzado estado de putrefacción.

Dichos estados, considerados como sistemas biológicos, se aceleran con el aumento de la temperatura. Esto significa que una persona que fallece en el hielo o en la nieve es poco probable que alcance ese estado, debido a las bajas temperaturas a su alrededor, mientras que alguien que muere en alguna zona del Caribe seguramente entrará en un proceso de descomposición mucho más rápido que la media normal, basada en una temperatura de alrededor de 20°C.

¿Entonces la respuesta estaba en la variable temperatura?

Examinaron minuciosamente en busca de calderas, losas radiantes, calefones, hornallas encendidas, estufas y otros dispositivos similares, pero no encontraron nada. Es más, sabían que si alguno de estos factores hubiera estado presente, habrían tenido un impacto directo en los otros cadáveres también.

Luego de armar un cuadro de observación y de preguntas, el científico presente notó que la ventana de la habitación se encontraba sin cortinas. Decidió apagar la luz y, desde afuera, puso una linterna simulando la luz solar.

Pues bien, ahí estaba la respuesta: el sol.

Efectivamente, el sol y la cantidad de horas en las que había estado directamente sobre el cadáver masculino, y que no tocaba de ninguna manera a los otros dos cuerpos. Las figuras de los tres cuerpos fueron marcadas y se realizaron vistas fotográficas. Al día siguiente, con la salida de sol, se comprobaría dicha hipótesis.

La ventana del edificio estaba ubicada de tal manera que el sol irradiaba directamente sobre el cuerpo del hombre durante aproximadamente seis horas. Ese tiempo hizo que se adelantara el cronotanodiagnóstico para el padre de familia, a diferencia de la madre y la hija.

A modo de conclusión es importante pensar que cualquier variable, incluso aquellas que podrían parecer insignificantes, tiene el potencial de cambiar completamente el ángulo de análisis y dar respuestas a interrogantes que muchas veces no se consideran.



Figura 1.



Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.

Introducción

El *Manual de enfoques científicos y fundamentos sobre criminalística: una mirada actualizada* desempeña el papel de proporcionar una explicación concisa del trabajo procedimental y pericial llevado a cabo por criminalistas o personal técnico y científico asignado para la recopilación e interpretación de rastros y materiales químicos y biológicos en el lugar de los hechos o la escena del crimen. Su objetivo de recolectar pruebas que, al ser analizadas en un laboratorio de la especialidad, puedan ser útiles para determinar la identidad de las personas involucradas y, de esta forma, aportar datos que ayuden a esclarecer los hechos.

Esta actividad es realizada en la mayoría de los países por una unidad de trabajo que podríamos denominar grupo pericial. Es conformada por un conjunto de peritos, analistas y personas expertas cuya tarea resulta altamente delicada: colaborar con la justicia penal auxiliándola en su proceso investigativo. En muchas ocasiones, el trabajo de este grupo es determinante para definir la causa que se investiga.

Los y las peritos de la escena del crimen combinan su labor con profesionales que realizan sus funciones en el laboratorio especializado, trabajando de manera conjunta para responder las preguntas fundamentales que rigen la ciencia criminalística. Estas incluyen el establecer la autoría por medio de la identificación de los elementos involucrados y las personas que participaron y responder al dónde, cómo, cuándo, quién o quiénes, con qué, de qué modo o de qué forma ocurrió el hecho, ya sea violento o no.

Integraremos los conceptos presentados en esta serie de manuales dentro del ámbito de la *criminalística de campo*. Esta disciplina se enfoca en la inspección, fijación, interpretación, recolección y preservación de evidencias y elementos en el lugar del hecho o la escena del crimen. Además, se encarga del traslado de muestras, asegurando la intangibilidad y trazabilidad de dichos materiales a través de una documentación apropiada, que comúnmente se denomina *registro de cadena de custodia*.

Esta rama emplea la metodología científica para analizar los materiales recolectados. Su objetivo principal es establecer una relación directa entre el lugar, la víctima y su atacante. Sin embargo, es importante señalar que muchas veces esa relación no se logra debido a que lo que se está investigando es un fenómeno accidental en lugar de un hecho jurídico.

Nuestro propósito es resaltar una adecuada distribución de responsabilidades, donde se distinga lo que se recolecta en el lugar de los hechos y lo que se examina en el laboratorio. Esta pluralidad de tareas se combinan en pos de lograr una comprensión precisa y categórica de los eventos, como lo afirma Carlos Guzmán en su obra principal, “a estos vestigios se los ha dado en llamar testigos silenciosos o mudos; ellos, debida y rigurosamente analizados e interpretados, garantizarán al hombre sus derechos más preciados: la vida y la libertad” (2000: 38).

Por lo tanto, la función de quienes recolectan los rastros, materiales y evidencias no radica en realizar análisis químicos o biológicos, sino en llevar a cabo una interpretación exhaustiva a partir de los rastros encontrados en el lugar del hecho, y de esta forma perfeccionar el criterio profesional y ampliar la capacidad de observación. Sin embargo, es importante destacar que existen excepciones a esta regla, como el análisis *in situ* de una mancha para determinar si se trata de sangre humana, la medición del pH u otras técnicas de análisis en el lugar que requieran el uso de tecnología avanzada a través de equipos portátiles, como espectrómetros y cromatógrafos, entre otros.

La forma en que se planifica, las particularidades y el enfoque de la observación desempeñan un papel fundamental en la consecución de los objetivos establecidos. Todo especialista en criminalística de campo deberá aplicar su discernimiento para llevar a cabo su labor de manera eficaz, considerando que cada escena es única y, de alguna manera, dinámica. Esto implica que el ámbito de trabajo es amplio y diverso, y podría abarcar no solo la investigación de un homicidio, por ejemplo, sino también el levantamiento de agua para determinar si es apta para su consumo o, por qué no, participar en tareas multidisciplinarias como la recolección de elementos, que contaminen una zona específica de un área geográfica, tales como insectos o xenobióticos. Un equipo pericial debe comprender que su labor no se limita a un esfuerzo individual, donde cada profesional se enfoca en recolectar las evidencias relevantes dentro de su especialidad. En cambio, es esencial que este equipo trabaje de manera colaborativa y mantenga una comunicación constante con peritos de diferentes disciplinas para lograr un trabajo exitoso, sin dejar de lado la imaginación y la capacidad

resolutiva de las personas expertas y del equipo en su totalidad. Además, es posible que el grupo al que pertenece tenga la oportunidad de colaborar con otros equipos que se dediquen a ciencias específicas pero abocadas al ámbito forense. En consecuencia, no solo se trata de un planteamiento interdisciplinario, sino también multidisciplinario.

Por lo tanto, la o el perito deberá poseer un espíritu observador y curioso, así como un sentido práctico, además de una personalidad tranquila y reflexiva, ya que deberá actuar sin prisa y, en la medida de lo posible, considerar todas las variables que surjan durante su trabajo, evitando así comprometer el esclarecimiento de una causa. Así mismo, es fundamental que cuente con un marco teórico acorde y comprobable, que pueda respaldar y demostrar en su labor pericial.

La aplicación de los principios fundamentales del método científico, el uso de la inducción y la deducción, así como el conocimiento del rol de las variables y su definición conceptual y operativa, son herramientas fundamentales para llevar adelante estudios sistemáticos, adecuadamente justificados y cuyos resultados sean comunicables de acuerdo con los estándares científicos. Por eso, es menester comprenderlos y utilizarlos a la hora de investigar un crimen. Esto implica abordar los estudios de lo general a lo particular, de lo particular al detalle, y del detalle al mínimo detalle, con el fin de evitar la omisión de cualquier dato que pueda ser crucial para la investigación.

Recordemos que, para obtener resultados concluyentes en una investigación, es esencial minimizar la cantidad de personas que trabajan en el procesamiento de indicios o evidencias que deban ser identificadas y recolectadas. Esta cantidad es directamente proporcional a las posibles consecuencias: cuanto mayor sea el número de individuos, mayores serán las probabilidades de contaminación o de pérdida de rastros. Por este motivo, recomendamos el uso de un *protocolo de actuación*, que puede ser de naturaleza grupal cuando se comparte el lugar del hecho con otras disciplinas periciales, o bien particular y específico para la o el perito o analista químico en solitario. En todos los casos, se trata de la aplicación de los principios fundamentales del método científico, el uso de la inducción y la deducción, así como el conocimiento del rol de las variables y su definición conceptual y operativa, son herramientas fundamentales para llevar adelante estudios sistemáticos, adecuadamente justificados y cuyos resultados sean comunicables de acuerdo con los estándares científicos. Por eso, es menester comprenderlos y utilizarlos a la hora de investigar un crimen. Esto implica abordar los estudios de lo general a lo particular, de lo particular al detalle, y del detalle al mínimo detalle, con el fin de evitar la omisión de cualquier

dato que pueda ser crucial para la investigación que podría ser implementada en cualquiera de las áreas intervinientes de la criminalística, en el lugar del hecho, y que se ajusta en todo momento a los protocolos y guías estandarizadas y legales vigentes, en el momento de la aplicación¹.

El propósito de esta obra es acercar un enfoque concreto, práctico y teórico sobre las posibles situaciones y vicisitudes que pueden surgir en procedimientos relacionados con esta rama forense tan particular, que involucra la química y la biología, y que se encuentran jurídica y administrativamente en las legislaciones actuales. Por tal motivo, cualquier persona experta que trabaje en la escena del crimen interpretando estas evidencias deberá mantenerse constantemente actualizada, no solo en las técnicas a utilizar, sino también en las normas jurídicas.

Esta propuesta busca ofrecer al público lector elementos disruptores que lo acerquen a una perspectiva diferente de la criminalística de campo actual, con el fin de alejarla de su perspectiva tradicional, que a menudo se limita a unas pocas disciplinas como la balística y la papiloscopía. En su lugar, pretendemos agregar la posibilidad de incorporar herramientas de la observación en contextos científicos de investigación en esta área.

Si buscamos antecedentes de este enfoque, podemos mencionar obras influyentes como los textos de los célebres criminalistas, el argentino Carlos Guzmán y las contribuciones del mexicano Montiel Sosa, así como los *Tratados de criminalística* argentinos, publicados por la Editorial Policial, aplicados a la química analítica de la década de 1980. Además, existen recursos más contemporáneos, como el *Manual de Química Forense* de la Doctora Patricia Caro (2007). Para un abordaje más general en química y biología, los manuales de Kennet Witten y Helena Curtis son representativos, ya que proporcionan conocimientos básicos, claros y esenciales en estas disciplinas. También es destacable mencionar a Matthew Jöhl, cuya obra *Química e investigación criminal: una perspectiva de la ciencia forense* (2008) fue pionera al fusionar las ciencias naturales con la investigación forense en un solo texto.

Al adentrarnos en el estudio del campo criminalístico, destacamos la contribución del Grupo Iberoamericano de Trabajo en la Escena del Crimen (GITEC), que elaboró un excelente *Manual de buenas prácticas en la escena del crimen*

1. Recomendamos visitar el repositorio digital del Ministerio de Seguridad de la Nación, donde encontrarán protocolos y estándares para la investigación criminal: <https://www.argentina.gob.ar/justicia/politicacriminal/investigacion-criminal>.

(2011). En la literatura contemporánea argentina encontramos el *Manual de procedimiento para la preservación del lugar del hecho y la escena del crimen* (2012), desarrollado por el Programa Nacional de Criminalística, que aporta una sólida base de conocimientos. Así mismo, la Resolución Ministerial 275/16 con su Protocolo de Actuación para la Realización de Allanamientos y Requisas Personales, y la última actualización protocolar del Ministerio de Seguridad de la Nación Argentina del año 2021, según la resolución 528/2021, son textos recomendables para este contexto. En esta última actualización, es relevante destacar que la Policía Federal Argentina, y sus peritos forenses, desempeñaron un papel predominante en su elaboración.

Para analizar y comprender la complejidad de los patrones de manchas de sangre, las obras de Stuart James y Bevel y Gardner son altamente recomendables, así como el libro de Anita Wonder, *Bloodstain Pattern Evidence, Objective approaches and case applications* (2007).

La dificultad e importancia del estudio de ADN en genética forense se reflejan en obras como las del Doctor Gabriel Boselli, así como en textos más avanzados como los de John Butler, quien es un reconocido asistente del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de EE. UU.

En cuanto al análisis de drogas y estupefacientes, los manuales de la UNODC (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito) son fuentes bibliográficas muy claras y confiables. Además, los aportes del químico analítico Gary Christian, en su obra *Química Analítica*, proporcionan a los estudiantes de esta disciplina un sinfín de herramientas precisas, muchas de las cuales son aplicables en la toma de muestras de sólidos, líquidos y gases. Para el muestreo de suelos y la inspección ambiental, se pueden consultar los manuales *Guía para el Muestreo de Suelos* del Ministerio del Ambiente del Perú y el *Manual Nacional para Inspectores Ambientales de Argentina*, ambos del año 2014.

El enfoque que deseamos destacar de todas estas fuentes es el papel fundamental del trabajo científico en la investigación de campo y cómo la obtención de resultados exitosos comienza precisamente en esas áreas, para luego concluir en la mesada del laboratorio.

Además, es importante comprender que la adecuación de las tareas de investigación a los estándares de la metodología científica es un requisito básico para lograr una definición apropiada de los objetos de investigación. Esto redundará en una mejora en la selección de las herramientas de recolección

y análisis de datos, así como en su calidad. Facilitará, mediante la adhesión a principios básicos comunes, la labor inter y multidisciplinaria que forma parte del trabajo de campo. Esta postura es necesaria para lograr avances significativos en las investigaciones que se llevan a cabo.

De esta forma, buscamos dejar atrás el subjetivismo, la improvisación y los fundamentos limitados al conocimiento adquirido por la experiencia o el olfato, términos que a menudo se asocian con estas disciplinas. En su lugar, reconocemos la necesidad de organización en cuerpos teórico-metodológicos sistemáticos y coherentes, destacando la importancia de considerar las variables, plantear hipótesis y guiar a través del proceso de inducción y deducción. Al incorporar el encuadre científico, no pretendemos desestimar la riqueza de lo empírico, sino más bien complementarlo y potenciarlo, lo que permite una aplicación más precisa y replicable en investigaciones y desarrollos futuros.

Comprendemos que las herramientas de observación y la interpretación trascienden cualquier protocolo rígido. Quien hace ciencia o investiga debe tener una perspectiva más amplia y profunda en este sentido. Es por eso que los manuales de Carlos Sabino (1992), Roberto Sampieri (2010), Juan Samaja (2003) y Roxana Ynoub (2015) son recursos valiosos que ofrecen un punto de vista sólido en cuanto a la metodología de la investigación científica.

Quisiéramos mencionar mucha más bibliografía y sitios digitales, pero reconocemos que, dada la abundancia de autores y temas mencionados, estos manuales están orientados principalmente a fomentar la comprensión y el aprovechamiento de las herramientas proporcionadas por las ciencias naturales, las observaciones precisas, los métodos, el orden y un marco teórico sólido en el contexto de la investigación forense de campo.

Nuevas perspectivas

Si bien podríamos proporcionar numerosos nombres de autores e instituciones que contribuyen activamente a este campo a través de sus investigaciones y prácticas, nuestra intención es centralizar parte de la información y los conocimientos que aportan. A través de esta selección, deseamos presentar nuevas perspectivas y fomentar la curiosidad del público lector para que indague y comprenda que, en investigaciones forenses de campo complejas, la competencia en la aplicación de un marco teórico adecuado es fundamental para formar parte del grupo multidisciplinario que lleva a cabo las tareas.

Con el enfoque práctico propuesto, buscamos romper con el encasillamiento que durante muchos años ha limitado a la criminalística a un conjunto circunscripto de disciplinas. Esta perspectiva se ha vuelto obsoleta con el paso del tiempo y en la actualidad, quien se dedica a la criminalística moderna debe adoptar una visión más amplia y objetiva.

Dentro del estudio de campo, se destacan diversas disciplinas. Entre ellas, encontramos la biología forense, que abarca desde el análisis microscópico hasta el macroscópico. Un ejemplo de esto es la estructura del ADN como prueba irrefutable de identificación, así como el avance de la *genómica forense*, una de las técnicas más modernas para la reconstrucción fenotípica de una persona. Otras especialidades que pueden confluir en el estudio de campo son la *entomología forense*, que se centra en el estudio de insectos; la *botánica forense*, dedicada al estudio de plantas y polen, y la *micología forense*, que se enfoca en el análisis de hongos relacionados con casos de muerte. Además, se abordan la ecología y el medio ambiente, relacionados con la aplicación y comprensión de términos en el cuidado del medio ambiente y su protección, incluyendo el estudio de xenobióticos contaminantes. La *química forense* abarca el análisis de matrices químicas, utilizando métodos instrumentales de tecnología moderna para determinar su composición. El *análisis de trazas* se centra en la detección y análisis de pequeños rastros de sustancias cruciales en investigaciones, como los restos de metales provenientes del fulminante de un cartucho de bala. Por último, se considera aquí también el combate al narcotráfico organizado desde un punto de vista científico, prestando especial atención a la capacidad de sus compuestos, como las Nuevas Sustancias Psicoactivas (NPS) y precursores químicos, y garantizando la integridad de las pruebas mediante la toma de muestras representativas y el mantenimiento adecuado de la cadena de custodia. Estos campos representan una expansión significativa en el ámbito de la criminalística de campo, reflejando la creciente complejidad y diversidad de los desafíos forenses modernos. Todas estas áreas de estudio tienen la intención de complementar y enriquecer los contenidos tradicionales de las ciencias criminalísticas.

Los conocimientos y la perspectiva que busca integrar las prácticas de las ciencias naturales en el estudio de campo y la recolección de evidencias, nos deberían proporcionar un marco de trabajo efectivo para la resolución de una amplia gama de delitos que involucran derechos fundamentales. Estos delitos pueden abarcar desde la violencia interpersonal y de género hasta la situación de los niños, niñas y adolescentes en conflicto con la ley penal, la trata de personas, el tráfico de armas, la piratería del asfalto y los homicidios seriales, entre otros.

En definitiva, a partir de esta compleja y heterogénea trama de conocimientos inter y multidisciplinarios, nuestro objetivo es proporcionar al profesional forense, ya sea criminalista de campo, perito químico, analista, especialista o quien investiga, un reconocimiento claro de la especificidad del campo investigativo de los delitos, la profesionalización de las funciones y la gestión integral de diversas áreas de estudio, que abarcan tanto aspectos biológicos, químicos como físicos. Recordando siempre que el fin último es establecer el hecho, individualizar al autor o los autores y reunir pruebas sólidas que contribuyan a la justicia y al esclarecimiento de los delitos.

1.

Metodología científica, técnica y forense

Expresamos nuestro sincero agradecimiento al magíster Pablo Luzza Rodríguez² por sus desinteresados aportes y correcciones en este capítulo.

Entender qué es la ciencia, su descripción y explicación, resulta imprescindible para el abordaje de esta obra. No se trata de una tarea fácil, sino de todo lo contrario. A lo largo de la historia, numerosos profesionales, investigadores y filósofos han tratado de darle una definición que contemple las diferentes formas del proceso de investigación. Este, precisamente, es uno de los desafíos que asumimos en estas páginas y que nos motiva a explorar y comprender la esencia misma de la metodología científica en el contexto de la investigación criminal.

El biólogo George Fried (1994) la explica de la siguiente forma:

La ciencia es el estudio sistemático de aspectos particulares del mundo natural. El alcance de la ciencia se limita a las cosas que pueden ser aprendidas por los sentidos (tacto, vista, oído, etcétera). Por lo general la ciencia recomienda un enfoque objetivo de los fenómenos que estudia (4).

2. Licenciado en Sociología y magíster en Estudios Interdisciplinarios de la Subjetividad por la Universidad de Buenos Aires. Docente de Metodología de la Investigación de Campo en la Especialización en Análisis del Lugar del Hecho y de Taller de Elaboración de Tesis en las carreras de Criminalística y Seguridad Ciudadana del Instituto Universitario de la Policía Federal. Actualmente, desarrolla su práctica de investigación en el campo de la filosofía contemporánea y los estudios de género.

Este reconocido científico tiene un planteamiento fáctico y su definición, que nace de las ciencias naturales, manifiesta una postura naturalista. Esta última se basa en evidencias observables, y se entrelaza con la percepción de los sentidos, a fin de sistematizar la problemática y puntualizar la objetividad de los conocimientos.

No obstante, reconocemos y entendemos que esta primera noción no se ajusta al concepto de ciencia considerado desde otras perspectivas, como las sociales y las humanísticas. También sabemos que existen prácticas científicas que exceden lo perceptible a través de los sentidos, como puede ser la realidad actual, el pasado del hombre o de los materiales que conforman su conducta y su historia, por lo que es posible una definición mucho más amplia.

La división de las ciencias en campos disciplinares no es necesariamente un criterio rígido. Bastaría con preguntar a profesionales en medicina, antropología u otras especialidades, sobre a qué ciencia pertenece su trabajo o investigaciones. Dependiendo de la especialización a la que se dediquen, nos brindarán diferentes respuestas.

La práctica científica, entonces, involucra la interacción de diferentes disciplinas y profesionales con el propósito de generar un conocimiento amplio y profundo sobre la realidad que se entrelaza en la interpretación de la vida y los fenómenos que la rodean.

¿Qué tienen en común las diferentes prácticas científicas?

Todas ellas deberían coincidir, al menos, en los siguientes puntos:

- Plantear preguntas sobre el mundo que nos rodea a partir de la información que llega a través de los sentidos o por el uso de estándares de trabajo aprobados por la comunidad científica, tales como normas legales o estructurales de trabajo, junto con herramientas tecnológicas, que nos permiten ampliar la percepción más allá de los límites sensoriales, sin descuidar el aporte de datos empíricos.
- Reconocer, clasificar y analizar. La investigación científica puede extenderse durante años, pero con el uso de la tecnología adecuada el lapso se acortará y mejorarán los tiempos de respuesta y de procesamiento. También es posible cambiar la tecnología utilizada por otra que ofrezca soluciones más rápidas, precisas o que responda de manera distinta a los interrogantes planteados.

- Las preguntas del personal científico dentro de una investigación determinada son de carácter hipotético y deductivo, lo que significa que someten a prueba las conjeturas previas. Este proceso puede repetirse para revisar otras respuestas anteriormente aceptadas, es decir que la investigación científica se encuentra en un continuo movimiento y evolución.

Este es un punto determinante, ya que los diferentes pasos seguidos entre las hipótesis y la constatación varían según la ciencia que la estudie. La metodología usada por las ciencias naturales no es la misma que aquella empleada en las ciencias sociales. Queremos destacar que también es posible iniciar el proceso desde la inducción, especialmente en el contexto del análisis del lugar del hecho. En la investigación, nunca estamos exentos de la formulación de hipótesis; sin embargo, este tipo de indagación comienza con la identificación fáctica del problema para luego explorar y desarrollar hipótesis.

Detrás de estas nociones, se encuentran debates de mayor amplitud. Por este motivo, recomendamos la lectura del artículo de Aníbal Bar (2003) titulado *Investigación científica e investigación criminalística*, que aborda estos aspectos en detalle.

- El personal científico forense debe diseñar estrategias de intervención e injerencia que se fundamenten en la realidad que maneja. Esas metodologías de trabajo le permitirá ajustar, mejorar, cambiar y calibrar el método. En caso de encontrarlo útil, también es posible descartar lo hecho, modificar lo que sea necesario o adoptar un nuevo enfoque.
- Por último, y no menos importante, la comunicación del trabajo efectuado es fundamental, tanto dentro de las propias disciplinas como en el ámbito legal en el que las ciencias forenses se desempeñan. En el primer ámbito, contribuye a generar un diálogo interno en el campo criminalístico, facilitando la discusión sobre las formas de trabajo y promoviendo una reflexión metodológica colectiva; mientras que en el segundo, puede tener un impacto directo en la resolución de un caso o en la libertad de las personas implicadas. Esta comunicación debe adoptar un lenguaje claro y preciso, que pueda ser entendido por todas las personas, y dar a conocer las observaciones y operaciones realizadas.

Una vez comprendidos los aspectos básicos de la ciencia, nos adentramos al concepto de *método*, que deriva del griego *metha* (con) y *odos* (vía), y que se explica como “el camino por seguir”. Por lo tanto, etimológicamente hablando, lo podríamos definir como “un camino trazado que nos conduce al conocimiento de la verdad de un modo seguro, pronto y fácil”. Para Samaja (2003) es literalmente una “secuencia de procedimientos”.

Es relevante aclarar que en el panorama epistemológico actual, el encuadre ya no se limita al *método científico*, sino que abarca la *metodología científica* en su totalidad. La elección del término resulta más abarcadora, representando un marco teórico amplio y sistemático mediante el cual se abordan problemas y se encuentra su resolución. En contraste, método podría sugerir una connotación restringida al ámbito experimental, en el que se emplean procedimientos, técnicas y herramientas para llevar a cabo la resolución (Viña, 2023).

De esta forma, el método, y la metodología como estructura más holística, constituye un marco que pretende dar eficacia a la tarea de investigación, asegurar su validez, ahorrar tiempo y esfuerzos, y proporcionar mayores garantías de alcanzar certeza científica, mediante la utilización de herramientas seleccionadas para el fin investigativo. Esto no es sinónimo de conseguir una verdad absoluta, sino de lograr las aproximaciones más acertadas posibles.

La metodología científica no busca una verdad absoluta sino lograr valiosas aproximaciones

Además, la ciencia busca que sus interpretaciones de los fenómenos sean contrastables. Esto significa que al respaldarlas con una reflexión metodológica y al explicar detalladamente cada paso y decisión tomada para desarrollar estas interpretaciones o hipótesis verificadas, la ciencia asegura tener conclusiones que pueden ser revisadas, mejoradas, ampliadas y ser comparadas y discutidas en relación con otras ideas científicas.

Pedro Salinas, en su obra *Metodología de la investigación científica* (2013), enmarca que:

...el principal objetivo de la metodología de la investigación es que las personas estén capacitadas para realizar estudios e investigaciones científicas, en forma lógica y ordenada. Algunos autores proponen como definición de la metodología de la investigación científica que es el estudio sistemático, controlado, reflexivo y crítico de proposiciones hipotéticas sobre las supuestas relaciones que existen entre fenómenos

naturales, o que es el proceso sistemático, lógico y organizado para adquirir conocimientos y resolver problemas.

El principio fundamental de la metodología de la investigación científica es el método científico que se resume en la célebre frase “tanteo y error”. Esto quiere decir que en el método científico, el investigador se plantea una incógnita acerca de un problema, del cual no ha encontrado solución, al menos, no satisfactoria, en los documentos a su disposición, desarrolla este problema como una serie de preguntas a responder, las que presenta como las respuestas que supone o desea sean las que se encontrarán con la resolución del problema y a las que denomina hipótesis, realiza las experiencias o experimentos necesarios y, luego de presentar los resultados encontrados, extrae las conclusiones a que le llevaron los resultados y publica en forma escrita (física o virtual) su experiencia. En este sentido el investigador puede haber acertado en su intento (“tanteo”) o puede haber fracasado (“error”) y debe comenzar de nuevo por otra vía (7).

Tal como lo plantea Francisco Ramírez Varela en su texto *Manual del investigador: ideas sueltas para empezar a investigar*, la metodología científica consta de cinco ejes fundamentales: el tipo de investigación y diseño metodológico, las técnicas de investigación, el análisis, las variables y la muestra o selección muestral.

El autor resalta que cada uno de estos ejes requiere de una profundización que abarque el ámbito específico a investigar (Figura 5). Por este motivo, es necesario contar con un protocolo que describa claramente la metodología y el ordenamiento de ideas, y que garantice la correcta ejecución de los pasos involucrados, para evitar así omitir alguno de los ejes.

Además, cuando el sistema protocolar se adentra en el análisis de un posible hecho criminal, es imprescindible que el personal, ya sea científico, perito, analista o investigador, esté familiarizado y comprenda diferentes tipos de herramientas, desde las subjetivas y objetivas hasta los diseños inductivos y deductivos,, pasando por la formulación de hipótesis, el establecimiento de un marco teórico, la aplicación de la práctica, la experiencia, y la importancia destacada de la estadística, entre otras.

Todas ellas configuran un universo que, sin ningún tipo de duda, ayudará y aportará a clarificar el hecho criminal. Cabe señalar que el propósito de este libro no es profundizar en cada uno de estos términos, pues escapan a la información que queremos brindar; no obstante, conforme avancemos con los temas; mencionaremos, exploraremos y expondremos estas herramientas.

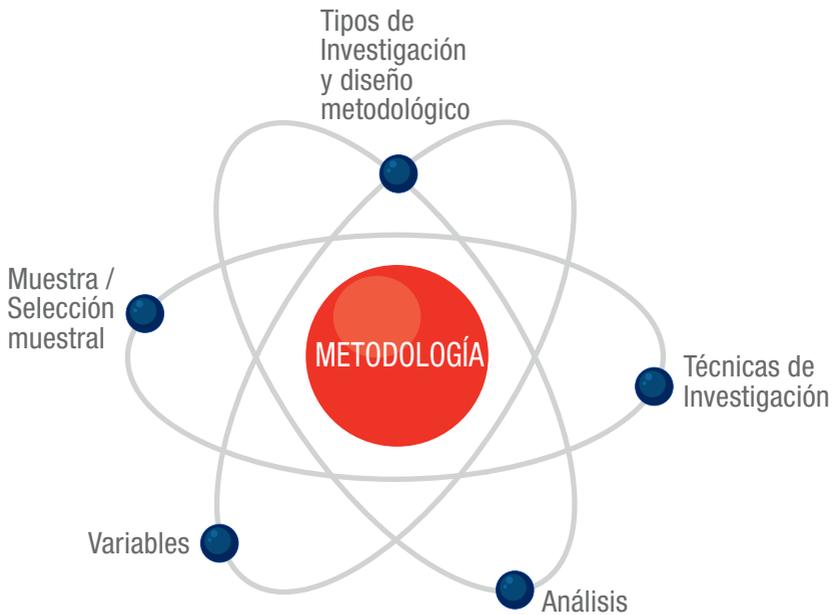


Figura 5. *Ejes que componen la metodología científica.* Fuente: Ramírez Varela, 2015.

Vamos a ilustrar esta figura con un claro ejemplo. Antes de comenzar una recolección en una escena del crimen, resulta crucial considerar:

- Variables

Remite a cualquier elemento con características distintivas que puedan cambiar y ser estudiadas, controladas o medidas en una investigación. En ciencias naturales, como veremos más adelante, se refiere a cambios en un objeto real o incluso en el objeto completo. Estas dictarán o condicionarán los resultados esperados, por lo tanto trataremos de entender y reconocer la mayoría de las que estén presentes.

- Muestra y selección muestral

La recolección sigue protocolos preestablecidos que dependen de la naturaleza de las muestras, abarcando un amplio espectro de posibilidades. Entre ellas se incluye material biológico como sangre, semen, pelos, saliva, piel, huesos, piezas dentales, insectos, polen, hongos, microorganismos, hojas, plantas,

aguas, suelos y aires contaminados con diversos xenobióticos, entre otros. También se considera el material de índole químico y físico como aquellos elementos presentes en combustiones o deflagraciones, proyectiles, vainas, tierra, fibras, polvos, líquidos, sólidos, pinturas, vidrios, documentos, evidencia digital, objetos varios, y una amplia gama de otras posibilidades.

Estos conceptos sobre las variables en un estudio de campo pueden extrapolarse al entorno del laboratorio, donde también se recolectan muestras para un análisis específico. Por ello, dentro de las metodologías establecidas, la toma de muestra representativa es un punto crucial, ya que estas pueden provenir tanto de la escena del crimen como del lugar donde ocurrió el hecho, así como de la mesada de laboratorio. Es importante señalar que el tema de la representatividad y los criterios de selección de la muestra se abordarán detalladamente en otro número de esta serie. Por ahora, se presentan como elementos fundamentales que merecen atención, aunque su discusión se reservará para un análisis más profundo en entregas posteriores.

- Tipo de investigación y diseño metodológico

De acuerdo con las preguntas formuladas por la Justicia, el objeto de pericia relacionado, la complejidad de las muestras; y la situación forense planteada, desarrollaremos un diseño metodológico. Este puede considerarse como un modelo anticipado que se caracteriza por una representación esquemática y el detalle de las decisiones clave antes de realizar el contacto observacional con los hechos, conductas o situaciones pertinentes (Piovani, 2007). Además, es común que este proceso incorpore tanto un enfoque de investigación policial o legal, dependiendo de la naturaleza y el propósito de la indagación.

- Técnicas de investigación

Se refiere a las técnicas de estudio empleada: es decir las herramientas, estudios y tecnologías que pueden aplicarse para la recolección de datos.

- Análisis

Posteriormente, realizaremos un análisis de los resultados, lo que nos permitirá arribar a las conclusiones.

Es necesario aclarar que entendemos que el ciclo representado en esta figura puede comenzar tanto desde la muestra recolectada como desde la

formulación de la investigación, podemos ver entonces cómo lo inductivo y lo deductivo se relacionan entre sí, tema que retomaremos más adelante en el texto. Así mismo, es válido señalar que en cada etapa o eje descripto, la metodología planteada puede constituirse como la estructura más importante.

Por su parte, los términos *método*, *metodología*, *técnica* y *forense* siempre están presentes en las investigaciones policiales, en las divulgaciones periodísticas, en el vocabulario científico y entre los propios pares. En otras palabras, forman parte de nuestra vida cotidiana. Existen diversos métodos utilizados en la práctica científica para llevar a cabo una investigación, de los cuales nos enfocaremos en los más usados en la investigación científica criminal fáctica.

Aun cuando las ciencias aplican una metodología, es decir, una serie de pasos organizados de un modo particular, también podemos construir un método al unir la información por medio de procedimientos que podrían no relacionarse con el problema planteado o no garantizar un fuerte grado de certeza de los resultados expuestos, aunque sí presentar estudios estadísticos que permitan evaluar la probabilidad de que sucedan algunos de ellos.

Con esto, queremos puntualizar que el método debe ser trabajado de forma consciente y orientada a lo que realmente buscamos esclarecer. No todos los métodos utilizan las mismas técnicas y tampoco todos son científicos. Por lo tanto, como premisa fundamental afirmamos que al disponernos a trabajar en investigación criminal fáctica, debemos utilizar la metodología científica que desarrollaremos más adelante.

Una premisa fundamental en la investigación criminal fáctica es el uso de la metodología científica

Para obtener resultados confiables, necesitamos una serie de pasos, elementos, estadística, técnicas y, sobre todo, decisiones que lo permitan. Por esta razón, los métodos deben ser armados y nutridos a partir de conocimientos y principios propios de disciplinas científicas como la física, la química, la biología, la anatomía, la fisiología, la sociología, la economía, entre otras. Ya que son estas, y sus principios, las que proporcionan garantías para alcanzar un resultado satisfactorio. A este conjunto de formas de hacer, propias de

cada campo científico, lo denominaremos *base técnica* o más brevemente, *la técnica*.

Decimos que técnica es el conjunto de decisiones, de elementos, de materiales y de equipamiento tomado y usado a partir de principios científicos, que nos permite no solamente decir por qué algo es posible, sino también llegar a un resultado aplicando la metodología seleccionada.

La técnica es el conjunto de decisiones, elementos, materiales y equipamiento basados en principios científicos que nos permite comprender la factibilidad y alcanzar resultados con la metodología adecuada.

En criminalística resulta habitual que una técnica se base en principios físicos o químicos; sin embargo, conviene aclarar que cada disciplina tiene diferentes formas de armar su discurso, con los principios pertinentes al área de conocimiento en la que se inscribe. En este sentido, una investigación criminológica, por ejemplo, puede basarse en principios provenientes de la psicología, la sociología, la economía, etcétera.

Otro término con un uso cada vez más habitual, aunque no por ello tomado en su acepción científica, es *forense*. Su construcción a partir de un discurso mediático, y de una sobreabundancia de series policiales que versan sobre el seguimiento de rastros y su posible interpretación, ha llevado a que el público general crea saber lo que es o hace un forense (Figura 6).

Sin embargo, estas ideas resultan insuficientes para definir el término porque podríamos inferir que abarca todas las aplicaciones científicas que se llevan a cabo sobre un proceso legal-penal, en el que se puede, entre otras cosas, llegar a privar de la libertad a las personas. Esos vínculos están entrelazados con el tipo de muestras, la relación con los magistrados intervinientes, la confección de informes periciales, los tiempos de la justicia y la aplicación de los códigos de forma que sean necesarios.

Por su parte, para la Real Academia de la Lengua (RAE) la definición de forense está emparentada con “la administración de justicia o relacionado con ella”. Para lo que nos concierne, tomaremos forense como aquello relativo a hechos en los que está presente la muerte de una persona o un proceso legal, sobre todo penal.

1.1 Ciclos de la metodología científica

¿Qué diferencia el conocimiento científico de cualquier otro que usamos a diario?

La utilización de una metodología específica y las decisiones e implicaciones técnicas que lo rodean.

Cuando es usado en el ámbito científico, es común asociar el término *método* a la idea de convicción, precisión, objetividad, seguridad, orden, organización, severidad, ausencia de duda, fiabilidad e incluso resultados garantizados. Desde este punto de vista se presume que existen ciencias exactas e infalibles como las físico-naturales; sin embargo, considerarlas de tal modo constituye un error, ya que no tenemos en cuenta los diversos factores que influyen y que hacen que no siempre se obtengan respuestas axiomáticas. De hecho, las respuestas son interpretativas y están sujetas a modificaciones a medida que la investigación avanza.

Podemos encontrarnos con problemas como la falta de información en determinadas variables de investigación o la caducidad de la tecnología para un determinado tema. Todo esto nos permite decir que la ciencia es falible, o le brinda al personal científico la posibilidad de seguir refutando sus teorías, leyes, y por añadidura, sus informes periciales.

Por tanto la ciencia posee un método muy específico que involucra etapas bien diferenciadas, cada una de ellas tiene una importancia específica, lo que no significa considerarlas de manera aislada sino entenderlas como parte de un todo. De acuerdo a esto, podemos describir la metodología científica de la siguiente forma:

- Asombro

Platón afirmaba que el conocimiento comenzaba con el asombro, en este sentido, no podemos tener ninguna aproximación al mundo que nos interesa conocer si en un principio este no nos llama la atención. Este asombro nos lleva a la observación de un fenómeno, es decir, visualizar el entorno que rodea a un hecho puede darnos las pautas para descubrir los pormenores que ayudarán a encontrar una explicación.

La observación, que en criminalística tiene un vínculo directo con la vista, se realiza por medio de la indagación y del desarrollo de un plan específico. Este proceso suele estar acompañado por todo tipo de herramientas e instrumentos válidos, tales como telémetros, termómetros, linternas forenses, calibres, entre otros, ya que a partir de esta etapa se obtendrán datos que aportarán evidencias para las demás fases de la investigación.

- Planteo o análisis del problema

En un hecho criminal es fundamental realizar preguntas sobre lo observado o investigado. Se plantean interrogantes sobre el cómo, qué, cuándo, quién, qué, por qué, dónde, con qué, quiénes fueron, cómo vivieron, etcétera. Las ciencias, y más aún las forenses, manifiestan el espíritu de las respuestas en sus preguntas.

- Recolección de información

Reunir toda la información que sea necesaria para responder las preguntas formuladas. En este punto encontramos disidencias sobre cuándo debemos realizar este paso.

Algunas posturas sostienen que recolectamos la información luego de generar las hipótesis de trabajo (Azofeifa, 2006); mientras que en otros casos, como en la criminalística de campo, realizamos observaciones anteriores para generar las hipótesis a corroborar. Ambos planteos son válidos, aunque el primero es sobre todo útil para las ciencias en sus facetas teóricas.

En nuestro caso de estudio, en las investigaciones de campo, los analistas deberán observar el ambiente físico, analizar las condiciones climáticas, fijar el lugar, tomar muestras, embalarlas y protegerlas por medio de un registro de cadena de custodia. Esa recolección de la información debe ser monitoreada constantemente con el fin de mejorarla y optimizarla al máximo, además de

complementarse con herramientas provenientes de bases de datos, investigaciones periciales similares, entrevistas, entre otras. Es importante que la información reunida provenga de fuentes científicas confiables, como universidades o entidades públicas y privadas de reconocida trayectoria.

- **Formulación de la hipótesis**

Se trata de una afirmación que puede usarse para predecir el resultado de las observaciones y que también ayudará a futuras observaciones de iguales características. Es un supuesto a demostrar, en otras palabras, las hipótesis o las conjeturas son afirmaciones propuestas sin tener la certeza final de que sean verdaderas.

- **Experimentación**

Muchas hipótesis suelen ser de carácter general o teórico, por lo tanto debemos verificar o refutar las consecuencias observacionales, corroborando las conjeturas generales y derivadas que puedan darse. Entendemos estas últimas como la predicción de la teoría y estudios realizados. Si estas predicciones coinciden con el dato de contrastación, la hipótesis fundamental se corrobora; en cambio, si no lo hacen, se refuta. Es decir, existe una estrecha relación entre la explicación y la predicción, debido a la posibilidad de anticipar ciertos fenómenos a partir de hipótesis con fuerte poder explicativo, ya consolidadas (Esquivel, Carboneli y otra, 2014).

Esta etapa puede llevar días, meses y hasta años, según el objeto de investigación, la complejidad del estudio, los plazos y tiempos de las instituciones con las que trabajamos; por lo tanto si los resultados de la prueba contradicen las predicciones, las hipótesis son cuestionadas y se vuelven menos sostenibles. Si los resultados experimentales confirman las predicciones, entonces se considera que las hipótesis son correctas. No obstante, siempre pueden ser puestas a prueba a través de nuevos experimentos con el fin de evaluar su impacto y si estos se mantienen inalterables en el tiempo.

Una vez que una hipótesis es fuertemente respaldada por la evidencia, es posible realizar una nueva pregunta de investigación para brindar más información sobre el tema. En la función pública, los resultados suelen ser privados y pueden recibir otro tipo de cuestionamientos al ser presentados ante la justicia, como la presentación de un perito de parte que cuestione el trabajo realizado. En este sentido, es necesario estar preparados para comprender la interacción entre los procesos judiciales y los científicos.

Es necesario estar preparados para comprender la interacción entre los procesos judiciales y científicos

- Análisis de los datos obtenidos

Terminada la praxis en el lugar de hecho, guardamos los datos de forma sistemática, metódica y cuidadosa. Las mediciones se pueden realizar con diferentes herramientas tecnológicas según sea el experimento a realizar, ya sea que se trate de una investigación de campo, de mesada, estadística, bibliográfica o una mezcla de las cuatro. La tecnología ha avanzado acorde a los datos que necesitemos albergar, pero quizás es aquí donde encontramos la influencia más perniciosa de la criminalística mediática, representada en las series: creer que con solo apretar un botón obtenemos los resultados deseados. Es claro que los análisis de los datos obtenidos representan un trabajo profundo y a conciencia de aquellos implicados en la investigación.

- Culminación del estudio

Explica la forma en que se ha llegado a la finalización del proceso, qué resultados se obtuvieron y por lo tanto si fue posible lograr lo que se esperaba, es decir se responden las preguntas planteadas inicialmente. Si se trata de un trabajo académico, probablemente estas conclusiones serán una respuesta a lo planteado en la introducción, por su parte si se trata de una pericia, será la confirmación o refutación de la hipótesis planteada, y si es un proceso que lleva a tener más datos para continuar la investigación, también podemos obtener conclusiones que serán retomadas para el análisis final. En todos los casos, requerimos de datos estadísticos que puedan brindar mayor sustento a las conclusiones, ya que no es lo mismo el estudio de un caso que una regla general que abarque toda una línea de investigación, y en la que la estadística fue la fuente de información más precisa.

- Comunicación

Esta parte del proceso se conoce como *publicación*, y consiste en informar los resultados a la comunidad o a quien ha solicitado el estudio. Para esto se utilizan diferentes medios como revistas científicas, cuyo contenido es evaluado y revisado por pares académicos y disciplinares que garantizan seriedad en el trabajo realizado al corregir con rigor los errores, si los hubiera o consignar sus recomendaciones. Los resultados también se pueden ver reflejados en

informes de auditoría, periciales, de laboratorio, entre otros. Cuando el profesional ha requerido tiempos largos, años de trabajo, sus publicaciones suelen reflejarse en tesis de maestrías, doctorados o posdoctorados.



Figura 7.

Por último, dejamos claro que proponemos las pautas de la metodología científica como un ciclo porque, con frecuencia, sobre cualquiera de los estadios del círculo se puede volver a comenzar, lo que impulsa a mejorar el ítem que haga falta replantear. De ese modo se construyen los objetos investigados. En las investigaciones forenses es común que se aplique este ciclo o que aparezcan planteadas de esta manera.

2.

Conceptos generales en una investigación

Una vez más, reconocemos la valiosa colaboración del Magíster Pablo Luzzi, quien ha aportado generosamente a este capítulo con correcciones y sugerencias.

Para comenzar, primero necesitamos definir la *investigación científica* como el conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno determinado.

El proceso de investigación involucra una serie de pasos que dan respuesta lógica a una pregunta específica y congrega a un grupo de actores y de elementos necesarios para su organización. A continuación, precisamos algunos, de acuerdo a Mora Ledesma y Sepúlveda (1998).

- Grupo de investigación

Se refiere a las personas que investigan, quienes poseen los conocimientos y experiencia suficiente para llevar a cabo su objetivo.

- Medios

Remite al conjunto de elementos necesarios para que el grupo de investigación realice su tarea. Estos se seleccionan de acuerdo a la necesidad y a los logros planteados, y se componen de una amplia gama de recursos tanto materiales como intelectuales, tales como laboratorios, equipos,

computadoras, reactivos, libros, revistas científicas, publicaciones, así como el factor humano, es decir, el conocimiento y experiencia de quienes realizan la investigación.

- Objeto de investigación o tema

Alude a una problemática que requiere ser estudiada o al recorte de la realidad sobre la cual el grupo de investigación se concentra.

Todas las investigaciones tienen características comunes, de manera analítica podemos clasificarlas en diferentes tipos:

- De campo

La investigación se caracteriza por abordar problemas que surgen de la realidad, y la información necesaria debe ser recolectada *in situ*, donde se origina el fenómeno estudiado. En este sentido, la investigación se lleva a cabo en el lugar de los acontecimientos, quien investiga interviene observando y recolectando datos con la metodología, pasos o protocolos a seguir que crea conveniente. Nos enfocaremos en este tipo de investigación para analizar el entorno real.

Diferentes autores distinguen entre el análisis cuantitativo y cualitativo de campo. Sin embargo, en este caso, nos centraremos en una perspectiva predominantemente cuantitativa. Para una comprensión más detallada de estas diferencias, se pueden consultar las obras de autores como Carlos Monje Álvarez (2011) y Pita Fernández y Petergas Díaz (2002), quienes ofrecen una división acertada y comprensible de la siguiente manera:

La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. La investigación cualitativa evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas. La diferencia fundamental entre ambas metodologías es que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales. La investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica. La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación

o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada (Pita Fernández y Petergas Díaz, 2002).

- De laboratorio o experimentales

Siguiendo la definición de Mora Ledesma y Sepúlveda, las investigaciones se ejecutan en un espacio cerrado con un estricto control de variables y del ambiente. Pueden clasificarse en explicativas y comparativas, en las primeras se relaciona un efecto con una causa producida en forma experimental; mientras que en las segundas se establecen qué variables independientes, dentro de un conjunto, tienen una mayor o diferente incidencia en cierto fenómeno. Estos enfoques se emplearán cuando estudiemos las evidencias recolectadas dentro de un laboratorio, considerando las características de los rastros. Por ejemplo, no es lo mismo efectuar un análisis microscópico de un proyectil o una electroforesis capilar para obtener un perfil genético humano.

Este tipo de investigaciones pueden tener un diseño semi-experimental, que es aquel en que la persona investigadora controla todas las variables, o parte de ellas, así como la situación; o un diseño no experimental, en el que no se controlan los aspectos y variables del estudio. Este último es apropiado para investigaciones descriptivas y relacionales, es decir, aquellas que buscan establecer las correlaciones y asociaciones que puedan existir entre diversas variables (Soler Soler, 1981).

- Teóricas

Se relacionan con las ciencias naturales como la física, donde se requiere de amplios conocimientos en ecuaciones y procesos matemáticos e informáticos para lograr la búsqueda de sus respuestas (González, López Gonzales y otros, 2023). Siguiendo esta misma línea Arias Odon (2019) amplía el concepto, al definir la investigación teórica como aquella que utiliza el pensamiento y operaciones mentales, tales como imaginación, intuición, abstracción y deducción, para crear modelos, explicaciones o teorías acerca de fenómenos no observables. Esta investigación se fundamenta en la corriente epistemológica racionalista, siendo propia de las ciencias formales cuyos objetos de estudio

son de naturaleza ideal o intangible, como la lógica, matemática, lingüística y física teórica.

Con este apartado nos proponemos mostrar y divulgar algunos modelos de investigación que se correlacionan con el trabajo de campo criminalístico, sin embargo es necesario saber que existen otros, aplicados a diversas ciencias y disciplinas, así como otras formas de clasificar las investigaciones, de acuerdo a los diversos grados de análisis y profundidad. A continuación, presentaremos una lista que distingue los niveles de modelos de investigación, delineando las particularidades que definen cada uno de ellos.

- Nivel descriptivo

Se refiere a la caracterización de una situación en sus rasgos más generales. Es una catalogación detallada a fin de producir información. Esta descripción consiste en responder a preguntas como: ¿qué es?, ¿cómo es?, ¿dónde está?, ¿de qué está hecho?, ¿cómo están? o ¿cómo se relacionan sus partes? Además, busca explicar las características más importantes del fenómeno en lo que respecta a la aparición, desarrollo y frecuencia (Morales, 2010). En otras palabras, el nivel descriptivo consiste en traducir un objeto de estudio en términos de las variables relevantes de un marco teórico específico.

- Nivel clasificadorio

Organiza o mejora una estructura ya existente. Trabaja sobre los datos obtenidos, disponiéndolos en grupos naturales, clases o cualquier otra distribución que se establezca con anterioridad, basándose en el descubrimiento de propiedades que puedan tener en común. El proceso parte de la observación de similitudes, cualidades o propiedades entre semejantes a fin de establecer una distribución de sus elementos, clasificarlos, distinguirlos y agruparlos. Un ejemplo de ello sería la clasificación de los patrones de manchas de sangre.

- Nivel explicativo

Se enfoca en dar respuesta a interrogantes relacionados con el porqué sucede algo, cómo sucede y cómo es. Esta tarea implica conocer las causas de un fenómeno, insertarlo en un enfoque teórico que permita comprender por qué ocurren, identificar los factores determinantes y las condiciones necesarias, así como rastrear de dónde proceden, cómo se transforman y cómo funcionan (Ander Egg, 2011, 30-32).

2.1 La teoría como plataforma clave

Se trata de una base sustentable para saber qué investigar y por dónde hacerlo. Explica el significado de los hechos y las relaciones existentes entre estos, sin ella no hay investigación que valga.

Durante el proceso de la investigación, obtenemos los datos para corroborar, falsear, aceptar o descartar una hipótesis y, por consiguiente, la teoría, la práctica, el método y la investigación actúan en forma recíproca para generar el conocimiento científico. En la realidad cambiante, dinámica y continua que queremos estudiar, sobre todo en una investigación criminal, los hechos no se presentan como situaciones aisladas sino que son piezas que forman parte de un rompecabezas, que debe ser conocido para saber qué buscamos y cómo nos orientamos en esa búsqueda. En este sentido es bueno tener en cuenta la diferencia existente entre datos e información.

El dato se refiere a la representación simbólica de una entidad, por ejemplo, letras del alfabeto, números, puntos, dibujos y otros similares³. Estos datos por sí solos no tienen valor semántico, es decir no tienen sentido, lo que significa que no tienen la capacidad de transmitir ningún mensaje ni mucho menos afectar a quien lo recibe. Pero si los procesamos apropiadamente, estos datos pueden proporcionar información importante que ayudará en la toma de decisiones. Los datos son importantes ya que se pueden asociar y agrupar con otros dentro de un mismo contexto para convertirse en información, base ineludible de las conclusiones que buscamos en la investigación científica.

La teoría tiene la función de orientar a quien investiga, es la guía con la que abordamos la realidad y sirve para formular correctamente las preguntas que se desea investigar. El marco teórico estructura los conceptos, categorías, búsqueda de antecedentes, leyes, variables que se aplican, tipos de hipótesis por generar, hasta dónde llegar con una pregunta, entre otros. Es el marco de referencia que conduce y determina el tipo de investigación. Por medio de la teoría, los datos obtenidos en una investigación adquieren un significado que, al relacionarse entre sí, permiten una representación científica de la realidad aplicando sin ninguna duda su método, el método científico.

3. En metodología, se hace referencia a la *estructura tripartita del dato*, que comprende la representación simbólica resultado del proceso de recolección de datos. Esta estructura cobra sentido en la intersección entre la variable de interés, su valor, y la unidad de análisis de la cual se extrae la medición, según lo destaca Denis Baranger en el capítulo 1 de *Construcción y análisis de datos. Introducción al uso de técnicas cuantitativas en la investigación social* (2009).

Sampieri (2010) establece que al pensar su marco teórico, quien investiga debe considerar aquello que se ha estudiado anteriormente (revisión de la literatura) y construir un corpus teórico (la teoría que guiará su estudio), del cual derivarán una o varias hipótesis y serán sometidas a prueba mediante el empleo de los diseños de investigación apropiados. Además, la teoría sirve para ordenar y clasificar la búsqueda de los componentes de la investigación que se quiere realizar.

Así mismo, permite detectar áreas no exploradas del conocimiento y, en ciertos casos, ayuda a predecir o anticipar, por medio de inferencias, la regularidad de algunos factores que producen los fenómenos. Por ejemplo, si sabemos que cierto tóxico genera daño en un riñón, y queremos estudiar un tóxico similar, es altamente probable que este juegue también un papel estructural en la destrucción del riñón, como es el típico caso de los metales pesados.

Del mismo modo que la teoría es una guía para la interpretación, los hechos, objetos o fenómenos son inseparables de la teoría, ya que es con ellos que iniciamos el proceso de investigación. A través de la observación, los incorporamos y los enfocamos conceptualmente (Ledesma y Sepúlveda, 1998).

Dieterich Heinz en su obra *Nueva guía para la investigación científica* (1999, 81) sostiene que para producir un conocimiento científico nuevo, más avanzado que el existente, es necesario estar a la altura de los conocimientos teóricos y metodológicos actuales, y tomarlos como punto de partida para la investigación propia.

Por su parte, Carlos Sabino es considerado uno de los autores que más aporte ha generado al campo conceptual y dinámico de la investigación, a través de su famoso libro *El proceso de la investigación* (1992). Su visión con respecto al marco teórico es la siguiente:

...ningún hecho o fenómeno de la realidad puede abordarse sin una adecuada conceptualización. El investigador que se plantea un problema no lo hace en el vacío, como si no tuviese la menor idea acerca del mismo, sino que siempre parte de algunas ideas o informaciones previas, de algunos referentes teóricos y conceptuales, por más que estos puedan no tener todavía un carácter preciso y sistemático. Porque, muchas veces, es solo durante el propio proceso de investigación que se refinan y hacen más rigurosos los conceptos existentes, a medida que se penetra en las características de los objetos de estudio y se

los va conociendo mejor. Teniendo en cuenta estas consideraciones y recordando el esencial carácter dinámico del proceso de conocimiento, es que podrá juzgarse entonces la importancia de abordar el trabajo de investigación teniendo como punto de partida una sólida perspectiva teórica, que haga explícitos los conceptos y supuestos que dan origen a la investigación. El marco teórico, también llamado marco referencial (y a veces, aunque con un sentido más restringido, denominado asimismo marco conceptual) tiene precisamente este propósito: dar a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permitan abordar el problema. Es decir, se trata de integrar al problema dentro de un ámbito donde éste cobre sentido, incorporando los conocimientos previos referentes al mismo y ordenándolos de modo tal que resulten útiles en nuestra tarea (3).

2.2 Herramientas investigativas

2.2.1 Inducción

¿Es suficiente para quien investiga aplicar protocolos y manuales preestablecidos?

Si la persona trabaja de forma automática, siguiendo manuales y aplicando protocolos, solo se transformará en una recolectora de material y dejará de lado todo lo necesario para que ese sistema llamado *escena* pueda ser dilucidado, y permita saber realmente qué pasó y que no queden decenas de preguntas por resolver.

Además del marco teórico que cualquier profesional pericial o persona idónea en la tarea debe poseer para intervenir en un fenómeno determinado, es importante que quien investiga posea experiencia observacional, es decir, que cuente con las herramientas que la observación empírica nos brinda, ya que garantizan una mayor tasa de éxito.

Estas herramientas se enmarcan en las formas de razonamientos que podamos aplicar, el más conocido de ellos es el *razonamiento inductivo*, la *generalización inductiva* o *la inducción* propiamente dicha. Se trata de una modalidad en la que obtenemos conclusiones generales a partir de premisas que contienen datos particulares. En nuestro estudio pueden ser también, ideas centrales, testimonios y por qué no, antecedentes de lo que observamos.

¿Qué significa que obtengamos conclusiones generales a partir de premisas que contienen datos particulares?

Implica que a partir de la observación repetida de objetos, acontecimientos de una misma índole, fenómenos, patrones, marcas y huellas, se establece una conclusión. Los eventos deben ser del mismo tenor, en otras palabras, se puede realizar una generalización para elementos o materiales de una misma naturaleza con el fin de obtener una conclusión general.

Por este motivo, son importantes las reglas básicas de interpretación inductiva de las ciencias que forman parte de la criminalística de campo. Estas necesitan un marco teórico extenso, a partir del cual el personal científico interviniente tenga claro su objeto de estudio, qué va a buscar y por qué.

Los protocolos para la recolección de datos o materiales de campo, que pueden incluir estructuras físicas, tejidos, micro y nanomateriales, así como seres vivos, pueden ser aprendidos y manejados por diversas personas sin necesidad de aplicar los mismos conocimientos del personal científico en un laboratorio de análisis. Por ejemplo, en el lugar del hecho, el personal no especializado en biología puede recolectar moscas, que serán clasificadas en laboratorio, o puede recolectar restos de metales para luego identificar con un microscopio de barrido electrónico aquellos pertenecientes al fulminante de un arma de fuego. Por eso, el profesional debe conocer no solo los parámetros metodológicos de la recolección sino centrarse en el marco general que la causa le demuestra.

Veamos algunos ejemplos de razonamiento inductivo claros y concretos:

EJEMPLO 1

PREMISA 1: He observado unas decenas de frutillas de color rojo.

PREMISA 2: La próxima frutilla es de color rojo.

PREMISA 3: La que sigue también lo es.

CONCLUSIÓN: Todas las frutillas son rojas.

EJEMPLO 2

PREMISA 1: He observado unas decenas de vainas disparadas en el living de la casa con una pistola 9mm.

PREMISA 2: En la habitación principal encontré dos más.

PREMISA 3: En la cocina hay otras tres.

CONCLUSIÓN: El arma utilizada es una pistola 9 mm.

En estos dos ejemplos, para todos los elementos de un conjunto se generaliza la propiedad observada en un número finito de casos. Ahora bien, la verdad de las premisas (10000 observaciones favorables a esta conclusión, por ejemplo) no convierte en verdadera la conclusión, ya que podrían darse excepciones.

De ahí que la conclusión de un razonamiento inductivo solo pueda considerarse probable o factible; y de hecho, la información que obtenemos por medio de esta modalidad de razonamiento es siempre una información con un grado dudoso y discutible.

El razonamiento solo es una síntesis incompleta de las premisas con las que contamos, por ejemplo, las frutillas podrían manipularse genéticamente o selectivamente para cambiar su color y ya no serían rojas, pero serían frutillas y tendrían el mismo gusto. Los cartuchos de vainas 9 mm pueden ser disparados con diversos dispositivos que no sean pistolas.

Al mostrar estos ejemplos no queremos deshacer la utilidad que posee la lógica inductiva, sino todo lo contrario, distinguir sus limitaciones, que la transforma en un sistema reglado de conocimientos útil para quien investiga, y reconocer que necesitaremos otro tipo de estudios como el de variables.

Ejemplos de aplicación inductiva en el análisis de una escena o un hecho delictivo.

EJEMPLO 1:

Una huella de sangre con escurrimiento y coagulación, apreciada sobre la mano de una persona sospechada de haber cometido un homicidio, indica que el individuo podría haber estado agarrando la cara de la única herida que poseía el cadáver lesionado.

EJEMPLO 2:

El ángulo de la trayectoria del proyectil indica que no pudo haber estado en contacto con otro material delante de él que no sea la pared donde quedó alojado.

EJEMPLO 3:

El cadáver pudo haber sido movido debido a que no se encontraron puparios de moscas debajo del piso de tierra donde se encontraba.

EJEMPLO 4:

El asesino debió haber limpiado la escena donde cometió el homicidio debido a la escasez de sangre.

EJEMPLO 5:

La existencia de documentos quemados en la parrilla del jardín indica que querían ocultar algo en particular.

EJEMPLO 6:

Dice no conocer a quién entró en la casa, pero las cámaras demuestran que le abrió la puerta sin poner resistencia.

EJEMPLO 7:

La atomización de sangre observada en la pared no coincide con la ubicación del cadáver, por lo que este fue movido.

EJEMPLO 8:

La declaración testimonial no coincide con los materiales que posee debajo de la suela del zapato.

EJEMPLO 9:

El análisis pormenorizado de los patrones de sangre en los que se observa arrastre indican que el occiso fue llevado desde adentro hacia afuera de la vivienda donde habitaba.

En este tipo de razonamientos, la verdad de las conclusiones está directamente relacionada con la probabilidad de ser verdadera cuanto mayor sea el número de casos observados y expresados en sus premisas (Programa Nacional de Criminalística, 2014, 225).

El uso de la inducción deriva en conclusiones no probables, por lo tanto, resulta infructuosa como hipótesis científica si no se somete a prueba para respaldarla o refutarla mediante datos más precisos provenientes de una investigación organizada, profunda y seria. Por eso, puede haber generalizaciones inductivas que sean usadas como conjeturas a confrontar. Recordemos que una hipótesis debe ser lógica y comprobable.

¿Por qué aceptaríamos concepciones inductivas sin confirmarlas o verificarlas?, ¿qué razones tenemos para aceptarlas?

Este es también el problema que enfrentan la ciencia y su método, es decir la pregunta acerca de si deben aceptarse los procesos inductivos que nos permiten pasar de conocimientos concretos e individuales a leyes generales abstractas procedentes de un número de hechos determinados, que siempre puede resultar insuficiente. Esta es quizá la mayor ayuda que nos puede dar la estadística para comprender y comprobar aquellos enunciados que trabajamos, basados en la fuerza de la regularidad, como veremos más adelante.

Por su parte, los razonamientos inductivos podrían someterse al criterio de constatación hipotético deductiva aplicado al análisis de campo criminalístico. Nos referimos a llevar las ideas, observaciones, registros, interpretaciones de la causa estudiada a un laboratorio y tratar de comprobarlas.

Los razonamientos inductivos pueden someterse a un proceso de comprobación hipotético-deductiva en el campo criminalístico, llevando las ideas al laboratorio para su validación.

2.2.2 Deducción

Nuestro objetivo en este manual es establecer estructuras generales que permitan abordar investigaciones particulares, como las presentes en la investigación policial. Anteriormente presentamos el concepto inductivo y su aplicación al escenario de los hechos, pues, el deductivo nos lleva a otro terreno.

Si la inducción es una herramienta fundamental que todo personal abocado a la investigación debe conocer, la deducción es su complemento necesario, entendiendo que entre las dos forman un conjunto inquebrantable.

El método hipotético-deductivo describe un fenómeno desde la percepción de las ciencias y su consiguiente camino hacia la verificación empírica. Se trata de uno de los principales instrumentos y de los más utilizados por profesionales en investigación, en peritaje, por personas expertas y por detectives. Quienes lo apliquen deben generar una hipótesis sobre una situación cercana a la realidad analizada, a la que llamaremos *planteamiento del problema* o *idea central del problema*, y explicar la enunciación de una serie de premisas de las que se derivarán posibles conclusiones.

Al verificar cualquiera de las afirmaciones obtenidas durante el estudio de un fenómeno dinámico, como los que hemos detallado previamente, el método

hipotético-deductivo formula hipótesis y de ellas deduce resultados observacionales que se contrastan empíricamente. Es ahí donde este método centra sus bases y se diferencia de la inducción.

Las afirmaciones son universales, como en el ejemplo de todas las frutillas son rojas. Mientras que con la inducción se llega a estas afirmaciones por medio de una serie de premisas; con la deducción y las hipótesis que planteamos, desarrollamos una conclusión basada en el plano de la experiencia.

Utilizar cualquiera de estas formas de acercamiento al problema no necesariamente invalida a la otra. Quien decida investigar debe saber cuándo utilizar la inducción o la deducción o cómo combinarlas. La inducción y la deducción llevan a confirmar o refutar las premisas o los enunciados, y su relación inmediata con otros (Tafoya, 2010).

Popper en su obra *La lógica de la investigación científica* (1980) establece diversos criterios para constatar una teoría, como símbolo de culminación sobre un determinado conocimiento. Sostiene que la verificación de las conclusiones por medio de la aplicación empírica, demuestra que es central reconocer el papel que la ciencia posee y ocupa en una investigación determinada. Para nuestro particular campo, el análisis de la escena del crimen necesita de una estructura organizada que considere los fenómenos que dentro de ella se hayan desarrollado. Esta es una de las razones por las que es necesario adecuar el estudio del lugar del hecho al marco general del conocimiento científico.

Ejemplos de aplicación deductiva en el análisis de una escena o un hecho delictivo.

EJEMPLO 1:

Toda gota de sangre que caiga desde un ángulo de 90 grados tendrá forma circular y, a medida que la distancia aumente, la gota se deformará no en su estructura general sino en su perímetro, es decir, se verá más grande. Esto se denomina *goteo estático*. Si en nuestra escena del hecho encontramos gotas que son circulares, más allá de su tamaño, podemos deducir que se han producido por goteo.

EJEMPLO 2:

Llegamos a una escena en donde el cadáver posee diferentes lesiones producto del uso de un arma blanca, constatamos que dicha arma lesionó vasos arteriales y venosos. No obstante, alrededor del cuerpo no se observa sangre. Debido a que sabemos que esto provocaría una gran proyección de sangre y depósito debajo del cadáver, podemos deducir que el asesino debió limpiar la escena donde cometió el homicidio.

EJEMPLO 3:

La atomización de sangre siempre se encuentra en la posición y dirección que sigue la trayectoria del proyectil que la provocó. Entonces, al ingresar a la escena del hecho y encontrar pequeñas partículas de sangre diseminadas en forma radial o concentradas en una determinada área, podemos deducir que por la aplicación de una determinada fuerza proveniente de un proyectil, se formó un spray de sangre en la dirección demarcada por su trayectoria.

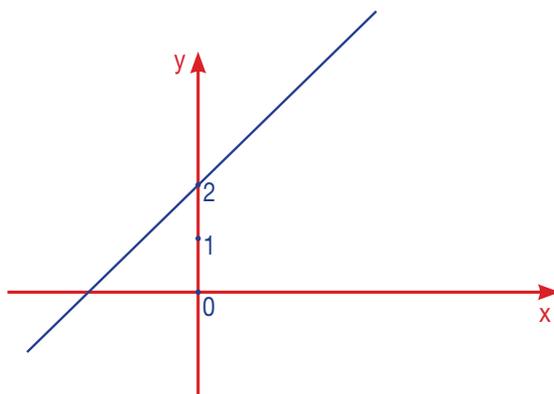
2.2.3 Variables o factores

En nuestros primeros cursos de matemática cuando nos explicaban funciones, comenzaban con la más simple de ellas, la función lineal:

$$f(x)=y: x+2$$

De aquí podíamos obtener, entre otras cosas, el término constante y los valores de 'y' (ordenadas) y 'x' (abscisas) en ejes cartesianos.

Una de las formas más simples de comprender la definición de función es que para cada valor de 'y' solo puede haber un valor correspondiente de 'x'. Cualquier otro valor en estos ejes que no cumpla con esta regla no se considera una función. Entonces, podemos proporcionar una primera explicación precisa del contexto de las variables dependientes e independientes: las variables dependientes son una función de las variables independientes, es decir, los valores de 'y' o 'f(x)' dependerán de los valores que tome 'x'.



Los valores de y van a depender de los valores que tome x, y no al revés.

Figura 8. Gráfica de la función lineal $f(x)=y: x+2$

Pues bien, el análisis de campo en el ámbito científico posee una gran cantidad de variables en las que una dependerá de otra, es decir se presentarán variables dependientes e independientes constantemente.

Las independientes son aquellas que no podrán ser manejadas o las que pueden cambiar el rumbo de la investigación, sobre todo a la hora de recolectar las evidencias. En cambio las dependientes son plena responsabilidad de las personas que investigan.

Las primeras podrían ser las condiciones climáticas, la temperatura, el tiempo transcurrido, el viento o el comportamiento de una persona testigo hábil, por ejemplo si este vomita o llora ante un determinado hecho, o cualquier otra acción que pueda alterarla. En cambio una variable dependiente podría ser el manejo de las herramientas tecnológicas de recolección e interpretación que pueden ser usadas en una escena del crimen.

Distinguir o no una variable estará íntimamente ligado al marco teórico o de referencia que la persona investigadora maneje, lo cual también genera niveles de complejidad en las variables a analizar.

Es importante que el personal pericial conozca esa perspectiva, ya que incidirá en el reconocimiento de las situaciones que pueden atravesar. Las variables que no se controlan pueden hacer cambiar el curso de la investigación o incluso estropear lo realizado hasta el momento. Es necesario saber cómo responder ante un determinado fenómeno y estar en capacidad teórica y práctica de afrontarlo.

Entonces, sostenemos que es vital conocer y enumerar los factores que pueden intervenir o estar presentes en una determinada inspección ocular o trabajo de campo, y dado que estos pueden influir en los fenómenos que deseamos analizar, un modo de abordarlas es de forma cualitativa o cuantitativa.

En las ciencias en general, y en la criminalística en particular, las variables son propiedades de los materiales, rastros o evidencias que difieren de manera verificable, como puede ser, el tamaño, la cantidad, el color, su estado de agregación, entre decenas de otras.

Las variables cuantitativas son aquellas que expresaremos por medio de números, que a su vez se dividen en continuas y discontinuas. Ejemplos de variables continuas pueden ser la distancia entre dos manchas de sangre, el peso de un envoltorio de cocaína; mientras que las discontinuas expresan solo números fijos como cantidades, por ejemplo, el número total de una población a muestrear o el número de arterias importantes que pueden ser lesionadas en el cuello de una persona.

Cualquier variable puede modificar el resultado de la investigación, por lo que nunca debemos dejar de lado ninguna, aunque parezcan sin sentido, y por el contrario debemos tenerlas presentes, diferenciarlas, estudiarlas y reconocerlas. Estas son necesarias para el campo científico de la criminalística y más aún de las investigaciones de campo.

El ejemplo presentado en el estudio de caso nos permite comprender verdaderamente la relevancia de una variable para una causa forense.

Es necesario alcanzar un conocimiento amplio del tema a investigar (antecedentes, aspectos principales, materiales de trabajo, protocolos de análisis, enfoques más usuales) y de esta manera aislar las variables más importantes que intervendrán en toda la operatoria de la investigación.

Recordemos que, en muchos casos, nuestro trabajo afecta la vida, los bienes y la libertad de las personas, por lo que implica una gran responsabilidad.

Para culminar con el tema, presentamos los argumentos de José Pérez (2007) en relación al término variable y su conjunción con el método científico:

Se denomina variable a todo aquello que tiene características propias –que la distingue de lo demás que es susceptible de cambio o modificación y la podemos estudiar, controlar o medir en una investigación. Cuando nos referimos a las ciencias naturales estamos expresando cambios en una o más características de un objeto real que forma parte de la naturaleza; o al objeto íntegro si todo él es considerado una variable. Esta definición da origen a su clasificación desde un punto de vista matemático-estadístico: las variables cualitativas y cuantitativas discretas o continuas que permiten, según los casos, aplicar las pruebas estadísticas correspondientes (171).

Esta definición no solo describe las características que hasta acá hemos precisado, sino que introduce la importancia de la estadística y los datos que se extraigan al estudiar las diversas y anómalas investigaciones criminales que puedan presentarse. Aplicar correctamente la nómina de antecedentes y datos es otro de los puntos cruciales que surgen del estudio de variables.

2.2.4 Hipótesis

Para salir del espiral en el cual se pueden llevar a cabo recolecciones sin sentido, es necesario realizar supuestos que se puedan demostrar, generando preguntas sobre los posibles eventos en función del contexto que se está analizando.

Resulta esencial distanciarnos de las ideas preformadas sin antes analizar el contexto en su totalidad. En otras palabras, las hipótesis o conjeturas que planteamos no son otra cosa que afirmaciones propuestas, sin la certeza de que sean verdaderas, pero que consideramos provisoriamente como viables.

Una hipótesis científica es una proposición aceptable que ha sido formulada a través de la recolección de información y datos, aunque no esté confirmada. Sirve para responder de forma alternativa a un problema con base científica. Los pasos para llegar a esta son: reunir información, compararla, dar posibles explicaciones, escoger la explicación más probable y finalmente formular una o varias hipótesis.

Existen diversos tipos, que se relacionan con la complejidad del estudio. Sin embargo, en este texto nos enfocaremos en el concepto general de *hipótesis fundamentales o primordiales*⁴.

No existe un método o procedimiento ideal para plantear una buena hipótesis, pero sí es posible una aproximación a partir de la interpretación de los indicios recogidos que, junto a la inducción planteada, el ingenio, la imaginación, el cambio de roles y la intuición, pueden darnos un conjunto de conjeturas determinadas.

Para comenzar a plantearlas, debemos realizar preguntas de trabajo sobre lo observado para definir qué es aquello que queremos averiguar. Por ejemplo, al encontrar un cuerpo en una posición determinada, nos preguntamos si este ha sido movido del lugar en el que estaba ubicado. A partir de esa pregunta, establecemos hipótesis acerca de su remoción del lugar donde se situaba originalmente.

Otro ejemplo ilustrativo sería el siguiente: al encontrar un contaminante en un curso de agua, planteamos la hipótesis de que sus niveles exceden los límites legales establecidos. En este caso, la tarea principal consiste en determinar los niveles de la sustancia. De manera análoga, al identificar una sustancia específica en un entorno determinado, surge la pregunta de si dicha sustancia

4. Para obtener más información sobre los diversos tipos de hipótesis, sugerimos consultar el Capítulo 6, *Formulación de Hipótesis* del libro Sampieri, R. (2007). *Metodología de la Investigación*. Editorial Panamericana. Colombia.

está incluida en la lista de estupefacientes y psicotrópicos prohibidos por la legislación vigente. En este contexto, lo que se analizará en primera instancia es de qué sustancia se trata.

Las hipótesis suelen transformarse en objetos de pericia, es decir, son el medio que nos permite generar mecanismos para resolver los interrogantes a los que los magistrados o magistradas exponen al personal pericial o de investigación al efectuar sus análisis de rigor. Todo esto con el fin de probar o establecer una relación o exactitud entre víctima, victimario, materiales y herramientas presentes, en una escena o lugar de estudio establecido.

La tarea final del personal científico forense consiste en poner a prueba dicha conjetura mediante la constatación experimental, un requisito fundamental e ineludible en toda ciencia. La labor para conseguirla puede no ser fácil y dependerá de diversos factores como la complejidad y el tipo de pregunta, tales como quién, con qué, cuándo, dónde, con qué arma, con qué fuerza, entre otras.

También se verá influenciada por la presencia o ausencia de hipótesis derivadas, del marco teórico, la especificidad de las preguntas que se efectúen, la tecnología instalada en el laboratorio, y hasta de las herramientas que se posean a la hora de analizar los tipos de escena del crimen existentes. En definitiva, en este punto es clara la importancia de la persona que investiga, ya que el margen de error es variable y depende, en gran medida, de la pericia, compromiso, formación y los medios disponibles que tenga la persona responsable para llevarlo a cabo.

Algo tenemos claro, y es que la diagramación y organización de la experiencia investigativa es la que nos suministra la certeza de aquello que buscamos desentrañar en las investigaciones criminales.

La aprobación de una hipótesis puede ser puesta en duda siempre, solo es necesario que exista otra que contrarreste a la anterior. Esta es una de las características centrales de la ciencia, la *falibilidad*, es decir, la posibilidad de que la hipótesis sea equivocada y que mediante el trabajo de la comunidad científica se puedan superar los planteos erróneos, como en un juego de roles en el que gana aquella propuesta que más se adapte a la experiencia planteada, las evidencias y que posea una mayor capacidad explicativa⁵.

5. Por último y en relación a los temas hasta acá detallados, queremos aconsejar la lectura de Luzzza Rodríguez, P. G., & Kimsa, C. B. (En prensa). *Metodología de la Investigación: aportes para la criminalística*. Buenos Aires: Editorial IUPFA.

2.3 Presentaciones escritas más comunes de una investigación

Las investigaciones pueden darse o describirse en diversos formatos, desde los más complejos como las teorías, las tesis de doctorado o de maestría hasta informes gubernamentales, entre otros. Dentro de las formas más comunes, pero no por ello menos importantes que las enunciadas anteriormente, se encuentran las publicaciones científicas (*paper* o artículo), los informes de laboratorio y los informes periciales.

Todos ellos presentan una estructura organizada y secuenciada, compartiendo elementos idénticos o parecidos, como las introducciones, los materiales de trabajo, la metodología, los análisis realizados y las conclusiones. Las diferencias radican en su propósito y uso, por ejemplo, las publicaciones científicas tienen un sentido divulgativo de nuevos conocimientos, análisis bibliográfico, planteos históricos, mecanismos de acción, fundamentos de un sistema, propuestas a soluciones planteadas, estudio de información, entre un sinfín de temas a describir. Sus variaciones pueden no ser sustanciales con respecto a los informes de laboratorio, aunque sí lo son con respecto a los informes periciales, debido a que estos últimos se emplean con fines legales y explicativos, en situaciones donde una causa penal o civil está en disputa. En el próximo apartado, detallaremos las estructuras de estos formatos, lo que nos permitirá la observación de sus similitudes y diferencias.

Nos gustaría dejar claro, en concordancia con Eugenia Perona (2005), que no existe una guía taxativa de escritura para un artículo científico, como sí la hay en la escritura de ensayos, donde es importante distinguir claramente sus diferentes secciones. Sin embargo, es cierto que en muchos casos la habilidad para escribir artículos científicos se adquiere a través de la experiencia y el ensayo y error. El personal más joven suele aprender de aquel con mayor experiencia hasta llegar a comprender la esencia de dominar la redacción de artículos científicos, a su vez nos enmarcamos en las recomendaciones y herramientas propuestas por Gustavo Slafer (2009) en su publicación titulada, *¿Cómo escribir un artículo científico?*

Por su parte, para la producción de un informe pericial, debemos tener siempre en mente que el destinatario final de la información será miembro del sistema judicial, con todas las implicaciones que esto conlleva. Por tanto, recomendamos redactar de manera breve y concisa, evitando ambigüedades y descripciones excesivamente complicadas. El informe debe centrarse en responder al objeto de pericia, y debe ampliarse o extenderse solo si es necesario y previa autorización o notificación a la autoridad judicial que esté a cargo del caso. Además, el uso de anexos o protocolos de trabajo, especialmente en pericias extensas, contribuye a mantener un orden en la lectura del informe.

El equipo de peritaje suele participar en la formulación de los objetos de pericia, especialmente cuando actuamos como guías o cuando esta se basa en el asesoramiento que brindamos a la autoridad judicial. Siempre recomendamos que la pregunta esté orientada de manera adecuada, de modo que sea relevante para el caso.

A lo largo de los años, de generación en generación, hemos aprendido que las conclusiones de un informe pericial deben ir en mayúsculas. Sin embargo, esta no es una regla clara y concisa, por lo que su uso no es obligatorio. Otra idea que nos han inculcado es que las conclusiones no pueden expresarse en términos potenciales o generar dudas; sin embargo, esto es un error considerable, ya que nos comprometemos a presentar y redactar nuestras conclusiones hasta donde las capacidades del método, la tecnología y otras herramientas nos permitan ofrecer respuestas precisas.

En la tabla siguiente podemos encontrar las similitudes y diferencias entre los diversos formatos que podemos emplear para presentar los resultados de un análisis investigativo, así como el modo en el que se estructuran sus divisiones internas. Es importante que estos escritos se adhieran rigurosamente a los principios de la metodología científica.

La estructura del informe pericial, presentado en primera instancia, se originó aproximadamente en la década del noventa. No obstante, desde entonces ha sido objeto de renovaciones, reflejadas en el modelo actualmente considerado como el más recomendado. En este sentido, se ha adaptado el formato tradicional del informe pericial para adecuarlo a los avances actuales en las ciencias forenses. Hoy en día, uno de los cambios más notables es la inclusión de una introducción al tema en estudio, que proporciona a las personas magistradas una visión general del caso en cuestión.

Así mismo, resulta fundamental agregar la bibliografía utilizada y otros datos relevantes, como la pertenencia de un determinado laboratorio a ciertas normas, por ejemplo, o que el mismo efectúe trabajos comparativos interlaboratorios en contextos nacionales e internacionales. Esto, sin olvidar que existen también investigaciones de una complejidad mucho mayor que superan los detalles descriptos previamente.

Estos elementos no son estáticos, sino todo lo contrario, su forma y contenido pueden ser objeto de debate en términos de actualización y descripción. Las instancias presentadas en este texto son solo a modo de ejemplos ilustrativos, y han sido diagramadas en función de la estructura de Informe de laboratorio que presenta Rubén Siri (2006).

Artículo o publicación	Informe de laboratorio	Informe pericial Formato antiguo y en desuso
Portada Palabras claves Resumen Introducción/Presentación Métodos y materiales utilizados Procedimientos experimentales	Portada Objetivos Marco teórico Datos y observaciones Gráficos Cálculos y resultados Conclusión y discusión Respuestas a las preguntas	Preámbulo: presentación del personal pericial e información de la causa Objeto de la pericia Material de la pericia o elementos ofrecidos Observaciones y análisis efectuados u operaciones realizadas Conclusiones
Resultados Discusión de los resultados Conclusiones y recomendaciones Referencias bibliográficas Apéndices	Bibliografía	Informe pericial (Formato moderno y aconsejado) Preámbulo: presentación del personal pericial e información de la causa Objeto de la pericia Material de la pericia Introducción Observaciones y análisis efectuados Conclusiones Nota. Remisión del material Datos adicionales Bibliografía Anexos

Tabla 1. *Formatos de resultados de investigación.*

Por último, retomando las comunicaciones de carácter científico, nos gustaría ampliar los géneros científicos y sus características según el cuadro propuesto por Estela Inés Moyano en *Comunicar ciencia: el artículo científico y las presentaciones a congresos*. Aunque fue elaborado en el año 2000, consideramos que sigue estando vigente. En este cuadro, se pueden distinguir la finalidad, el público destinatario, los géneros, el contenido y la circulación de las comunicaciones científicas.

Finalidad	Destinatarios	Géneros	Contenido	Circulación
Informar	Comunidad científica	Mural	<ul style="list-style-type: none"> Resultados de un trabajo de investigación 	Exposición GRÁFICA Discusión ORAL
		Artículo científico		
		Comunicación preliminar		
		Comunicación		
Informar y acreditar méritos	Docentes de grado y postgrado universitario	Abstract	<ul style="list-style-type: none"> Resumen de un texto científico 	
		Tesis	<ul style="list-style-type: none"> Resultados de un trabajo de investigación 	
	Monografía	<ul style="list-style-type: none"> Investigación documental 		
	Funcionarios	Informe científico	<ul style="list-style-type: none"> Estado de avance de una investigación Descripción de un problema Propuestas de solución a un problema 	
Informar Evaluar Sentar posición	Comunidad científica	Revisión bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> Estados de cuestión Sugerencias de líneas de investigación 	Exposición ORAL ESCRITA para publicar
		Ensayo	<ul style="list-style-type: none"> Presentación de teorías Discusión teórica de un problema 	
		Ponencia	<ul style="list-style-type: none"> Formulaciones teóricas Experiencias o estudios de casos Nueva técnica o método 	
		Conferencia	<ul style="list-style-type: none"> Novedades y últimas especulaciones Sugerencias para investigaciones futuras 	
Confrontar		Debate	<ul style="list-style-type: none"> Aportes a la solución de un problema Posiciones frente a un tema o problema 	ORAL

Tabla 2. Clasificación de géneros científicos.

2.3.1 Informes periciales y trabajo del perito forense: algunos datos legales

Tal como hemos nombrado a lo largo de esta sección, es fundamental tener en cuenta que los informes periciales son leídos por autoridades legales, que incluyen jueces, fiscales y las secretarías de diversos estamentos judiciales. Por lo tanto, consideramos importante conocer conceptos básicos sobre las pericias forenses y sus informes. En función de eso, hemos realizado una entrevista llevada con una jueza de instrucción nacional en ejercicio para obtener su perspectiva, sus opiniones personales y sus experiencias relacionadas con los informes periciales. A continuación, presentamos un resumen de las definiciones destacadas por la misma (Gómez Maiorano, 2023):

- Perito

Es una persona experta en una materia específica, que debe estar calificada, técnicamente capacitada y dominar el campo en el que desarrolla su labor. Su opinión y dictamen fundado se requiere para el proceso judicial. Muchas veces sus estudios, comprueban hechos o los esclarecen.

El perito judicial requiere conocimientos especiales en una actividad, técnica o arte en la que el juez o jueza no tenga experiencia previa, y no debe haber participado en los hechos en cuestión. Además, debe contar con un título oficial habilitante. No pueden ser peritos aquellas personas que han sido citadas a testificar, las que puedan abstenerse de declarar, aquellas eliminadas de los registros, condenadas o inhabilitadas.

La autoridad judicial designa la cantidad de peritos que considere necesarios, a partir de la lista oficial; de no haber disponibilidad, podrá designar a personal de la administración pública. Se notificará a las partes sobre el inicio de la actividad pericial y las conclusiones, bajo pena de nulidad. La persona designada como perito deberá aceptar el cargo y desempeñarlo de manera competente y fiel, salvo algún impedimento, en cuyo caso contrario, deberá informar al juez o jueza. La falta de presentación a la pericia incurre en responsabilidades similares a las de quienes testifican.

Es fundamental que todas las pericias sean realizadas por profesionales especialistas de acuerdo con las normas procesales.

- Persona entendida

Se trata de personas admitidas en situaciones excepcionales dentro de los procesos judiciales, lo cual ocurre en aquellos casos donde no se exige un título profesional específico para la materia en cuestión. No desempeñan las funciones propias de las y los peritos.

- Autoridad judicial

No posee conocimiento directo de los hechos sino que depende de los medios de prueba para su esclarecimiento, por lo que su función principal consiste en verificar la veracidad de estos. Los conocimientos técnicos o científicos son aportados a un proceso mediante las pericias que dirige, estableciendo plazos y teniendo la opción de asistir a las mismas. Posteriormente, evaluará los resultados de las pericias encomendadas utilizando la sana crítica.

Tanto el juez o jueza como el equipo de peritos deberán esforzarse por preservar las cosas u objetos relevantes; en caso de su destrucción o algún incidente con los mismos, deben dar el correspondiente aviso.

- Pericia

Aplicación de los conocimientos de una persona experta a un caso en particular. Se refiere a la evaluación imparcial de un individuo que no está involucrado directamente en el proceso legal, sino que es reconocido por su experiencia y conocimientos en un campo específico y que ofrece una opinión fundamentada, aporta información relevante y proporciona pruebas científicas.

Esta debe ser imparcial, científica, independiente y objetiva. Es esencial entenderla como la manifestación de la labor del perito, y se puede considerar como su versión judicial, en la cual responde a un cuestionario y ofrece una opinión respaldada por evidencia. Este informe puede incluir anexos, aclaraciones y referencias bibliográficas.

- Proceso penal

La pericia puede ser solicitada por la autoridad encargada de la instrucción, ya sea el juez, jueza o fiscal. Sin embargo, es importante tener en cuenta

que el fiscal no podrá ordenar pericias en casos donde las acciones que se efectúen sobre ella sean irreproducibles y definitivas⁶.

- Cadena de custodia

Se trata de un documento escrito que registra las incidencias o recolección de pruebas en una escena del crimen o análisis de mesada, con el propósito de que sirva como medio de prueba ante los tribunales en la resolución de un hecho punible. La cadena de custodia tiene como objetivo garantizar la autenticidad de los datos, estableciendo métodos de seguridad y preservación de la evidencia física recolectada. Este proceso sigue una serie de pasos y normativas que permiten recrear los eventos relacionados con el delito de manera precisa.

La finalidad primordial de la misma es funcionar como prueba, por lo tanto, este procedimiento debe ser ejecutado de manera obligatoria por las autoridades competentes en la investigación y no por individuos no autorizados. Por medio de ella, se establecen criterios que son fundamentales para prevenir la destrucción, contaminación o suplantación de pruebas, ya que únicamente las autoridades competentes tienen la responsabilidad de llevar a cabo este proceso.

Es importante llevar a cabo una cadena de custodia adecuada, ya que la falta de cumplimiento de este procedimiento puede llevar a la anulación de todas las actuaciones realizadas.

2.3.2 Ideas sobre la investigación policial forense

Los informes periciales, tal como veíamos en el apartado anterior, no solo son leídos e interpretados por las autoridades legales, sino que también son analizados en ocasiones por el personal policial involucrado en investigaciones criminales.

Justamente aquí puede darse una paradoja muy particular, ¿dónde se encuentran los límites de la investigación criminal?, ¿existen límites o están interceptados como en la teoría de conjuntos, donde existe un área de coincidencia en lugar de una línea divisoria? Pues bien, en los párrafos siguientes expondremos nuestro punto de vista sobre las actividades llevadas a cabo por el personal policial que participa en una investigación forense.

6. Recomendamos la lectura de los artículos 253 al 262 del Código Procesal Penal de la Nación Argentina, donde se establecen definiciones y disposiciones formales respecto a los informes detallados.



Figura 9.

Cuando evocamos la figura arquetípica de un detective, inevitablemente nuestra mente se dirige hacia Sherlock Holmes. A pesar de que sus historias son ficticias, la meticulosidad de su enfoque y trabajo sistematizado refleja aspectos contemporáneos de la metodología científica. En este contexto, nos gustaría compartir nuestra modesta perspectiva sobre los fundamentos esenciales que una investigación policial forense debe abrazar. Para ello, nos planteamos las siguientes interrogantes:

¿Debería todo proceso de investigación policial incorporar componentes forenses o estos elementos son exclusivos de la labor policial?

En este sentido, consideramos que la investigación policial se nutre de diversas variables que inciden en su estructura, y cuando esa información se recopila, se organiza y se sistematiza de manera adecuada, la investigación avanza. Además, cuando esta información incluye elementos periciales, sin importar cuáles sean, la investigación policial no puede ignorar los principios y definiciones que hemos presentado previamente como fundamentos de su base científica.

Es importante señalar que dentro del ámbito de la investigación policial, existen áreas que no necesariamente se ajustan a los parámetros que estamos presentando aquí, como la inteligencia criminal. Estas se encuentran estrechamente

relacionadas con la investigación criminal en su sentido más amplio, si es que podemos definirla con precisión. No obstante, es relevante destacar que este texto va más allá de esa discusión, la cual probablemente será abordada en profundidad en publicaciones de naturaleza diferente.

Dentro de las áreas o disciplinas que enriquecen una investigación policial de campo y que no están directamente relacionadas con el conocimiento pericial, podemos mencionar: el análisis del delito, los métodos para su prevención, la estadística criminal, la inteligencia criminal y otros temas que son gestionados exclusivamente por la función policial o la policía judicial en una jurisdicción determinada.

En la figura siguiente, presentamos una estructura dividida en tres ejes para ilustrar un ejemplo de investigación policial forense de un determinado delito:

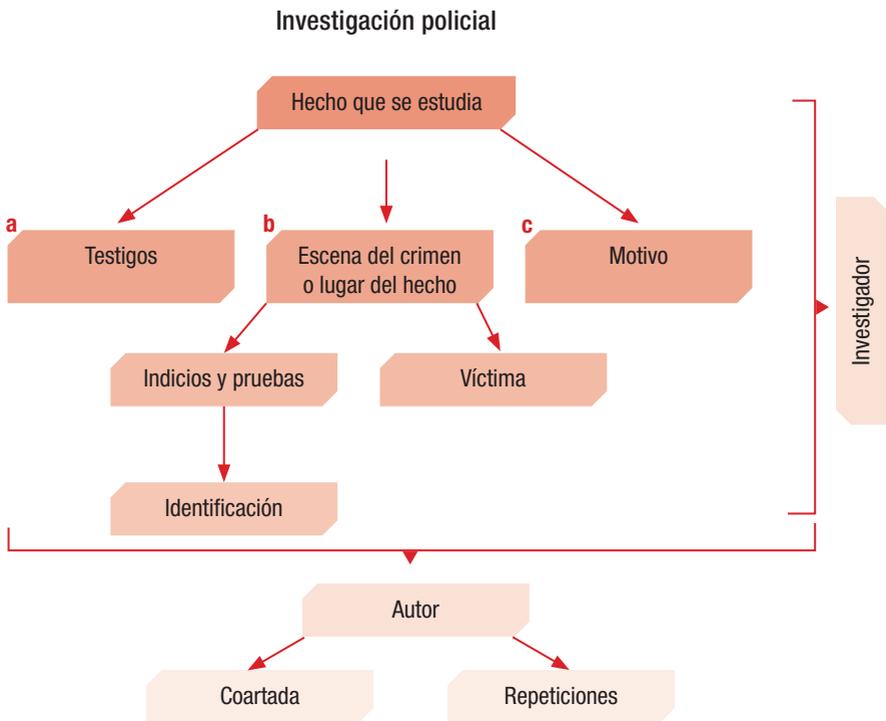


Figura 10. a. Testigos y evidencias, b. Escena del crimen y lugar del hecho y c. Motivo (móvil).

Estas tres columnas confluyen en autores del hecho, su coartada y cualquier repetición que pueda surgir, como en el caso de homicidas seriales. Además, en estas se distinguen varios segmentos que tienen su propia dinámica y que debe conocer quien investiga, incluyendo las características y las variables que pueden encontrarse.

Se subraya que quien realiza una investigación aprovecha plenamente su capacidad intelectual, experiencia, marco teórico, aplicación de leyes y especialización, con el objetivo de lograr la detención de las personas responsables en los casos que aborde.

A partir de cierto grado de especificidad, estaremos en presencia de los denominados *delitos complejos*, los cuales están contemplados en la Ley 27319, que incumbe a la *Investigación, Prevención y Lucha contra los delitos complejos: Herramientas. Facultades*.

Comprendemos que para su abordaje se requerirá la actuación de especialistas en circunstancias que muchas veces se entrecruzan con sus características o *modus operandis*, como lo son: el terrorismo, el crimen organizado, el lavado de activos, los delitos contables, las falsificaciones de obras de arte, el tráfico de armas, de drogas y de animales, entre otros.

Estos aspectos tienden a dificultar el planteamiento del problema, las variables involucradas, el tiempo requerido para la búsqueda de datos o evidencia, la aplicación previa de la inteligencia criminal, la obtención de testimonios, la evaluación de escuchas telefónicas, el análisis de todos los indicios disponibles, ya sean químicos, biológicos, físicos o digitales, y, sobre todo, la necesidad de enfoques interdisciplinarios y multidisciplinarios para alcanzar la verdad deseada. Como indica Lago Montejo:

La investigación criminal es un conjunto de saberes interdisciplinarios y acciones sistemáticas integrados para llegar al conocimiento de una verdad relacionada con el fenómeno delictivo y comprende el manejo de estrategias que contextualizan el papel de la víctima, del delincuente y del delito como tal. El estudio de las técnicas orientadas a contrarrestar, controlar y prevenir la acción delictiva. El dominio de la investigación como proceso metodológico que se basa en los principios y teorías de las respectivas ciencias, en los procedimientos jurídicos y la reconstrucción del hecho mediante las circunstancias de tiempo, modo y/o lugar para sustentar, en forma técnico-científica,

los resultados conducentes al esclarecimiento de un presunto delito y a la identificación de sus autores. El empleo de los principios y teorías de las ciencias y sus correspondientes disciplinas que apoyan la acción investigativa. La aplicación de los procedimientos jurídicos. La reconstrucción del hecho para visualizar el todo de lo sucedido. (Lago Montejo, 2018: 13)

La mayoría de las articulaciones institucionales del país cuentan con dos componentes principales: la policía de investigaciones y la policía científica. Usualmente sus funciones se desarrollan de manera aislada, sin una colaboración efectiva entre ellas, lo que puede llevar a cometer errores, retrasos, gastos de insumos, equipamiento y, sobre todo, a que cada uno de los participantes de la investigación trabaje sin conocimiento de las actividades del otro. Recomendamos que ambas partes enriquezcan sus conocimientos y habilidades a través del trabajo conjunto. La cooperación entre la investigación policial y la investigación policial científica forense es esencial para lograr resultados más precisos.



Figura 11.

Es pertinente considerar un equilibrio en la comunicación entre ambas partes con el fin de avanzar y fortalecer la investigación forense desde todas las aristas posibles.

Tanto detectives competentes como personal científico pueden aprender de docentes apropiados y emular su perspectiva. Para lograrlo, es esencial que desarrolle una cultura reflexiva que fomente la revisión de sus prácticas. Esto implica comprender el significado de sus acciones y ser conscientes de las implicaciones que conlleva cada una de sus decisiones (Weissman, 1997, 44).

Resulta pertinente cerrar este tema incorporando las observaciones de un investigador policial acerca de su trabajo y su interacción con la investigación pericial (Fernández Toucido, 2023). Estas brindan una perspectiva actualizada sobre el tema aquí planteado.

En este sentido, los comentarios del investigador revelan aspectos cruciales sobre la dinámica de trabajo en la División Homicidios de la Policía Federal Argentina. En concordancia, dicha división utiliza una estructura específica para llevar a cabo investigaciones de muertes violentas. Este proceso implica los siguientes pasos: inspección ocular, identificación de la víctima, individuación de posibles personas que testifiquen presencialmente, recepción de declaraciones testimoniales, establecimiento de los medios de comunicación utilizados por la víctima, identificación de cámaras de video cercanas, análisis de material secuestrado, seguimiento de los elementos recolectados por la Policía Científica, nueva inspección del lugar, intervenciones telefónicas, allanamientos, detenciones y, finalmente, el juicio oral.

Una gran cantidad de estos mecanismos son proporcionados por las ciencias naturales aplicadas, comenzando con el análisis de evidencias en el lugar del hecho por parte de peritos especializados. Esto incluye la recolección de huellas dactilares, rastros de fluidos biológicos, cabellos, así como la toma de muestras de elementos encontrados en la escena del crimen. Estas muestras se analizan en los laboratorios químicos o especializados correspondientes. Además, se realiza un examen médico forense del cuerpo en la morgue judicial, que incluye estudios de anatomía patológica para determinar la causa de la muerte.

La colaboración y comunicación estrecha entre el personal de investigación policial y peritos forenses resulta esencial, ya que el primero debe proporcionar detalles cruciales sobre el caso para orientar el esfuerzo de especialistas, y estos deben informar sobre los resultados de sus análisis para ayudar en la resolución del caso. La colaboración se materializa cuando los peritos obtienen resultados que permiten la identificación de un autor o autora, lo que lleva a la detención por parte del equipo de investigación. También se da cuando surgen nuevos hallazgos durante la investigación, como la recuperación de un vehículo no peritado o un arma incautada en un allanamiento, lo que requiere nuevas pericias.

En cuanto a la figura presentada con tres ejes de análisis diferentes, a saber: testigos o evidencias, escena del crimen o lugar del hecho, y motivo o móvil, es fundamental que ambos equipos de investigación se enfoquen en los tres aspectos por igual. Aunque comúnmente se piensa que la labor del perito termina en la escena del crimen, esto no es correcto. Por ejemplo, en una autopsia psicológica, estos pueden entrevistar a quienes testifican y a familiares, y utilizar evidencias para comprender el posible motivo del hecho, lo cual es de suma importancia para quien investiga.

La colaboración y el enfoque integral en estos ejes son esenciales para esclarecer un caso.

Por todo lo expuesto, ambos tipos de investigadores deben trabajar de la mano. El policial, sobre todo, no puede estar ajeno a las tendencias actuales, sean estas metodológicas, policiales o científicas. El *policía investigador* está en las antípodas de la figura clásica del detective de antaño, representado por la icónica figura oscura, gris y solitaria, que trabaja según el olfato policial o busca información no acorde a las exigencias del sistema procesal vigente. Esta posición, de acuerdo a lo expuesto hasta aquí, conduce invariablemente a resultados poco certeros debido a la falta de sistematización y al desconocimiento de la ciencia forense a la cual acude.

Como corolario, reafirmamos lo planteado por Fernández Toucido, en relación a la necesidad de anticipar los cambios necesarios en el personal policial destinado a labores de investigación, propiciando un cambio de paradigma en cuanto a los conceptos históricamente establecidos que se basan únicamente en experiencias y prácticas subjetivas y arcaicas, tan difíciles de erradicar por el uso y la costumbre.

Esta tendencia se orienta hacia una nueva visión del detective designado a una pesquisa, cuyo perfil pondrá el acento en liderar un equipo de profesionales en constante capacitación, adoptando los nuevos métodos y técnicas forense o científicas emergentes. Dicha instrucción abarcará tanto el ámbito intelectual como la aplicación de campo, en la que el total de integrantes, en su conjunto de voluntades y valores, arriben a un objetivo en común.

La figura moderna de detective debe ser multidisciplinaria, interdisciplinaria, versátil y colaborativa. No se trata de una única persona, sino de un grupo de individuos que colaboran en pos de un objetivo común.

3.

La ciencia criminalística

El contenido de este capítulo fue enriquecido por la valiosa contribución histórica brindada por el licenciado Emanuel Chironi⁷ y su perspectiva sobre los principios de la criminalística.

3.1 Un poco de historia y evolución contemporánea

¿Podemos decir quién es el padre de la biología o de la química o de la física moderna?

Seguramente sí, Charles Darwin, Antoine Lavoisier y Galileo Galilei, respectivamente.

¿Y qué hay de la criminalística como ciencia?, ¿tiene un padre?

La respuesta también es afirmativa y se trata del célebre austriaco Hanss Gross, quien se transformó en su creador cuando realizó un compendio de los conocimientos en la materia, hasta entonces dispersos, en el Manual del *Juez de Instrucción* del año 1893. Este compendio no solo reunió saberes, sino que marcó un hito en la evolución de la investigación criminal.

7. Licenciado en Criminalística con Medalla de Plata del IUPFA y licenciado en Ciencias Físicas de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Actualmente, se encuentra realizando un doctorado en Ciencias Físicas en la UBA, enfocado en el análisis óptico de muestras de interés criminalístico.

Para entonces los jueces hacían las veces de expertos criminalísticos, así como hoy en día lo son los peritos. Acompañados de la policía, en ocasiones debían acudir a las escenas del crimen para observar lo sucedido y así tomar una decisión respecto a la sentencia que debían dictar. Gross realizó este manual como apoyo para quienes, como él, se dedicaban a impartir justicia (Gross, 1983).

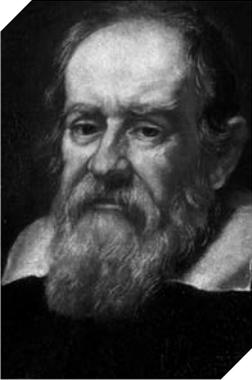


Figura 12. *Galileo Galilei (1564-1642). Valorado por descubrimientos revolucionarios, lo que le valió el título de padre de la física moderna, junto a Newton. Sus contribuciones abarcan una amplia gama de campos, desde la mejora de la configuración de los telescopios hasta el estudio de trayectorias de proyectiles, sentando así las bases de la astronomía tal como la conocemos hoy en día.*

Fuente: Fernández y Tamaro, 2004.

Figura 13. *Antonie Lavoisier (1743-1794). Reconocido como el padre de la química moderna debido a sus valiosas contribuciones, que incluyen la formulación de la ley de conservación de la masa, su estudio del calor, la combustión e incluso sus investigaciones sobre la fotosíntesis.*

Fuente: Fernández y Tamaro, 2004.

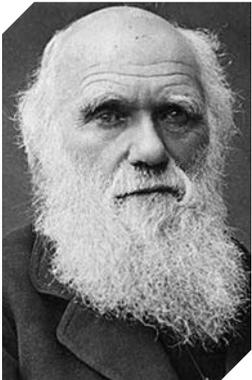
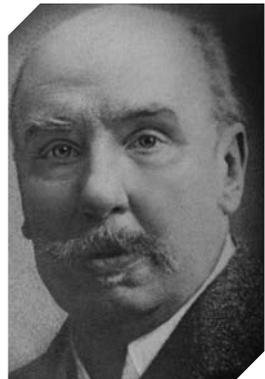


Figura 14. *Charles Darwin (1809-1882). Considerado el padre de la biología moderna debido a sus destacadas contribuciones en el ámbito de la evolución animal y vegetal, así como por la revolución que desencadenó con su teoría del origen de las especies.*

Fuente: Fernández y Tamaro, 2004.

Figura 15. *Hans Gross (1847-1915). Reconocido como uno de los pioneros en dirigir su conocimiento en medicina y derecho hacia la investigación en el lugar del hecho y la sistematización de la búsqueda de todo tipo de rastros.* Fuente: Sosa, 2008.



En los siglos XVI y XVII, tenemos a Galileo; en el siglo XVIII, a Lavoisier; en el siglo XIX, a Darwin; y a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, a Gross. A partir de estos referentes, podemos inferir que la criminalística es una ciencia moderna en comparación con sus cimientos científicos.

Digamos también que no solo estos científicos, sino decenas de otras personas especializadas en la materia, sentaron las bases teóricas y prácticas que permitieron que la medicina, el derecho penal y la policilogía forense se convirtieran en actores principales para comprender cómo se desarrollaría la criminalística como ciencia y cómo se nutriría desde diversas fuentes.

Estos antecedentes nos brindan razones sólidas para comprender la estrecha relación que existe entre el nacimiento y la evolución de la criminalística y el derecho. Por tanto, es usual concebir erróneamente a la criminalística como un campo de estudio e investigación limitado a hechos delictivos o como una ciencia que nació de manera sistemática y organizada desde el principio.

Lo cierto es que gradualmente se hicieron notorias las limitaciones del derecho como disciplina, al momento de analizar un hecho físico dinámico y, de manera progresiva y casuística, se comenzó a consultar a profesionales con conocimientos específicos para la resolución de casos particulares. En este contexto, el personal profesional en psiquiatría fue el primero en ser convocado y en participar en investigaciones forenses a finales del siglo XVII y principios del siglo XIX.

Podemos decir que “la criminalística nació de forma difusa e inorgánica, a partir de la experiencia” de casos individuales y específicos, de la observación de eventos repetitivos de las ciencias naturales en la muerte de las personas, lo que no es ni más ni menos que fenómenos de orden químico, físico y biológico (Quintana, 2018).

Cabe señalar el desarrollo, a través del tiempo, de la prueba como terreno propicio para el nacimiento de la criminalística. En la Europa medieval, las ordalías o juicios de Dios desempeñaron un papel central como métodos especiales de verificación de la culpabilidad o inocencia de una persona. Las formas más comunes estaban vinculadas al fuego, y consistían en sujetar hierros candentes o la inmersión de las manos en agua hirviendo. Tras vendar la zona afectada, se llevaba a cabo una revisión al tercer día, donde la presencia de heridas señalaba culpabilidad, mientras que su ausencia constituía evidencia de inocencia.

Otro ejemplo de estas formas de comprobación se puede encontrar en los casos de mujeres acusadas de adulterio. La supuesta infiel era obligada a meterse desnuda en el río en invierno y si contraía neumonía era culpable

y en caso contrario inocente. Es claro que tales procedimientos no podían ser certeros ni mucho menos fundamento para impartir justicia.

La siguiente forma de verificación fue la confesión. Claro que para obtenerla era común apelar a torturas y castigos, por lo que aun las personas inocentes confesaban su culpabilidad para terminar con el tormento. Al no obtener los resultados esperados, una mejor opción era preguntarle a una tercera persona. De esta manera nació el testimonio, procedimiento que no se encontraba, ni se encuentra, exento de sus inconvenientes: la persona testigo puede mentir por diversos motivos, y aunque así no fuera, se trata de un ser humano que es susceptible de confundir y olvidar, por lo que no es una prueba completamente confiable.

Luego del Renacimiento, que significó un giro antropocéntrico, la modernidad cuestionó la viabilidad de recurrir a Dios como fuente de conocimiento. La persona acusada, por su parte, no ofrecía mejores garantías: si eran culpables, podían mentir, y si eran inocentes, tenían incentivos para confesar y evitar suplicios cuando se las interrogaba bajo coerción. Además, los testigos tampoco eran completamente confiables. Frente a estas limitaciones, las formas de comprobación arraigadas durante la Edad Media encontraron sus restricciones. Según Michel Foucault (1978) en su serie de conferencias tituladas *La verdad y las formas jurídicas*, lo narrado se inserta en procesos muy complejos y nada lineales.

El desarrollo científico y la consolidación epistemológica del positivismo tuvieron su correlato en el ámbito jurídico. A fin de dilucidar casos criminales, se produjo un cambio hacia la importancia del hecho más allá de quién lo haya cometido. Surge así una idea clave: la posibilidad de una interrogación más objetiva que considere a los objetos y a los rastros materiales como testigos.

Los objetos son también testigos del hecho, no mienten, no olvidan y tampoco confunden. Son perfectos. De manera que el problema se centra ahora en cómo hacer para que los objetos respondan a lo que necesitamos saber.

En nuestro ámbito investigativo forense los materiales pueden ser tomados como elementos con diferentes características dependiendo de varios factores, entre los que tenemos, la propia etimología del objeto que interviene en el caso judicial de estudio, exámenes efectuados según la capacidad tecnológica de los laboratorios que analicen esos materiales y una valoración judicial, pudiendo ser la misma, muchas veces, desencadenante de distintos resultados en el proceso legal.

Un claro ejemplo pueden ser los resultados provenientes de un estudio de grupo y factor sanguíneo en contraste con los resultados de una pericia de perfil genético. En el primer caso, los resultados podrían proporcionar indicios para descartar a ciertas personas. Por ejemplo, si un grupo sanguíneo muestra el resultado A, no sería necesario buscar individuos con otros grupos sanguíneos (siempre y cuando tengamos la certeza de que la técnica se realizó correctamente). En cambio, los resultados de un análisis de ADN pueden representar evidencia irrefutable, convirtiéndose en una prueba concluyente.

3.2 Objetos o materiales de estudio

A partir de una serie de preguntas y respuestas relacionadas con los objetos o materiales de trabajo, aparecen definiciones sustantivas sobre su identidad o información que aportan. Estas definiciones pueden entrelazarse y, en ocasiones, son tomadas como equivalentes.

- Indicio

Se refiere a todo elemento, instrumento, material, huella, marca, señal, rastro, traza, vestigio que se usa y se produce respectivamente al cometer un delito (CFEC - Estudio criminal, 2019).

- Rastro

Se trata de la señal o huella que deja cualquier tipo de cuerpo (RAE, 2001).

- Evidencia

Es todo material sensible que se percibe con los sentidos y tiene relación con un hecho delictuoso. Signo probable o aparente de que existe algo (Juárez y Vázquez, 2014).

Cuando el análisis de estos tres elementos es determinante, categórico, certero e indubitable se transforma en una prueba.

- Prueba

Se trata de todo elemento objetivo que, en el marco de un juicio, no debería suscitar controversias, por lo que su estudio y análisis lo vuelve innegable y

preciso. No obstante, existen ocasiones en las que los análisis en sí mismos se ponen en tela de juicio, por eso las pruebas pueden ser refutables.

El profesor Gozaini sostiene que “una prueba es científica cuando el procedimiento de obtención exige una experiencia particular en el abordaje que permite obtener conclusiones muy próximas a la verdad o certidumbre objetiva” (2005).

De los nombrados surge una definición superadora, precisa y acertada, descrita en el *Protocolo de actuación para la investigación científica del lugar del hecho* (2021), que se conceptualizó como:

- Potencial Elemento de Prueba (PEP)

“Se denomina de esta forma al objeto, instrumento, imagen, huella, marca, rastro, señal o vestigio material de cualquier naturaleza que conduzca a la posibilidad de conocer las características del hecho investigado y/o la identidad de sus protagonistas. Resulta independiente a su valoración jurídica de indicio o evidencia” (Gozaini, 2005: 4).

3.3 Definiciones clásicas

Esta relación de la criminalística con el ámbito de lo material enfatiza la definición que la entiende como una ciencia que estudia los vestigios o elementos materiales que tienen relación con un posible hecho delictivo. Por eso, es importante conocer la secuencia más completa de un evento particular, su dinamismo, así como el hecho en sí.

Los análisis necesarios se realizan por medio de la exploración de la naturaleza del hecho, despojado de toda connotación particular. Se trata de un acontecimiento del mundo físico, es decir, que ocurre en el plano de lo observable por el hombre y es posible abordarlo por sí mismo. Cabe señalar que, a diferencia del derecho penal, el derecho procesal o la propia criminología se rigen por las reglas del mundo jurídico y no del mundo físico.

La criminalística es una ciencia de profunda estabilidad fáctica, basada en las ciencias naturales y los cimientos que las ciencias exactas le brindan, cuyo fin es determinar si estamos frente a un hecho de interés jurídico o no, y a la vez, reconstruir mediante la metodología científica, paso por paso y en orden, los acontecimientos que conforman el hecho global que se pretende estudiar.

Lo que podemos puntualizar, en definitiva, no son ni las motivaciones ni los por qué, sino la mecánica de lo ocurrido en una escena del hecho particular.

Teniendo en cuenta estas observaciones, podemos definir a la criminalística en sentido amplio, como la ciencia que establece el hecho, individualiza al autor o los autores y configura la prueba para que no puedan eludir la responsabilidad que les pueda corresponder, mediante el estudio del hecho y los testigos mudos que se encuentran en el lugar del mismo.

Podríamos ampliar aún más esta definición y decir que se trata de una ciencia abocada a estudiar el ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿con qué?, para llegar a la pregunta final ¿de qué modo o forma la persona involucrada en el delito, la víctima, el delito en sí y los materiales forman parte del fenómeno?

Es la resultante de un proceso histórico de incorporación de nuevos conocimientos y de sucesivas ampliaciones de los campos de análisis o de trabajo, como la evolución biológica de la identidad humana, el cuidado del medio ambiente, la revolución digital, la gestión de la calidad de los procesos y otras cuestiones de índole científico.

Se trata entonces de una ciencia interdisciplinaria que, gracias a la física, la química y la biología, puede determinar lo ocurrido en una escena del hecho o la mesada de un laboratorio. A partir de esta, se desprenden diversas ramas como la balística forense, la papiloscopía, la identificación humana, la documentología, la informática y las ciencias naturales aplicadas. Aclaramos que, hoy en día y debido a su complejidad, los hechos relacionados con accidentes de tránsito e ingeniería vial forense, actúan como una ciencia autónoma.

La criminalística es una ciencia interdisciplinaria que, gracias a la física, la química y la biología, puede determinar lo ocurrido en una escena del hecho o la mesada de un laboratorio.

Diversas ciencias y carreras se aproximan al análisis delictivo o a la vinculación criminal con los principios propuestos por la criminalística. Ejemplos de ello son la arquitectura, la contaduría, la botánica, la entomología, la geología, la antropología, la odontología, entre otras. En este contexto, dado el marco teórico propio y el gran espectro de conocimientos teórico-prácticos que involucra esta especialidad requiere que el profesional participe activamente, mientras que el criminalista limita su labor, como por ejemplo a tareas como la recolección

de diversas evidencias o materiales en el entorno bajo estudio, siguiendo los protocolos y metodologías adecuadas para el propósito de la investigación. Posteriormente, estos elementos se remiten a los laboratorios especializados de las personas expertas designadas. En este sentido, un error común radica en establecer una correspondencia entre la criminalística y la criminología, lo cual conlleva a la confusión de sus métodos, alcances, preceptos y premisas.

Además de proporcionar una definición general de esta disciplina, es esencial destacar una distinción que ya hemos mencionado, esto es, que la criminalística se organiza en torno a dos ramas principales: la *criminalística de campo* y la *de laboratorio*. La primera abarca técnicas, metodologías, tecnologías y procedimientos relacionados con las inspecciones visuales en el lugar de los hechos y en las escenas del crimen, así como su interrelación. La segunda rama maneja las diversas variables que se presentan en el entorno externo de trabajo de la unidad forense.

Es válido aclarar que el enfoque de este manual privilegia, principalmente, a la criminalística de campo, sus variables de estudio y cualquier otro aspecto que se relacione con la disciplina.

3.3.1 Principios

Toda ciencia posee enunciados de carácter general que operan como guías, directrices, y a la vez como condiciones limitantes del trabajo en esa disciplina. La criminalística no es la excepción y tiene su propio conjunto de principios.

Incluimos aquí una clasificación de los elementos fundamentales a considerar para el trabajo del profesional en esta área.

- Principio de uso

Para cometer un hecho se utilizan agentes físicos, químicos y biológicos. Podríamos considerar este principio como redundante pero, en efecto, sería difícil sino imposible concebir un hecho que no se produzca con intervención de alguno de estos agentes o factores. En definitiva, nos indica que el hecho es un acontecimiento del universo de estudio porque requiere agentes pertenecientes a este para su producción. Por ejemplo, en el caso de un hombre que mata a otro a golpes sin ningún tipo de arma o ayuda externa, intervienen tres agentes físicos: la víctima, el victimario y las manos.

- Principio de producción

Los agentes físicos, químicos y biológicos utilizados para cometer un hecho producen otros elementos distintos de los que les han dado origen, que pueden resultar de interés para la criminalística. Por ejemplo, una sustancia como el ácido, agente químico, puede dejar una mancha, elemento derivado.

- Principio de intercambio

En el lugar del hecho se produce un intercambio mutuo de elementos entre la víctima, el victimario, el lugar del hecho y cualquier otra persona que se encuentre en él. Este principio es sumamente importante ya que es la base del estudio de la criminalística de campo. Nos indica dos puntos fundamentales para la investigación y reconstrucción del hecho, y para el procesamiento y cuidado del lugar del hecho. Para el primero, nos dice que se intercambian elementos entre el lugar del hecho y los distintos sujetos que toman contacto con él, lo que nos permite vincular a las diferentes personas con el lugar, permitiendo presumir que un individuo ha estado en este porque, por ejemplo, se encontró un cabello o una huella digital suya. Para el segundo, nos advierte que cualquier persona puede intercambiar elementos con el lugar del hecho, por lo que criminalistas e investigadores pueden contaminar el lugar, intercambiando sus elementos con el mismo. Por ende, un buen procesamiento del lugar del hecho significa arbitrar las medidas necesarias para minimizar los efectos del principio de intercambio.

- Principio de correspondencia

Cuando se produce el contacto entre dos agentes y uno de ellos deja una marca en el otro, las características de dicha marca permiten reconocer al agente productor, siempre que el receptor sea apto para contenerla o retenerla. Este principio constituye uno de los fundamentos principales que habilita a la criminalística a usar el método comparativo. A su vez, su base es netamente física, puesto que se aplica a aquellos elementos que son capaces de soportar deformaciones que generan un *molde* del agente productor, o aquellos que pueden dejar marcas por contraste de color, sin modificar la estructura química del molde. Un ejemplo de marcas del primer tipo son las huellas dejadas por una pisada en el barro, mientras que un ejemplo del segundo tipo son las huellas digitales impresas con sangre sobre una pared.

Gracias al principio de correspondencia se pueden comparar dos marcas y determinar si han sido producidas por el mismo agente, por lo tanto es esencial

que el receptor sea apto para recibir la marca. Y con apto nos referimos a que pueda reproducir la forma del agente productor, copiando sus características.

- Principio de identidad

Cualquier objeto del mundo real es solo idéntico a sí mismo, y es distinto de los demás en todo tiempo y lugar. En efecto, supongamos dos gotas de agua que comparten las mismas propiedades físicas y químicas. Sin embargo, son diferentes porque ocupan distintos lugares en el espacio, o bien, ocupan el mismo lugar pero en tiempos diferentes. Esto, desde el punto de vista lógico las hace automáticamente distintas. Estos problemas de interpretación también ocurren con gemelos idénticos. Son idénticos en tanto son clones, pero distintos en tanto son dos personas diferentes.

- Principio de probabilidad

La probabilidad de ocurrencia de un suceso cualquiera o de la confirmación de una hipótesis siempre es menor al 100%, y aumenta a medida que aumenta la cantidad de elementos concurrentes, coincidentes que sugieren su veracidad o existencia. El hecho de que no puede lograrse una precisión infinita en ninguna medición física es un principio fundamental de las ciencias naturales. Esto implica que la criminalística tampoco puede lograr determinaciones con tal precisión, lo que sí puede es efectuar procedimientos y arribar a conclusiones con mayor o menor grado de probabilidad.

Salvo en la lógica y la matemática, no existen en la comunidad científica resultados del 100%, por lo tanto, debemos descartar la explicación de que los métodos directos de identificación son absolutamente exactos.

- Principio de reconstrucción del lugar del hecho

Los elementos encontrados en el lugar del hecho o escena del crimen tienen vinculaciones entre sí, lo que permite reconstruir la secuencia fáctica de un fenómeno determinado. Uno de los conceptos fundamentales de las ciencias naturales es el concepto de *interacción* o *acción recíproca*. Los elementos del mundo físico están interconectados de maneras más o menos evidentes, detectar y aprovechar esas interacciones son objetivos que un buen profesional en criminalística debe tener en su lista de prioridades. Como corolario de este principio, es posible reconstruir la secuencia de un hecho gracias a dichas interacciones. Más aún, el conjunto de interacciones que se conocen podría sugerir la existencia de otras interacciones desconocidas o de cuya existencia no se tiene total certeza.

Nos permitimos introducir dos nuevos principios, que podrían ser considerados como herramientas de validación para respaldar los principios previamente expuestos.

- Principio o mecanismo de comprensión sobre la estadística aplicada

Exponemos este principio debido a que en varias ocasiones, tanto en literatura específica como en entornos académicos, instituciones policiales o programas de formación investigativa, la ciencia criminalística tiende a pasar por alto la importancia de esta herramienta fundamental. Su relevancia radica en su capacidad para ordenar y establecer bases, así como en su habilidad para dismantelar mitos preconcebidos que se consideran como científicos. Además, aporta otros fundamentos esenciales que todo profesional en investigación criminal debe conocer sin excepción. En el siguiente tema, ampliaremos nuestra perspectiva en este aspecto, ya que este principio forma un conjunto inseparable con el principio de probabilidad.

La probabilidad y la estadística como herramientas matemáticas son cruciales y los criminalistas deben saber reconocer sus características e importancia en las operatorias que efectúen.

- Principio o mecanismo de comprensión de mejores prácticas analíticas, estándares, controles de calidad y garantía de procesos

Este principio también guarda una estrecha relación con el punto previo, es decir, ambos se hallan intrínsecamente vinculados. La tendencia mundial nos llevará a rechazar técnicas forenses que carezcan de estos controles o estructuras sistemáticas de trabajo.

3.4 La criminalística de campo en una red de conceptos

¿Qué elementos incluiríamos en la creación de una red conceptual que represente esta definición?

La criminalística abarca el estudio de fenómenos científicos, la etimología de la palabra, las características inherentes a una ciencia, los pasos típicos de los protocolos de trabajo, los diversos tipos de rastros que se deben analizar, las áreas habituales y las no habituales, así como los conceptos fundamentales que conforman el perfil de un profesional forense de campo. Esta disciplina, ubicada en un punto intermedio entre la criminología y la medicina legal, destaca la importancia de verificar sus planteamientos, entre otras cuestiones relevantes.

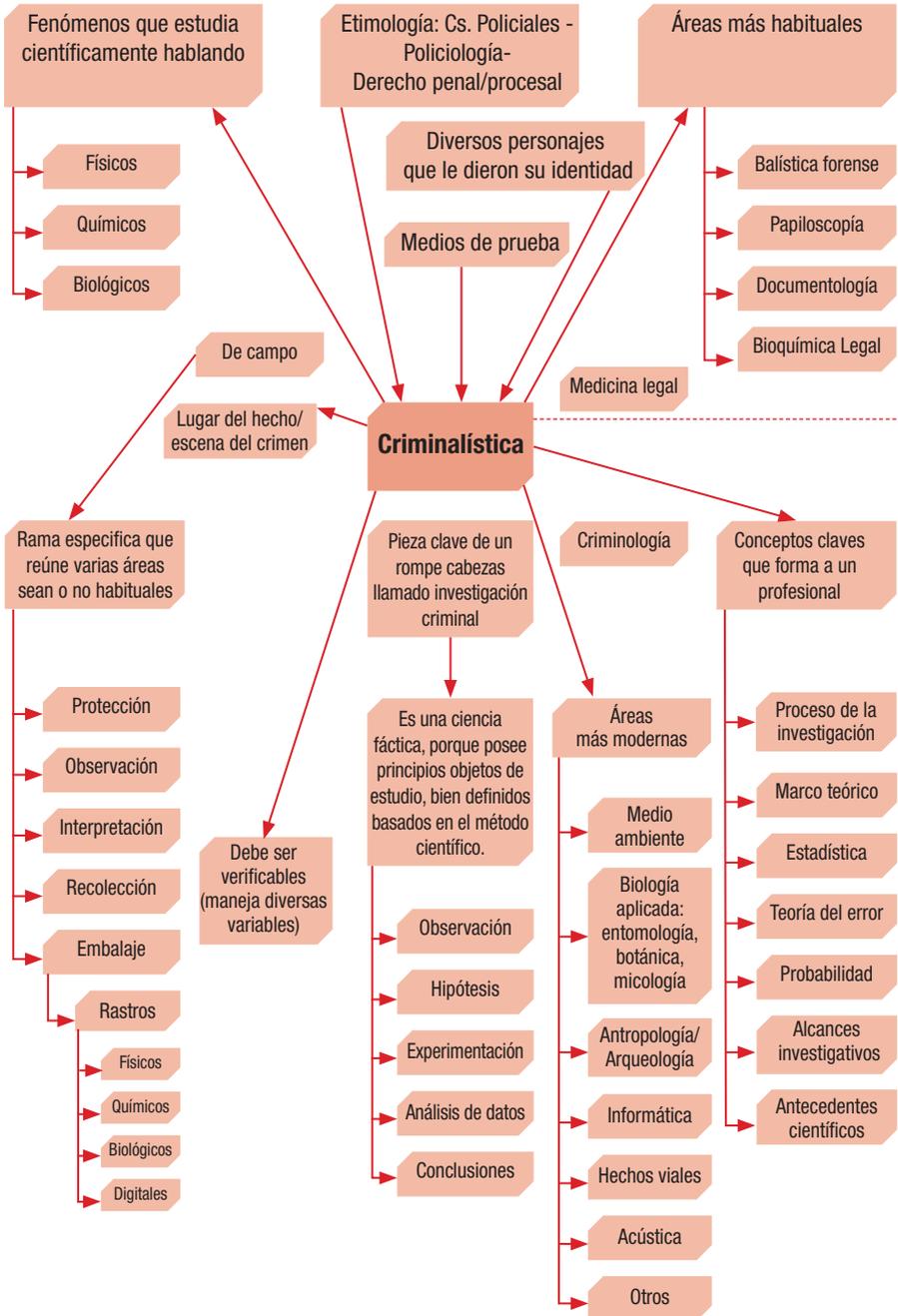


Figura 16. Este cuadro presenta la criminalística desde una perspectiva contemporánea.

3.5 Diferencias entre la criminalística y la criminología⁸

Todavía pueden existir confusiones o dificultades para diferenciar la palabra *criminología* de *criminalística* o viceversa, debido a que son denominaciones de aparente significado o sinonimia, sumado a las dificultades de algunas traducciones extranjeras donde las dos eran utilizadas indistintamente como si su significado conceptual así lo permitiera.

En los años que llevamos trabajando en el campo forense, reconocemos la importancia de la perspectiva criminológica, que a diferencia de la criminalística se pregunta acerca del porqué de una conducta delictiva. Si bien es una mirada que excede a la formación de los criminalistas, es importante reconocer que el estudio de la psiquis desvincula considerablemente esta perspectiva del concepto de criminalística. En este enfoque, la pregunta del por qué no queda excluida para quienes investigan, sino que se reserva para especialistas en psicología, medicina legal o criminología que abordarán los casos que se presenten.

Pues bien, tenemos nuestros reparos en dejar a ambas ciencias como estancos completamente separados sin entender las intersecciones que necesariamente deben suceder. Ampliaremos este concepto un poco más adelante. No obstante, sus diferencias son sustanciales y cada una por sí sola está bien establecida, sin que haya motivos aparentes que hicieran posible pensar una equivocación en sus principios.

Las escuelas criminológicas son muchas y diversas, creemos que una buena conjunción entre los saberes psicológicos, sociológicos, los del mundo del derecho, los filosóficos y antropológicos son los que más aportan al manejo actual de conocimientos, intentando superar las visiones biologicistas, positivistas y deterministas, por más que existan resabios y, en la actualidad, se regeneren en otras expresiones. Estas últimas perspectivas, durante siglos, instalaron en el centro del debate que una persona podía ser identificada o

8. Esta sección posee un aporte fundamental efectuado por la Licenciada Mariana Mosteiro y una visión contemporánea y actualizada de los fundamentos esenciales de la criminología. Mariana es licenciada en Sociología por la Universidad de la República de Uruguay y tesista de la Maestría en Criminología de la Universidad Nacional del Litoral. Se desempeña como profesora de Introducción a la Criminología, Criminología II y de Inteligencia Criminal (IUPFA) y de Introducción al Saber Criminológico (Universidad Nacional de Lomas de Zamora). Actualmente, ejerce como asesora de la Dirección de Producción y Sistematización de la Información del Comité Nacional de Prevención de la Tortura.

etiquetada como *delincuente* por sus rasgos físicos, sus características antropomórficas, sus factores ambientales, entre otros. Así mismo, solían patologizar, en términos generales, ciertas conductas y justificar la neutralización de individuos bajo la premisa de que representaba un organismo enfermo al que era necesario aislar o eliminar.

Observamos además, que estas premisas defendidas categóricamente nunca pudieron ser cabalmente demostradas de manera empírica a través del método científico, tal es así que la genética y la evolución han refutado dichas afirmaciones.

La criminología intenta construir y brindar un corpus teórico para pensar todas las aristas que implica analizar este campo: desde qué tipo de conductas son tipificadas o reconocidas como delitos, cuándo se puede hablar de trayectorias criminales, el estudio de las personas que cometen delitos, la reacción social frente al delito, el castigo, las políticas criminales, el vínculo con el concepto de seguridad, las agencias del sistema penal, el rol del Estado y también los factores del orden económico, social y cultural que atraviesan e influyen en todas las dimensiones antes mencionadas.

En este sentido, tal como lo hemos descrito, se trata de un conglomerado de disciplinas que a lo largo de la historia fue modificando, profundizando y diversificando el eje del debate de la cuestión criminal así como su objeto de estudio, siendo coherente además con la demanda de complejidad que esta temática exige.

En cuanto a la medicina legal, la misma también tuvo sus bemoles a la hora de diferenciarse de la criminalística y la criminología, pero esto ha sido subsanado muy fácilmente. Esta disciplina se aboca a todos los estudios que se le pueda realizar a un cadáver o a una persona dentro de un proceso legal, cumpliendo con el fin de ampliar la información sobre un hecho delictivo. Por ejemplo, establecer cómo y de qué murió la persona, si le produjeron lesiones y con qué objeto se produjeron las mismas, el periodo o intervalo *postmortem*, entre otras cuestiones. A su vez, el profesional en medicina legal es quien revisa y diagnostica las lesiones de una víctima viva.

Retomando lo mencionado en el primer párrafo del presente capítulo, toda esta producción de conocimiento necesariamente genera una relación dialéctica de retroalimentación entre una disciplina y la otra. Nos parece prudente dejar claro que, los objetos tales como descubrimientos, determinaciones o responsables de delitos, son temas básicos, cotidianos y concretos de la criminalística.

Pero los mismos pueden enriquecerse cuando, por ejemplo, el estudio de la psiquis de las personas, nos demuestra repeticiones u acciones que poseen un mismo patrón, sobre todo en el caso de homicidas seriales o cuando debemos esclarecer la diferencia entre un homicidio y un feminicidio, dado que median factores sociales y culturales que hay que tener en cuenta a la hora de dirigir una investigación. En definitiva, estos puntos de vista colaboran con la investigación criminalística al permitir interpretar mejor la escena que se estudia.

Concluyendo, si bien los campos de estudio se encuentran correctamente separados y delimitados, deben complementarse para llevar adelante un trabajo que requiere de análisis complejos, responsabilidades y definiciones extremadamente rigurosas, dado que atraviesa dimensiones vertebrales y nodales de las sociedades contemporáneas.

3.5.1 Breve desarrollo de nociones y fundamentos de la Criminología

Independientemente de las escuelas, discursos y corrientes criminológicas desarrolladas a lo largo de la historia, lo primero que queremos explicitar es que toda producción intelectual o académica, al igual que sucede con otros saberes, se encuentra permeada necesariamente por el contexto económico, social y cultural en la cual se está elaborando. La forma de abordaje de esta temática, es decir, qué vamos a analizar y cómo lo hacemos, responde a intereses y también a posiciones ideológicas acerca de la definición del objeto de estudio, la metodología y las herramientas analíticas que utilizaremos para analizar fenómenos tan complejos que difícilmente puedan establecerse por causalidades únicas y deterministas.

Efectivamente, son necesarias las miradas interdisciplinarias que aporten a construir un campo lo suficientemente extenso, diverso y crítico que comparta el sentido y fin último de generar mejores marcos para tramitar y gestionar la conflictividad social inherente a toda forma de organización social. Con el objetivo de contribuir al respeto de las garantías constitucionales y los DD. HH. como principios políticos básicos de un Estado de Derecho.

Una de las complejidades que atraviesa esta disciplina, que además está conformada por muchísimas a la vez, es la diversidad y amplitud de dimensiones que la componen y cómo va mutando en función del contexto en el que se va desarrollando.

Hay algunos autores que determinan el nacimiento de la Criminología a partir del surgimiento de la Escuela Clásica del derecho penal y otros que lo

sitúan en la época de la Inquisición, ya que con la escritura y publicación del *Malleus Maleficarum* se origina un primer discurso criminológico basado en el poder económico, social y cultural eclesiástico: conductas que serán señaladas por considerarlas fuera del orden impuesto, la definición de las personas que serán perseguidas por dichas conductas y los castigos a ejecutar sobre estas personas.

Es interesante reflexionar sobre el asedio que caracterizó este periodo, particularmente sobre las mujeres, lo que llevó a que se conociera como *El martillo de las brujas*, ya que nos permite pensar sobre qué bases comienza a cimentarse el orden social o los tipos de sociedades que se van a establecer. Esta mirada debe permanecer epistemológicamente vigilante, ya que además de abordar la cuestión de género, se deben contemplar factores como la diversidad sexual, la raza, la clase social, entre otras. Recordemos que el pacto social en ese momento incluía principalmente a los varones blancos y terratenientes. En otras palabras, el análisis debe estar transversalizado por el concepto de interseccionalidad en todas sus dimensiones.

Ahora bien, entendemos que para un abordaje integral y crítico de la disciplina se necesita un recorrido amplio que comience al menos con la Escuela Liberal Clásica del Derecho, junto con la aparición del Estado Moderno y los conceptos jurídicos del delito y la pena, promoviendo el iluminismo en Derecho penal y la racionalización del poder punitivo.

Las escuelas criminológicas positivistas se centran en el estudio del infractor de la ley penal, dando origen a la noción de delincuente. Este periodo se caracteriza por discursos predominantemente higienizantes, biológicos y deterministas, contribuyendo al paradigma etiológico del delito. A partir del siglo XX, las Ciencias Sociales emergen en el ámbito y, en lugar de simplificar, complejizan y desafían la hegemonía de los discursos. Conectan la cuestión criminal con factores sociales que influyen en los fenómenos criminológicos.

En buena parte la historia de la criminología es la historia de la permanente puesta en crisis de su objeto y de su método, porque en sus interrogantes resulta inevitable el horizonte filosófico y político ligado al poder y al control social.

4.

La estadística como herramienta clave

Resaltamos la valiosa perspectiva que la Especialista Vanesa Viña⁹ aporta al ámbito de la estadística como ciencia de datos.

Una de las herramientas por excelencia, para comprender algunos procesos de estudios criminalísticos o forenses, es la estadística.

Actualmente, a esta rama de la matemática, se la considera una ciencia en sí misma (Spiegelhalter, 2023), un conjunto de conocimientos que permite aprender del mundo a partir de datos.

De este modo, la estadística se conforma como el estudio y aplicación de técnicas para derivar ideas a partir del análisis de los datos, implicando ello su gestión, codificación y construcción de algoritmos para la predicción.

9. Licenciada en Física y Matemáticas por la Universidad Católica de Salta, diplomada en Ciencias Forenses (IUPFA), especialista en Lingüística por la Bircham International University, especialista en neurosicoeducadora por la UBA y perito en Identificación de Voces (CONICET - Universidad Tecnológica Nacional). Formó parte del cuerpo de peritos de la Sección de Acústica Forense de la Policía Federal Argentina (PFA) y actualmente, forma parte del grupo de investigación de Sistemas Complejos e Inteligencia Artificial de la Sociedad Argentina de Análisis Filosófico y del IUPFA.

Esta sección intenta reflejar la importancia que posee esta ciencia y la manera en la que debe ser aplicada como una herramienta *sine qua non* para la comprobación de hipótesis y teorías, a fin de sistematizar la información obtenida en una investigación y poder procesarla para tomar decisiones. Consideramos que la criminalística y la investigación forense no pueden desentenderse de esta perspectiva y que, si así lo hicieran, estarían incurriendo en un grave error.

Para Diana Kelmansky (2009), la estadística puede estar presente en la metodología, en la interpretación de la recolección de la evidencia, en la inducción, en el planteo de las preguntas y en el hallazgo en las respuestas que se pretenden establecer.

Los argumentos utilizados en pericias o abordajes del lugar del hecho suelen ser proclives a la discusión, ya que puede haber fallas en la recolección, en el estudio de las variables, o factores que no se hayan puesto en práctica por desconocimiento o porque sencillamente esas variables, datos o indicios recolectados “son una medida imperfecta de aquello en lo que estamos interesados” (Spiegelhalter, 2023).

Al usar la ciencia estadística, quienes se dedican a la criminalística y la criminología adoptan una base fundamental para sus argumentaciones.

Así mismo, es necesaria una presentación de resultados al mundo científico, una discusión entre pares con el fin de compartir las ideas planteadas. En especial, cuando se comienza un estudio sobre temas que no han sido investigados anteriormente, y que se irán ampliando a medida que otras personas investigadoras se involucren en la temática.

Entender la estadística como una ciencia formal y, de acuerdo a Juan Parra, como “una de las ramas de la Matemática, que nos ayuda a organizar la información obtenida en la investigación decampo de una población o muestra” (2004), implica que no excluye la posibilidad de lidiar con valores expresados en términos porcentuales, sin embargo, creer que el 100% de un proceso puede darse en una ciencia natural es un grave error y es la estadística la que ayudará a dilucidar esa cuestión.

La criminalística debe ser considerada en esta discusión, pues sus bases de estudio y análisis son las ciencias naturales. Esto significa que brindar pautas absolutas de las cosas como razones categóricas e indubitables no es una estrategia efectiva para respaldar afirmaciones lógicas en sus análisis o sus respuestas. En este contexto, es justamente la estadística la que ayudará a aclarar inquietudes y acercarse a ese número.

Por lo tanto, la estadística, entre otras tantas cosas, ayudará a validar una hipótesis y a alejarnos de mitos transmitidos de generación en generación, es decir permitirá respaldar con fundamentos científicos, comprobar los postulados y sustentar los cuestionamientos realizados.

Una vez más, recurrimos a la Doctora Kelmansky y su obra *Estadística para todos* (2009), en la que nos brinda ideas precisas y establece además para qué puede ser útil esta ciencia de datos. Entre estas razones menciona:

- Descubrir resultados engañosos
- Obtener buenos datos
- Distinguir entre lo que se puede y no se puede concluir a partir de muestras de estudio
- Comprender el significado de margen de error
- Construir e interpretar intervalos de confianza
- Tomar decisiones en base a los datos obtenidos

4.1 Tipos de estadísticas

La *American Statistical Association* (Asociación Americana de Estadística), promueve la comprensión de la estadística como un proceso de investigación para la resolución de problemas y la toma de decisiones. Esto implica la circunscripción de la muestra a estudiar, la recolección de datos, la organización y tabulación de los mismos, para luego resumirlos, analizarlos y vincularlos con el fin de abordar el problema que se intenta abordar (2023).

En función de ello, suele clasificarse a la ciencia estadística en dos ramas clásicas: la *estadística descriptiva*, que se enfoca en la tabulación, y la *estadística inferencial*, centrada en el análisis o contraste de hipótesis.

En el artículo *Estadística descriptiva*, los autores definen a esta rama como aquella que formula recomendaciones sobre cómo resumir, de forma clara y sencilla, los datos de una investigación en cuadros, tablas, figuras o gráficos (Rendón-Macías, M., Villasís-Keeve, M., & Miranda-Navales, M., 2016).

El objetivo de estos elementos es proporcionar información puntual de los resultados. Por ejemplo, las gráficas muestran ciertas tendencias y pueden adoptar la forma de histogramas, gráficos de líneas, tortas o de puntos de dispersión, mientras que las imágenes sirven para ilustrar conceptos o reforzar hechos. La selección de un cuadro, gráfico o imagen debe basarse en los objetivos del estudio.

La presentación de los datos estadísticos es muy importante, tanto que el escritor, estadístico y matemático Darrel Huff escribió un libro titulado *Cómo mentir con estadísticas*, en el que advierte sobre la intención de ciertas personas que, ocultándose tras las ciencias de datos, presentan los mismos de una manera engañosa.

Rendón, Villasís y Miranda proponen que, al resumir o presentar los datos obtenidos en un proyecto de investigación, el primer paso es determinar cómo se distribuyen los valores de los datos de acuerdo con la escala de medición de cada variable (2016).

Debemos entender por *variable* a una característica de la muestra que puede tomar un valor, ya sea numérico o cualitativo y, por lo tanto, puede ser medida. Es factible, entonces, calcular medidas de tendencias centrales y de dispersión.

Las tendencias centrales indican el valor que mejor representa a la muestra, por ejemplo:

- El promedio o media aritmética. Este se obtiene como la suma de todos los valores individuales en relación (cociente) a la cantidad total de valores medidos
- La mediana. Aquella cifra que divide a la muestra en dos mitades
- La moda o valor. Más frecuente encontrado en las mediciones. Entre las medidas de dispersión se encuentran:
 - La desviación estándar. Medida que indica que tan separados, lejanos o dispersos están los datos en relación a la media aritmética o promedio

- Los rangos intercuartiles. Se utilizan para mostrar la dispersión de datos cuando la mediana, en lugar del promedio, es la medida de tendencia central. Se da el intervalo en el que la media se encuentra en el 50 % de la distribución
- Los valores máximo y mínimo de la muestra

Sin embargo, estas medidas solo pueden proporcionar información útil sobre la muestra si se establece la distribución de los datos que se están analizando. Es así que se debe determinar si los valores tienen una distribución normal (Figura 17), comúnmente representada con una curva o campana de Gauss, o si no lo hacen.

Este tipo de distribución es una función matemática cuya gráfica imita una campana por su simetría alrededor de una media que coincide con la mediana. Permite evaluar dos aspectos fundamentales: en primer lugar, que 95% de los datos estudiados se encuentra dentro de ± 2 desviaciones estándar a partir de la media, y en segundo lugar, la probabilidad de encontrar un valor de la variable igual o inferior a un cierto valor, conociendo la media, la desviación estándar, entre otras medidas.

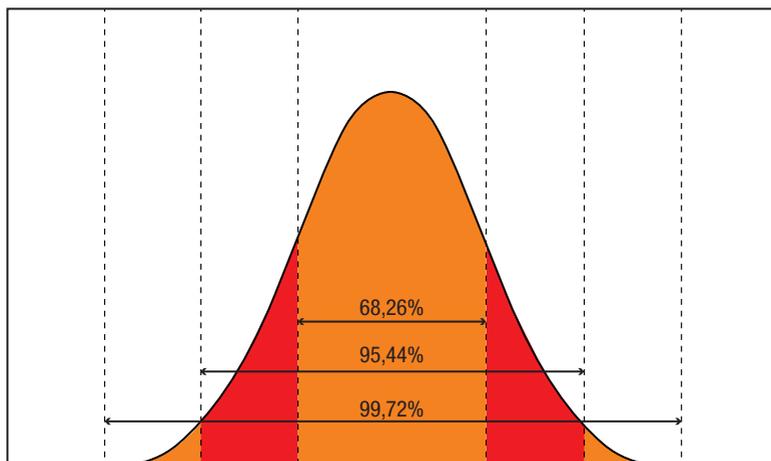


Figura 17. Distribución normal o campana de Gauss.

La gráfica de la distribución, sea o no gaussiana, muestra con claridad, la íntima relación que hay entre los parámetros de dispersión y cómo influyen estos en su forma. La configuración e inclinación de la gráfica conocida como *curtosis* evidencia hacia dónde se dispersan o *tienden* los datos.

En su artículo *Diseños experimentales e investigación científica* (Badii, M. H., Castillo, J., Rodríguez, M., Wong, A., & Villalpando, P., 2007:284), los autores comentan lo frecuente que es descubrir que los resultados que se anticipan con una probabilidad del 5% o menor, dentro de la gráfica gaussiana, resultan significativos en experimentación o análisis, y aquellos esperados con un 1% o menos se consideran altamente significativos. Esto es independiente de si el experimento es académico o en el ámbito pericial.

Un poco diferente es el caso en el que los datos tienen valores cualitativos, por lo que deberían ser presentados en frecuencias simples o en frecuencias relativas en porcentaje. La primera es el conteo de eventos en cada categoría, mientras que la segunda se obtiene al dividir el conteo de cada categoría entre el total de las mediciones, es decir, la proporción que representa la frecuencia absoluta en relación con el total.

Los resultados suelen presentarse como porcentajes para una mejor interpretación.

En la comunicación de los resultados se puede encontrar lo que se conoce como *marcos negativos* o *positivos*. Su efecto en la percepción de quien lee o escucha es intuitivo e impacta de manera diferente.

Por ejemplo, decir o escribir “un 5% de delincuentes está en la calle” suena más fuerte y negativo que “un 95% de personas están privadas de su libertad por delincuencia”. Si además del porcentaje se proporciona el número de delincuentes, es factible que se incremente la percepción de riesgo o temor, al imaginarnos ese porcentaje como un número de personas reales.

En los resultados de una investigación, la presentación de un marco, tanto negativo como positivo, es esencial para garantizar la imparcialidad de la información.

Otro modo de presentar o comunicar los datos obtenidos es mediante tablas de frecuencia. Este tipo de tablas son una síntesis de la información que puede favorecer la representación gráfica de los valores en un histograma o polígono de frecuencias.

En párrafos precedentes mencionamos que, en la actualidad, la estadística es entendida como un proceso aplicable a la resolución de problemas y toma de decisiones. Poder emplear este proceso requiere de lo que las personas expertas denominan *pensamiento estadístico*. Esto es, la capacidad de analizar y evaluar una situación teniendo como base tres principios claves:

1. Que dicha situación ocurre en un sistema de contextos interconectados
2. Que la variación existe en todos los contextos
3. Comprender y reducir la variación son claves para el éxito

Desarrollar esta capacidad como especialistas en el abordaje del lugar de un siniestro o hecho delictivo es fundamental para hacernos las preguntas correctas, analizar datos de manera efectiva y extraer información que pueda impulsar mejores decisiones. Implica, de algún modo, darle sentido al mundo que nos rodea.

Y esta interpretación a través del análisis de datos es lo que clásicamente denominamos *estadística inferencial* o *inductiva*, es decir, la que se encarga de obtener generalizaciones en base a información parcializada o completa, obtenida mediante técnicas descriptivas.

El objetivo de esta rama de la estadística es extraer conclusiones útiles a todo el contexto basándose en el total de las observaciones realizadas, evidencias recolectadas y datos obtenidos.

Analizar dato por dato puede obstaculizar la visión de un entramado de evidencias interesante: con la estadística inferencial es posible el análisis del patrón de variación, llamado *distribución de la variable*, que a menudo revela ideas muy potentes en relación al contexto en el que la información ha sido recolectada.

En el artículo *Perspectivas históricas de la Investigación Operacional* (Bernardo, C., Chaves, V., Sant'Ana, R., & Martínez, M., 2018), los autores exponen ejemplos prácticos del uso del pensamiento estadístico. Uno de estos ejemplos

es el del matemático húngaro Abraham Wald experto en análisis estadístico, geometría y teoría de la decisión, quien se doctoró en matemática en 1931 por la Universidad de Viena y en 1938 emigró a Estados Unidos. Durante el apogeo de la Segunda Guerra Mundial, representantes del servicio de análisis del Ministerio de Defensa estadounidense acudieron a él en busca de asesoramiento.

Dicho Ministerio había recolectado información en relación a los lugares en donde habían sido bombardeados los aviones norteamericanos con el fin de reforzarlos y evitar más bajas, optimizar la estabilidad y la rapidez de las aeronaves. En el mapeo de evidencias se observaba un mayor impacto en las alas, los timones y el centro del avión. Los ingenieros militares propusieron reforzar estas áreas. Sin embargo, Wald propuso lo contrario: reforzar la cabina, los motores y la parte trasera de las aeronaves.

¿Qué patrón de variación observó Wald para pensar esta solución? El estadista analizó que la distribución de los impactos se observaba en aviones que *regresaban* o *sobrevivían* a los bombardeos. Lo que significaba que el fuselaje de las aeronaves eran zonas que podían permitirse recibir impactos y aun así regresar a las bases aliadas. Se hacía evidente para Wald que los aviones que no regresaron debían haber recibido los impactos en la cabina, el motor y la parte trasera. Por lo tanto, las zonas que se convertían en partes vulnerables y críticas a los impactos del enemigo eran las que debían ser reforzadas.

Con este razonamiento se pone en evidencia el planteamiento de la ciencia estadística para interpretar datos cuyo carácter esencial es la variabilidad.

Ahora bien, el método de Wald no deja de ser parte de lo que comúnmente se denomina *Estadística clásica* o *frecuentista*, en palabras de Ágata Carreño Serra:

La estadística frecuentista tiene como objetivo determinar una conclusión, sea en base a significación estadística o aceptación y rechazo de hipótesis, siempre dentro del marco del estudio que se esté realizando. En el análisis estadístico que pretende comparar la eficacia de un nuevo tratamiento frente a otro conocido, se utiliza únicamente la información obtenida en el ensayo. No existen subjetividades referentes a parámetros, puesto que se han fijado los criterios de decisión a priori y estos permanecen estáticos durante todo el estudio (2006: 99).

En pocas palabras, el razonamiento estadístico para la estadística clásica o frecuentista se desarrolla con los elementos, datos, observaciones, evidencias o indicios propios de cada caso, de cada lugar del hecho analizado o de cada experimento diseñado.

4.1.1 Estadística Bayesiana

En la actualidad es habitual leer o escuchar sobre la estadística bayesiana como contraparte de la estadística frecuentista. Pese a que el teorema o regla de Bayes fue presentado en 1731 por Thomas Bayes, en un ensayo titulado *An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances* (Un ensayo hacia la solución de problemas en la disciplina del azar), traducido por Miguel Górniz Villegas, Francisco Girón, María Martínez y David Ríos en el año 2001.

Desde nuestra perspectiva, resulta extraño pensar que una de las reglas del azar más utilizada a lo largo de la historia haya sido creada por un sacerdote en un intento de dilucidar si era posible establecer conclusiones racionales relativas a la existencia de Dios, sobre la base de las pruebas que proporciona el mundo real, terrenal. Hoy su método resulta clave para encuadrar ciertas situaciones y permitirnos hacer predicciones.

Bayes introducía información externa al estudio realizado, de manera que, si se conociese la probabilidad de que ocurriera un suceso, su valor se modificaría cuando dispusiéramos de esa información.

En la estadística bayesiana se trabaja con la actualización de la evidencia considerando los conocimientos adquiridos previos a una investigación externa al caso o de diseño experimental, más la evidencia obtenida con esta. De este modo, cuando no se tiene certeza acerca del resultado de un evento determinado, es posible hablar de la probabilidad de varios resultados.

La probabilidad es un valor que indica qué tan común es que un resultado ocurra o sea obtenido en un experimento.

No ha sido mencionado hasta el momento, pero el cálculo de probabilidades suministra las bases para el estudio de los experimentos aleatorios, que constituyen la esencia y punto de partida para la ya tratada estadística inferencial.

Evaluar la evidencia en una investigación pericial no deja de ser, en muchos casos, un experimento en el que contrastar los indicios recolectados en el lugar del hecho delictivo con material de una persona imputada o instrumento vinculado a una causa, y el universo de una población con características similares a ella, constituye una parte esencial del proceso jurídico.

El cálculo de probabilidades suministra las bases para el estudio de los experimentos aleatorios

En su trabajo *Sobre la cientificidad de la prueba científica en el proceso judicial* de 2014, la doctora en Derecho Carmen Vázquez Rojas (2014) advierte sobre el impacto de la ciencia en toda la actividad probatoria, entendiendo que esta aporta a la Justicia mediante la aplicación de modelos y análisis que aumentan la probabilidad de tomar decisiones judiciales precisas y materialmente correctas. Esta búsqueda de relevancia y fiabilidad en los modelos científicos probatorios indefectiblemente se ve atravesada por el análisis estadístico.

En este sentido, se puede mencionar que en el *Protocolo para las pericias forenses de voz* propuesto de manera conjunta por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y el Ministerio de Seguridad de la Nación de nuestro país, se reglamenta que los resultados de los informes forenses deben ser comunicados en forma cuantitativa como la relación logarítmica de probabilidades (2018).

De este modo, se sugiere que no se debe expresar de manera concluyente o categórica la identificación de un patrón de voz, sino en términos de índices de verosimilitud o LR (del inglés *Likelihood Ratios*), también conocido como factor de Bayes.

Cualquier índice de verosimilitud es la razón entre dos probabilidades excluyentes entre sí: la probabilidad de que una evidencia provenga del material indubitado o referencia de una causa, persona imputada o instrumentos, es decir, la llamada Hipótesis de la Fiscalía; en relación a la probabilidad de que esa misma evidencia sea originada por cualquier otra persona u instrumento del entorno, es decir, la Hipótesis de la Defensa. Los factores de Bayes, en este sentido, son una declaración de la fiabilidad y relevancia de la evidencia recolectada.

Cociente de probabilidad	Equivalencia verbal propuesta
>10 000	Muy sólida evidencia para apoyar
1000 a 10000	Evidencia sólida para apoyar
100 a 1000	Evidencia moderadamente sólida para apoyar
10 a 100	Evidencia moderada para apoyar
1 a 10	Evidencia limitada para apoyar
Hipótesis de la Fiscalía	
1 a 0.1	Evidencia limita contra...
0.1 a 0.01	Evidencia moderada contra...
0.01 a 0.001	Evidencia moderadamente sólida contra
0.001 a 0.0001	Evidencia sólida contra...
<0.0001	Evidencia muy sólida contra

Tabla 3. Algunas equivalencias propuestas para los cocientes de probabilidad presentes en el *Protocolo para las pericias forenses de voz* (2018).

Tomemos un ejemplo para ilustrar, supongamos que el valor del Índice de Verosimilitud (LR) es de 100. Esto significa que el resultado de la pericia de voz indica que es 100 veces más probable que la evidencia provenga del material indubitado presentado que de cualquier otro origen, lo que implica que existe una evidencia moderadamente sólida para apoyar la Hipótesis del Fiscalía. Nótese la diferencia de si la Defensa informa, falazmente, que la probabilidad de que la voz de una persona cualquiera sea la registrada en las grabaciones analizadas es de 1 en 100, entonces la probabilidad de que el imputado haya participado en las escuchas sería de 0,001.

Dentro del ámbito pericial, específicamente en el cotejo de voces, el o la profesional tiene la responsabilidad de informar al juez los resultados de su análisis. Sin embargo, es importante destacar que no deberá dar una probabilidad sobre la culpabilidad o inocencia de la persona imputada. Esto se debe a que carece de acceso al factor *entorno*, el cual afecta directamente sus resultados (Univaso, 2017).

En 1993, en Estados Unidos de América, se produjo un caso judicial paradigmático que contribuyó de manera significativa a generar un cambio positivo en el mundo de la investigación pericial. Esta causa es conocida como el Caso Daubert.

El padre y la madre de dos menores iniciaron un juicio civil por daños contra una empresa farmacéutica. Alegaron que la causa de las malformaciones congénitas en las extremidades superiores de sus hijos fue el resultado de la ingesta materna, durante el embarazo, de un antihistamínico para aliviar náuseas y mareos cuya patente pertenecía a dicha compañía. El equipo experto de la farmacéutica sostenía que si la toxicidad del medicamento fuera real, habría dado lugar al nacimiento de numerosos infantes con malformaciones, ya que este antihistamínico era el único aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) para tratar las náuseas y vómitos durante el embarazo (Brent, 2006). Con este propósito, contrataron los servicios de un epidemiólogo, quien presentó una serie de estudios realizados sobre una población de más de 100.000 personas, sin encontrar una relación causal entre la ingesta del fármaco y las lamentables consecuencias de las malformaciones genéticas. Con este aporte, y luego de un largo debate, se declaró que la demanda carecía de fundamentos, ya que los jueces consideraron que la parte demandante no proporcionó pruebas periciales suficientes para respaldar la relación que enunciaban, y que la argumentación presentada podría basarse en conjeturas, dichos, entre otros. De algún modo, no lograron persuadir a los jueces para que admitieran la demanda. Este caso llegó a la Corte Suprema de los EE. UU., que nuevamente rechazó la demanda, como ya había ocurrido en las dos instancias previas. No obstante, se determinó también que, aunque podría haber cierta controversia sobre lo que constituye “la aceptación general de un informe forense”, y el hecho de que está dentro de sus funciones decidir si lo acepta o no, todo magistrado interventor debe vigilar o velar el uso adecuado de las estadísticas en la prueba pericial, evitando su uso de manera engañosa y falaz.

A partir del Caso Daubert, se establecieron reglas conocidas como *Factores Daubert* o *Criterios de científicidad* o fiabilidad probatoria, que se han extendido al mundo procesal internacional. A través de ellas, se espera que los magistrados realicen “una valoración preliminar de si el razonamiento o la metodología subyacentes al testimonio de un perito son científicamente válidos y si pueden aplicarse apropiadamente a los hechos del caso” (Sartore y Van Doren, 2006).

Los detallamos a continuación:

- Que la técnica utilizada por el perito ha sido probada suficientemente frente a errores.

- Que la técnica ha sido revisada por otros científicos y, en su caso, ha sido publicada.
- Que el perito indique el grado de acierto de la técnica.
- Justificación del mantenimiento de estándares de calidad en el uso de la técnica.
- Consenso en la comunidad científica sobre la fiabilidad de la técnica.

(Nieva-Fenoll, 2018).

Retomando el enfoque bayesiano en la estadística, podemos proporcionar otro ejemplo claro de aplicación en la interpretación de resultados en las pericias de perfiles de ADN. En rigor, estos procedimientos pueden ser representados en la siguiente red:

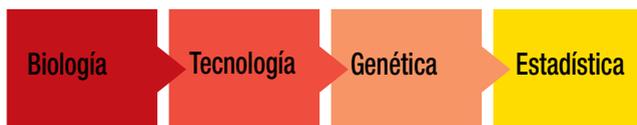


Figura 18.

En este contexto, la estadística es fundamental para determinar si se produce una coincidencia, para comparar un perfil de ADN con perfiles de bases de datos poblacionales con el fin de generar un informe del caso analizado que incluye la probabilidad de coincidencia al azar. Por lo tanto, una de las formas de analizar las interpretaciones en formato de probabilidad gracias a la estadística bayesiana puede ser planteada como hipótesis de la siguiente forma:

- H1 (Hipótesis Fiscal): El perfil genético hallado en la evidencia fue depositado por la persona sospechosa
- H2 (Hipótesis Defensa): El perfil genético hallado en la evidencia proviene de un individuo de la población distinto a la persona sospechosa y no relacionado genéticamente con esta

Estas hipótesis generan que se estudien o se expresen sus resultados por medio de un índice conocido como índice de verosimilitud o índice de Identidad.

El concepto presentado por Anabel Deltell (2018) acerca de la estadística bayesiana nos indica que la función de verosimilitud resume la información que nos dan los datos sobre cada posible valor del parámetro que tomamos como ejemplo. También podríamos usar la función de verosimilitud para cada posible valor y así tener una visión más completa del comportamiento de estos. En definitiva, esta será la función que combinaremos con información sobre los parámetros que ya teníamos antes de la recopilación de datos y que llamamos *información a priori*.

De esta forma, la probabilidad de identidad se usa utilizando el teorema de Bayes donde queda como $LR/(LR+1)$ y si se multiplica por 100 se expresa como porcentaje.

Ampliando un poco más estas ideas, el equipo de profesionales forenses de la página web *Genome4identity*, lo explica de esta forma:

Obtenidas las probabilidades de ambas hipótesis, se calcula mediante el teorema de Bayes una razón de verosimilitud (LR) que nos indica cuantas veces es más probable una hipótesis que la otra. Siendo el valor mínimo de 1 en el que ambas hipótesis son igualmente probables y un valor ilimitadamente alto para cada una de las dos hipótesis. Como ejemplo, como media, una combinación al azar de estos 23 STRs tiene una probabilidad de 1×10^{-25} de ser reproducida al azar en dos individuos no relacionados en la población. Cuando en el artículo dicen “La probabilidad de que estos 15 marcadoras coincidan de forma fortuita es minúscula, en torno a uno en 100.000 billones.” No están expresando una probabilidad finita entre 0 y 1, si no una LR media entre hipótesis

En resumen, el análisis de ADN forense no es una herramienta absoluta, tiene cierta imprecisión, pero es una imprecisión matemáticamente medible, y esto hace que la prueba en sí, sea segura... o al menos hace que podamos saber matemáticamente como de seguros podemos estar del resultado. Lo cual es quizás incluso preferible (2020).

Por último, para resumir las pautas que queremos establecer en relación con la estadística en los procesos o fenómenos forenses, es importante destacar que todos los programas de sistemas biométricos o de identidad de materiales se fundamentan en algoritmos basados en estudios estadísticos de sus datos. Por lo tanto, como herramienta de trabajo, la estadística es fundamental en este campo, su conocimiento, su uso y su aplicación aportan rigor científico a los resultados que buscamos. Dejarla de lado seguramente acarreará consecuencias no deseadas.

En capítulos posteriores, abordaremos un punto de vista particular sobre la noción de *ciencia basura*, donde la falta de comprensión y actualización en temas estadísticos puede llevar a un enfoque deficiente en la investigación¹⁰.

4.2 Teoría de los errores

Concepto equivocado, juicio falso, son parte de las definiciones clásicas de error. Sin embargo, ¿será *aplicable la misma acepción en los contextos de la física y las matemáticas*? Para estos casos, la Real Academia Española lo define como “diferencia entre el valor medido o calculado y el real”, y de esta definición partiremos para este apartado.

En el ámbito de la investigación científica, la realización de mediciones y la obtención de datos son prácticas fundamentales para la formulación, comprobación y aplicación de postulados, hipótesis o leyes. No obstante, es crucial reconocer que en el proceso de obtención de datos, cada medida conlleva un cierto grado de incertidumbre, comúnmente denominado *error experimental*.

Cuando se mide se compara una propiedad del sistema de interés con una escala propuesta por convención internacional para un instrumento. En su esencia más básica, medir es comparar, y al hacerlo, es inevitable encontrar esas diferencias.

Con frecuencia, diferentes profesionales científicos miden las mismas cantidades y comparan los resultados obtenidos. En un proceso judicial, esta circunstancia se da con peritos oficiales y peritos de la defensa. El personal perito forense debe estar al tanto del grado de confiabilidad de los datos obtenidos, ya que toda medición está sujeta a cierta incertidumbre.

La clave en la labor del perito forense es su constante evaluación del grado de confiabilidad de los datos, reconociendo que toda medición lleva consigo una incertidumbre.

10. Para obtener información adicional, recomendamos consultar diversas fuentes, incluyendo el Centro de Estadística y Aplicaciones en Evidencia Forense de los Estados Unidos (CSAFE).

En lo cotidiano, por ejemplo, la longitud de una regla puede variar con la temperatura, al igual que un equipo eléctrico de medición puede verse afectado por la proximidad de un campo magnético. De una forma u otra, todos los instrumentos están sujetos a influencias externas. Las incertidumbres en las mediciones no pueden evitarse por completo, aunque tratemos de minimizarlas al máximo. Por esta razón, es fundamental describir de manera precisa las incertidumbres en nuestras mediciones.

Básicamente, existen dos tipos de error experimental o incertidumbres: los errores sistemáticos y los errores aleatorios. Los primeros afectan todas las medidas de manera definida y son consistentes para todas las comparaciones realizadas dentro de un mismo proceso de medición. Pueden estar asociados tanto al uso de instrumentos mal calibrados, desgastados o no diseñados para tomar la medida requerida, como a la falta de meticulosidad o prolijidad de quien investiga. A este tipo de error también se lo conoce como *error del personal*, ya que hace referencia a situaciones que pueden depender del individuo que realiza la medición, como por ejemplo la posición o perspectiva al leer la escala de un instrumento, también conocido como *error por paralaje*, la fatiga o las condiciones personales de quien opera, como la visión defectuosa.

Por lo tanto, es importante realizar el mantenimiento del instrumental que requiere calibración, como las balanzas, las heladeras, las micropipetas y otros equipos.

Por su parte, los errores aleatorios son el resultado de variaciones impredecibles o desconocidas durante la experimentación, que no están bajo el control de quien realiza las mediciones. Algunos ejemplos pueden ser cambios en la diferencia de potencial aplicado o el voltaje del sistema electrónico de un instrumento, variaciones en la temperatura ambiente, la presión atmosférica o la humedad del entorno, y la presencia de polvo o suciedad, entre otros factores que puedan afectar la precisión del instrumento de medición y su sensibilidad a estos parámetros.

No obstante, los errores experimentales muchas veces pueden reducirse minimizando los *errores accidentales*, es decir, aquellos que se producen debido a pequeñas variaciones que ocurren entre observaciones sucesivas realizadas por una misma persona observadora en las mismas condiciones experimentales. Estas variaciones no son reproducibles de una medición a otra, y se asume que sus valores están sujetos únicamente a las leyes del azar, siendo sus causas completamente incontrolables para quien observa.

Es pertinente destacar, entonces, que debido a los errores e incertidumbres de la medición, en la ciencia no tenemos acceso a un valor verdadero de las cosas, sino al valor más probable de una medida real.

Así la estadística vuelve a tener un rol preponderante en el comunicado de resultados de experimentos académicos y forenses. Dicho valor más probable se calcula como el promedio de todas las medidas tomadas o realizadas.

Con este cambio en el enfoque, necesitamos introducir dos nuevos conceptos relacionados al arte de medir: la exactitud y la precisión.

En el libro *La ergonomía en la ingeniería de sistemas* de Pedro R. Mondelo y Enrique Gregori Torada (1996), se plantea la pregunta: “¿Qué prefiere usted: un reloj preciso o uno exacto?” Lo que pone en evidencia una confusión muy común entre las personas que carecen de alfabetización científica: tienden a considerar precisión y exactitud como sinónimos, cuando en realidad no lo son.

De acuerdo con el *Vocabulario Internacional de Metrología - VIM* (2012: 21), se define la precisión como la proximidad entre las indicaciones de los valores medidos de un mismo mensurando, obtenidas en mediciones repetidas y bajo condiciones específicas. Así, la precisión de una medición depende exclusivamente de la distribución de los resultados en relación a un valor más probable.

En cambio, la exactitud se define como la proximidad entre el valor medido y un valor real esperado. De esta manera, una medición es más exacta cuanto menor es el error de la medida. Es decir, la exactitud de una medida se refiere a cuán cerca está del valor que se intenta medir.

La exactitud se puede determinar con una sola medida técnicamente precisa, mientras que para evaluar la precisión se requieren múltiples medidas, *repetibilidad*. No se puede hablar de precisión solo con una medida realizada.

En otras palabras, cuando hablamos de exactitud, nos referimos de alguna manera a la calidad de un instrumento de medición y a la precisión en la técnica aplicada. No es lo mismo medir una longitud con un hilo como patrón que utilizar una cinta métrica que pueda apreciar hasta los milímetros, o un dispositivo láser que permita apreciar hasta una décima de milímetro. Cada uno de estos dispositivos o instrumentos aportará una mayor exactitud. De ahí la importancia de contar con instrumentos debidamente calibrados.

La precisión, en cambio, se relaciona con la cantidad de valores obtenidos con el mismo instrumento y la misma configuración experimental. Cuantos más valores se tomen, más cercano será el valor promedio y se reducirán los errores en la medición. La calidad del proceso de medición mejora cuanto más cercanas estén estas tomas de medidas.

En respuesta a la pregunta de Mondelo y Torada sobre el reloj, es indudable que preferiríamos un reloj exacto. Sin embargo, su funcionamiento y resultados en la medición del tiempo se fortalecen cuando el reloj es tanto preciso como exacto.

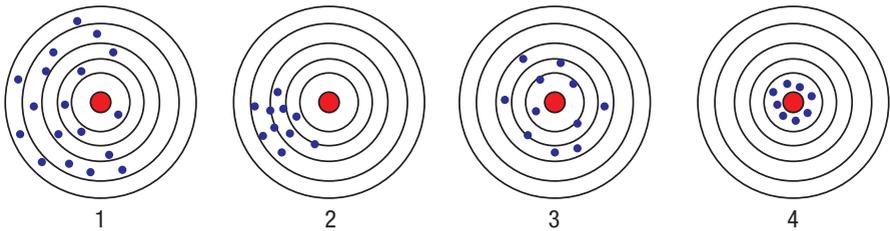


Figura 19.

Podemos comparar el acto de medir al de tirar a una diana, como se observa en la Figura X. El punto rojo central de la diana sería el análogo al valor real de la propiedad de un sistema medido, mientras que los puntos azules serían los distintos valores obtenidos en esa medición.

En el círculo 1, los tiros o medidas están dispersos y distantes entre sí, lo que resulta en la ausencia tanto de precisión como de exactitud. En el caso del círculo 2, existe cierta precisión pero falta exactitud debido a la proximidad de los valores o disparos entre sí, pero la distancia al punto central. En el círculo 3, hay un cierto nivel de exactitud pero no de precisión. Finalmente, el círculo 4 representa el objetivo de cualquier persona que dispara o investiga: tener precisión y exactitud.

La solidez de los resultados periciales se enriquece y mejora con la repetibilidad en el acto de medir, *precisión*, y la meticulosidad en el uso correcto de los instrumentos de medición, *exactitud*, lo que ayuda a minimizar las incertezas y errores inherentes a todo proceso científico, como la medición.

No debe confundirse el concepto de error con el de equivocación

Los errores que se han mencionado en los procesos de medición son, en su mayoría, incertidumbres que forman parte inherente del proceso. Estos errores pueden ser de tipo sistemático o aleatorio. Además de esta clasificación, existen las equivocaciones, que se originan por descuido o por la aplicación incorrecta de un método. Estos son errores evidentes y deben ser evitados, ya que van en contra de los principios científicos.

5.

La ciencia basura en el ámbito forense

Este capítulo está destinado a aquellas personas que se encuentran detenidas injustamente, debido a procesos judiciales afectados por interpretaciones erróneas, especialmente en lo que a investigaciones o estudios periciales respecta.

Estas reflexiones están dedicadas a un hombre que ha sufrido la falta de una verdadera justicia, a su familia y a su hermana mayor.

La detención injusta de personas, a menudo resultado de procesos judiciales afectados por estudios erróneos ya sea por impericia, negligencia o desconocimiento, se convierte en una lamentable realidad que trasciende fronteras. En todo el mundo esta situación se repite y Argentina no es una excepción.

Tomaremos como ejemplo actual, el caso real de una persona detenida sin un claro fundamento debido a una pericia de luminol efectuada en una provincia de Argentina, dicha sustancia es empleada para detectar manchas de sangre eliminadas. Esta pericia presenta graves falencias técnicas, científicas y errores interpretativos legales en diversas etapas judiciales, como resultado de imprecisiones torpes, sistemáticas y metodológicas.

Estos episodios nos deben alertar sobre cómo las y los peritos podemos influir y sesgar a jueces responsables de impartir justicia, quienes debieran comprender que la opinión de un especialista no es la última palabra ni define por completo un caso, sobre todo cuando la libertad de las personas está en juego.

Por tanto, debieran exigirse, en el proceso penal, mecanismos de contrastación con profesionales de las mismas áreas provenientes de otras instituciones.

En las primeras ideas presentadas en esta publicación sobre el concepto de ciencia, destacamos que la generación de un conocimiento amplio y profundo sobre la realidad influye en la interpretación de la vida y los fenómenos que rodean al ser humano, lo cual podría ser un aspecto positivo y claro de esta perspectiva. Sin embargo, suelen surgir problemas cuando esa interpretación es errónea y carece de método, visión de mejora, reflexión o flexibilidad en la modernización.

Estos problemas también se manifiestan cuando las técnicas no son sometidas a revisión de pares, la aplicación de la estadística está ausente, el sesgo profesional influye en los resultados y algunos conceptos no son aceptados por la comunidad científica internacional. Todo esto puede llevar a la aparición de lo que se conoce como *ciencia basura* o *ciencia sin sentido*.

A lo largo de nuestros años de carrera, hemos tenido la oportunidad de ver e intervenir en informes realizados por otros peritos, ya sea como órgano de control o como una segunda o tercera opinión sobre los resultados formulados. Hemos notado, que algunos de ellos se expiden sin un fundamento sólido, trabajan sobre ambigüedades, carecen del marco teórico correspondiente, proceden sin utilizar la tecnología apropiada o, peor aún, reemplazan la tecnología necesaria para llevar a cabo los estudios por una de bajo costo. Además, afirman resultados con un enfoque dogmático, omiten normas y protocolos preestablecidos a nivel nacional o internacional, utilizan insumos vencidos, emplean un lenguaje taxativo y no aplican la flexibilidad en la interpretación de sus resultados.

Sin temor a equivocarnos, creemos que el refrán “zapatero a su zapato” es el que mejor resume este apartado. El problema es tan grave que, de alguna u otra forma, debería existir una estructura de control o se debería exigir a las personas responsables de la organización o del laboratorio, que se implementen todas las medidas necesarias para prevenir este tipo de problemas.

El verdadero inconveniente surge cuando la libertad de una persona está en riesgo, y los resultados periciales llevan a una dinámica judicial que podría condenar a un ser humano sin los fundamentos científicos adecuados.

Por lo expuesto, resulta fundamental que una persona experta se abstenga de exagerar la importancia y la certeza de sus análisis, especialmente si no está familiarizado con las particularidades del proceso investigativo en su totalidad. Su orientación debe ser proporcionar respuestas a las solicitudes específicas, reconociendo las limitaciones de su conocimiento. Además, es importante que dichos profesionales conozcan, manejen, estudien y actualicen las estructuras, herramientas y cimientos propios de la ciencia, ya que constituyen la base formativa de nuevos conocimientos, los cuales pueden ser cruciales en el contexto de un juicio oral en el futuro.

Hemos visto pericias en las que palabras vagas o ambiguas como *muy*, *grande*, *pequeño*, *mucho* y *poco*, forman parte de la conclusión o de la explicación. Estas palabras carecen de precisión y pueden generar confusión en la interpretación de los resultados, y en ningún caso deben ser utilizadas en textos técnicos. Podemos tomar como ejemplo la leyenda encontrada en un informe pericial:

“el auto se encuentra o se encontraba muy limpio”

Esta afirmación puede condenar a una persona cuando se menciona, por ejemplo, que su vehículo posee manchas de sangre lavadas, ya que al declarar que está *muy limpio* se insinúa que efectuó maniobras de limpieza.

La adjetivación nos aparta de la terminología precisa que debemos utilizar y nos distancia de la verdad objetiva que buscamos transmitir. Dado que no existen diferencias significativas entre una persona obsesiva de la limpieza y alguien medianamente ordenado, así como entre un lavado del auto en un lavadero, se evidencia la subjetividad inherente en estas palabras.

Por lo tanto, el término *muy limpio* resulta completamente inapropiado en un informe pericial o, peor aún, en una declaración testimonial de una persona experta.

Otras leyendas arbitrarias y que carecen de fundamento científico, vistas en informes periciales o sentencias judiciales, incluyen:

“La presencia de nitratos y nitritos dan respuesta categórica para decir que una persona disparó un arma de fuego”

“La calma que antecede al huracán”

“Las fibras capilares son idénticas en cuanto a color y aspecto del tallo”

“Las gotitas de sangre están escurridas sobre una superficie plana”

“La presencia de metabolitos de cocaína indican que la persona es consumidor social”

En muchos casos, tampoco se considera la complejidad de la situación. Por ejemplo, no es comparable abordar una ecuación cuadrática (como se ilustra en la Figura 17) con una ecuación diferencial (representada en la Figura 18). La resolución de esta última requiere un conocimiento previo de análisis matemático a nivel universitario, es decir, de un marco teórico más extenso en relación a la simple ecuación cuadrática enseñada en la secundaria. Por lo tanto, no es apropiado que analistas sin conocimiento de ecuaciones diferenciales y que únicamente dominen ecuaciones cuadráticas, intervengan en cuestiones de alta complejidad.

Es por esto que se requieren mecanismo de control para evitar que estas acciones se permitan, ya que afecta la credibilidad de todo el proceso de investigación pericial.

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

Figura 20. Ejemplo de una ecuación cuadrática que se suele estudiar en la secundaria.

$$x^3 \frac{dy}{dx} + 3x^2y = x$$

Fig 21. Ejemplo de una ecuación diferencial de primer orden que generalmente se estudia en cursos universitarios de matemáticas avanzadas.

Con este claro ejemplo matemático, se demuestra que existen peritos especializados en ciertos tipos de trabajos, mientras que otra cantidad se destaca en situaciones o casos más complejos. Si alguien solo tiene conocimientos en la resolución de ecuaciones cuadráticas será difícil para esa persona abordar con éxito una ecuación diferencial.

5.1 Algunas consideraciones sobre la ciencia basura

Siguiendo con las ideas de los párrafos anteriores, el biólogo molecular José Antonio Lozano Teruel (2009) describe algunas consideraciones generales sobre la ciencia basura. De estas consideraciones, destacamos tres ejemplos ilustrativos:

1. La ciencia funciona y la humanidad progresa gracias a ella. Más aún, cuenta con un mecanismo propio interno de control de calidad, imperfecto, pero mejor que ningún otro conocido, como es el de la publicación de los resultados en revistas internacionalmente competitivas, sujetos a la repetición y discusión por otros científicos. Por ello, antes o después, cualquier fraude científico queda siempre al descubierto.
2. La ciencia basura se puede originar por situaciones diferentes: a) el científico se autoengaña y termina viendo lo que deseaba ver; b) se usan argumentos orientados a confundir a personas que, normalmente, no disponen de conocimientos suficientes para discriminar entre ellos; c) se disfraza de ciencia aquello que no lo es; d) lo más grave, se busca un beneficio mediante el uso del engaño.

[...] A menudo se caracteriza por el uso de afirmaciones vagas, contradictorias, exageradas o infalsables; la dependencia en el sesgo de confirmación en lugar de pruebas rigurosas de refutación; poca o nula disposición por parte de sus seguidores a aceptar evaluaciones externas de expertos; y en general, la ausencia de procedimientos sistemáticos para el desarrollo racional de teorías (Teruel, 2009).

En el ámbito forense, es común escuchar la acepción de ciencia basura cuando se hace referencia a las conclusiones periciales de estudios forenses que utilizan términos como *categorico* o *indubitable* para describir sus resultados. Esta situación ha generado un cambio de paradigma o bisagra en el enfoque de la ciencia forense, especialmente a partir del año 2009 en los Estados Unidos. En ese contexto, la Academia Nacional de Ciencias de dicho país publicó un extenso informe titulado *Fortalecimiento de la ciencia forense en los EE.UU.: un camino a seguir*, también conocido como informe NAS. El Departamento de Ciencias Forenses comenta al respecto:

[La Academia Nacional de Ciencias] efectúa numerosas recomendaciones para mejorar las ciencias forenses, incluyendo la independencia de los laboratorios forenses de las agencias del orden público y la acreditación obligatoria.

Como primera agencia forense independiente que se creó desde el informe de la Academia Nacional de Ciencias 2009 (NAS, por sus siglas en inglés), el DFS tiene la intención de lograr los objetivos de transparencia, calidad, precisión y profesionalismo científico para informar al público con ciencia efectiva (Departamento de Ciencias Forenses, s.f.).

Aquí podemos observar cómo un país como Estados Unidos comprende el análisis, las aplicaciones y los estudios forenses, es decir, no dejan al azar procedimientos que deberían ser algo común para el mecanismo de cualquier ciencia. Sin embargo, en el ámbito forense, esto parece no ser así.

Es importante recordar que los resultados presentados por una persona experta son analizados por individuos que muchas veces no tienen conocimientos sobre lo que están leyendo, y por eso se apoyan en profesionales para la interpretación de los resultados, ideas ya descritas en párrafos anteriores. Además, otra perspectiva sobre el informe *NAS 2009* establece lo siguiente:

El comité llegó a un consenso sobre los problemas más importantes que enfrenta ahora la comunidad de ciencias forenses y el sistema de médicos forenses, produciendo 13 recomendaciones para abordar estos problemas. Las recomendaciones están destinadas a abordar las siguientes deficiencias en la empresa de ciencias forenses en los Estados Unidos: la falta de recursos que ha creado retrasos en los laboratorios y ha socavado la calidad del trabajo realizado; falta de una estrategia unificada para desarrollar un plan de investigación en ciencias forenses en todas las agencias federales; y múltiples tipos de profesionales con diferentes niveles de educación, capacitación, culturas profesionales y estándares de desempeño. La naturaleza fragmentada de la ciencia forense en Estados Unidos aumenta la probabilidad de que la calidad e interpretación de la evidencia presentada en el tribunal varíe de manera impredecible entre las jurisdicciones. La recomendación clave para abordar estas deficiencias es que el Congreso establezca y se apropie de fondos para una entidad federal independiente, el Instituto Nacional de Ciencias Forenses (NIFS). Este organismo independiente financiado con fondos federales supervisará y dirigirá

las disciplinas forenses en la Nación. Las otras recomendaciones en este informe están vinculadas a la creación de los NIFS; sin embargo, incluso si se impide la creación del NIFS se deben seguir las ideas y principios básicos en cada una de las otras recomendaciones. Pertenecen a la terminología estandarizada y la presentación de informes; más y mejor investigación; mejores prácticas y estándares; control de calidad, garantía y mejora; códigos de ética; educación y formación mejoradas; el sistema de investigación de muerte médico legal; interoperabilidad automatizada del sistema de identificación de huellas digitales; y la vinculación de las disciplinas de ciencias forenses con la seguridad nacional. Un índice de temas y agendas de reuniones del comité adjuntas e información biográfica para los miembros del comité y el personal (Oficina de Programa de Justicia, 2009).

En este contexto, se destaca la importancia otorgada a la mejora de las prácticas, el control de calidad y la garantía de resultados. Recomendamos la lectura y el uso de los repositorios e información de los siguientes organismos, como sistemas de actualización:



Figura 22. Organización de Comités del Área Científica para Ciencias Forenses (OSAC)
<https://www.osac.gov/>



Figura 23. Academia Americana de Ciencias Forenses (AAFS)
<https://www.aafs.org/>



Figura 24. Centro de Estadística y Aplicaciones en Evidencia Forense (CSAFE)
<https://forensicstats.org/>

Para concluir, en 2016, el Consejo de Asesores del Presidente en Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos (PCAST) recomendó una serie de acciones para fortalecer la ciencia forense y promover su uso más riguroso en el ámbito de la justicia, como se detalla a continuación:

PCAST concluyó que dos brechas importantes justificaban la atención del grupo: (1) la necesidad de claridad sobre los estándares científicos para la validez y confiabilidad de los métodos forenses y (2) la necesidad de evaluar métodos forenses específicos para determinar si han sido científicamente establecidos para ser válidos y confiables. El estudio tuvo como objetivo ayudar a cerrar estos vacíos para una serie de métodos forenses de comparación de características, específicamente, métodos para comparar muestras de ADN, marcas de bits, huellas digitales latentes, marcas de fuego, calzado y cabello.

En el curso de su estudio de un año, PCAST recopiló y revisó un conjunto de más de 2.000 artículos de varias fuentes, se educó sobre asuntos de hecho relacionados con la interacción entre la ciencia y la ley, y obtuvo aportes de científicos y profesionales forenses, jueces, fiscales, abogados defensores, investigadores académicos, defensores de la reforma de la justicia penal, y representantes de agencias federales (Lander, E., Press, W., Gates, S., Graham, S., McQuade, J. & Schrag, D., 2016).

Este tema no debe ser considerado un tabú, sino, por el contrario, debe ser analizado, internalizado y estudiado desde los primeros cursos en las facultades. Es fundamental aportar al estudiantado la idea de que un perito es una persona y no un robot, y que, como cualquier ser humano, puede cometer errores o enfrentarse a situaciones y particularidades no siempre bien definidas. Cuando un perito falla, puede resultar en la privación de la libertad de una persona, y desposeerla de uno de sus bienes más preciados. Por lo tanto, es esencial conocer los mecanismos existentes para reducir al máximo las tasas de error en los informes o estudios periciales, proporcionando a la justicia pruebas e indicios sólidos y confiables.

5.2 Mecanismos de control para lograr mejoras continuas de resultados periciales

La búsqueda constante de mejora en los resultados periciales es esencial en el ámbito forense. Para lograrlo, es fundamental contar con mecanismos de control efectivos que permitan evaluar, supervisar y optimizar cada etapa del proceso pericial, no solo para asegurar la calidad de los informes y estudios forenses, sino también para fortalecer la confiabilidad de la ciencia forense en el sistema de justicia. A continuación detallamos algunos de ellos.

- Dobles o triples controles de resultados periciales
- Distinguir correctamente reacciones de orientación y de certeza, como así también los conceptos de sensibilidad y de selectividad y las consecuencias de sus usos y explicaciones en informes periciales
- Participación en ejercicios interlaboratorios nacionales e internacionales
- Actualización constante de fuentes bibliográficas reconocidas, como mecanismo de revisión
- Reuniones de pares, aproximándose a asociaciones forenses de renombre
- Comprender el uso de la estadística como ciencia de los datos y su importancia, al igual que la probabilidad y las teorías del error
- Validación de técnicas y contacto con profesionales que puedan brindar el apoyo correspondiente
- Comprender la gestión de la calidad como una gran meta a alcanzar
- Reconocer la incertidumbre de los métodos analíticos y su aplicación según las normas necesarias
- Evaluación minuciosa y cuidado en el uso de métodos directos de identificación y de palabras tales como: *similares*, *consistentes*, *únicas*, *idénticas*, *iguales*, *categorías*, *identidad*, sin la correspondiente evaluación estadística de los datos estudiados

Para concluir este apartado, deseamos destacar cuatro puntos claves:

- Recordemos que los y las profesionales en ciencia poseen marcos teóricos y experiencias comprobadas, capaces de abordar cuestiones complejas de manera efectiva.
- Es importante el autocuestionamiento constante, especialmente cuando nos enfrentamos a estudios criminalísticos clásicos. El acto de cuestionar nos permite crecer como peritos.
- Pensar que la ciencia no es falible, es un grave error
- Depende de quienes trabajamos en el campo de la ciencia forense transformarla en una verdadera ciencia.

5.3 Proyecto Inocencia. *Innocence Project*

¿Existe alguna respuesta institucional, ya sea gubernamental o no gubernamental, para abordar la mala gestión de pruebas y la interpretación errónea de resultados por parte de distintos tribunales de justicia?

Los Estados Unidos han sido pioneros en abordar estos temas a través del Proyecto Inocencia, que hasta el 26 de mayo de 2023 ha logrado recusar y exonerar a 237 personas inocentes. La mayoría de estas exoneraciones se debieron a la utilización de pruebas de ADN, errores en la recolección de evidencias sin mantener una cadena de custodia adecuada, testimonios falsos que posteriormente se demostraron como tales y análisis de sesgos en los informes periciales.

Un ejemplo que ilustra la noción de *ciencia sin sentido* es el caso de Kirk Odom, quien fue condenado erróneamente debido a estudios microscópicos de pelos que más tarde se demostraron como incorrectos. Odom pasó en prisión desde 1981 hasta 2012.

El Registro Nacional de Exoneraciones (NRE) de EE. UU. (2015) detalla que en el juicio de esta persona afroamericana, en septiembre de 1981, la víctima identificó a Odom en la corte como el agresor. Además, un examinador microscópico del FBI testificó que el cabello encontrado en el camisón de la víctima era similar al cabello de Odom. Sin embargo, este testimonio resultó ser engañoso, ya que, según las notas de laboratorio de Scholberg, el examinador solo catalogó el color del cabello y proporcionó una descripción de la parte del cuerpo de la que parecía provenir el cabello, que era solo un fragmento. Este testimonio se basó en estadísticas prejuiciosas relacionadas con la raza.

El 14 de febrero de 2011, el Servicio de Defensor Público presentó una moción para realizar pruebas de ADN en la evidencia biológica del caso de Odom. La evidencia se localizó en el almacenamiento y se envió para su análisis. En enero de 2012, el informe de las pruebas reveló que Odom había sido excluido como el violador. Para 2014, se había convertido en uno de los cinco hombres condenados injustamente en el Distrito de Columbia debido a un análisis de cabello incorrecto realizado por el FBI que fueron exonerados mediante pruebas de ADN. Los otros cuatro hombres fueron Donald Gates, Kevin Martin, Santae Tribble y Cleveland Wright (Registro Nacional de exoneraciones, 2015).

Este es un ejemplo claro de ciencia basura aplicada en un estudio forense de una persona inocente que fue detenida injustamente.

En Argentina la filial de Proyecto Inocencia (*Innocence Project - Argentina*) presenta en su página web reflexiones basadas en el documento *Government Misconduct and Convicting the Innocent: The role of prosecutors, police and other law enforcement*, publicado por el Registro Nacional de Exoneraciones de los Estados Unidos de América.

En reflexiones explican y detallan las circunstancias relacionadas con el mal manejo de causas judiciales, y establecen el término *fraude forense (forensic fraud)*, el cual se refiere a una forma de irregularidad estatal que involucra la fabricación deliberada de pruebas por parte de agentes estatales para condenar a una persona acusada, excluyendo los casos de trabajadores privados.

El NRE identifica diferentes tipos de conductas frecuentes, entre las que podemos citar:

- Falsas coincidencias forenses. En más de un tercio de los fraudes forenses identificados en el informe, la persona condenada fue falsamente vinculada a la escena del crimen mediante pruebas falsas. Estas falsas coincidencias involucraron, por ejemplo, pelo encontrado en la escena del crimen y pelo de la persona acusada, marcas de mordidas y los dientes del sospechoso, fibras halladas en la escena del crimen y fibras de ropa del sospechoso.
- Ocultamiento de pruebas que excluían a la persona condenada. En estos casos, si bien no se fabrica evidencia estrictamente, se realizan afirmaciones falsas sabiendo que lo son. Usualmente, se trata de casos en los que se alega que sangre, semen o huellas halladas en la escena del crimen podrían pertenecer al acusado y se ocultan pruebas recolectadas que indican lo contrario.



Fig. 25. En Argentina, se encuentra una filial de Proyecto Inocencia.

Fuente: <https://innocenceprojectargentina.org/>

En relación a este tema tan particular y sensible, las autoridades que imparten justicia buscan la ayuda de peritos, especialistas, forenses, es decir personas con experiencia en campos científicos, que puedan brindarle respuesta a sus interrogantes. Cuando esta función no se cumple adecuadamente, se desvirtúa el propósito fundamental de la justicia, lo que muchas veces resulta en errores en la condena y por ende la pérdida de la libertad de una persona.

Es esencial la creación o existencia de organismos de control que regulen estas prácticas, las auditen y las supervisen.

Palabras finales

En este manual intentamos resumir y ofrecer una opinión lo más objetiva, acertada y actualizada posible sobre los fundamentos de la estructura científica, su metodología, las herramientas aplicables en el campo de la investigación, la presentación por escrito de algunas de estas técnicas, la perspectiva procesal penal y los elementos de la investigación policial, vinculando todos estos temas con la disciplina moderna de la criminalística.

Además, describimos los principios en que se sustenta la criminalística, y nos hemos aventurado a presentar dos nuevas perspectivas. Destacamos la importancia de la estadística como base de las ideas y resultados, que muchas veces no es tenida en cuenta para esta área de análisis, así como también la relevancia de la teoría del error.

Así mismo, consideramos apropiado diferenciar la criminalística de la criminología. Además, introdujimos por primera vez en un libro de estas características, el concepto de ciencia basura y las implicancias que este posee a la hora de efectuar un dictamen judicial. En esa misma sintonía mostramos y comentamos el Proyecto inocencia.

Este manual básico resulta fundamental para estudiantes de primer año en cualquier disciplina forense, pero no por ello escatima rigurosidad en cuanto a la perspectiva que ofrecemos a lo largo de su contenido. Por todo lo expuesto, destacamos algunas consideraciones que abordamos en esta publicación:

El o la criminalista, como profesional de las ciencias forenses, debe poseer la capacidad reflexiva de la ciencia para comprender las circunstancias por las que pueden pasar diversas entidades, como materiales, elementos, víctimas y victimarios, entre otras. Debe entender cómo estas entidades se relacionan e interpretan a través de fenómenos y leyes específicas en un ámbito de la realidad determinado. Una de las aplicaciones prácticas de esta comprensión es la faz pericial.

La metodología científica implica una estrategia conocida como la investigación científica, que comprende un conjunto de procedimientos utilizados para adquirir conocimiento acerca de los objetos de estudio. En este sentido, investigar significa indagar, averiguar. El *buscar* se constituye como una pesquisa de hechos.

Es así que, sin importar el ámbito o especialidad dentro del amplio campo de la criminalística, siempre buscamos la verdad, nos acercamos a enfoques racionales, nos alejamos de estructuras y pensamientos sin sentido. Aquello que la realidad experimental demuestra es lo que vale, y la libertad de una persona puede depender de ello.

Nos valemos de los derechos y obligaciones que las herramientas legales y procesales nos proporcionan como profesionales en estas disciplinas. Nunca nos apartamos del objetivo primordial: llegar a la verdad sin titubeos ni malentendidos. Una pericia bien realizada nos llena de orgullo por contribuir al campo en el que trabajamos, mientras que una mal ejecutada puede poner en riesgo nuestra carrera, reputación y prestigio.

No nos dejamos llevar por la ambición y la soberbia, ya que un verdadero profesional en el ámbito de la criminalística, una ciencia fáctica como esta, debe ser humilde. Esta humildad nos abrirá las puertas a un futuro próspero y exitoso.

Bibliografía

American Statistical Association. (2023). *Informes de las Directrices para la evaluación e instrucción en educación estadística. Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE)*. Disponible en: [https://www.amstat.org/education/guidelines-for-assessment-and-instruction-in-statistics-education-\(gaise\)-reports](https://www.amstat.org/education/guidelines-for-assessment-and-instruction-in-statistics-education-(gaise)-reports)

Ander Egg, E. (2011). *Aprender a Investigar: nociones básicas para la investigación social*. Argentina: Brujas

Arias - Odon, F. (2019). *Metodología de la Investigación*. Universidad Católica de Andrés Bello. Caracas, Venezuela. Recuperado el 28/5/23. Disponible en: <https://ucab.academia.edu/FIDIASARIASOD%C3%93N/Papers>

Azofeifa, D. (2006). *Manejo instrumental del concepto de hipótesis en el diseño de un proyecto de investigación*. Biblioteca Nacional de Salud y Seguridad Social de Costa Rica. Disponible en: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rcafss/v14n2/art3.pdf>

Badii, M. H., Castillo, J., Rodríguez, M., Wong, A., & Villalpando, P. (2007). Diseños experimentales e investigación científica (Experimental designs and scientific research). *Innovaciones de Negocios*, 4(2), 283–330. Disponible en: <https://revistainnovaciones.uanl.mx/index.php/revin/article/view/190/176>

Bar, A. (2003). Investigación científica e investigación criminalística. *Cinta de Moebio*. N° 16. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Bernardo, C., Chaves, V., Sant'Ana, R., & Martínez, M. (2018). Perspectivas históricas de la Investigación Operacional. *Bolema*, 32(61), 354-374. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v32n61a03>

Brent, R. (2006). El veredicto Daubert. *Revista Pediatrics*, 62(5), 713-715. Disponible en: <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=13113400&r=10>

CFEC/Estudio Criminal (2019). *Definición de Indicio*. Disponible en: <https://www.estudio-criminal.eu/blog/definicion-de-indicio/>

Carreño Serra, A. (2006). La estadística frecuentista y la estadística inferencial. El Teorema de Bayes. En Revista *Sociedad Española de Enfermería Nefrológica (SEDEM)*. Disponible en: <https://www.revistaseden.org/files/7-CAP%207.pdf>

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET. (2018). *Protocolo para las Pericias Forenses de Voz en el Ámbito Judicial*. Disponible en: <https://www.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/Protocolo-para-la-Pericias-Forenses-de-Voz.pdf>

Deltell, A. (2018). Bayesana: estadística por todas partes. Disponible en: <https://anabelforfe.com/2021/01/10/verosimilitud/>

Departamento de Ciencias Forenses (s.f). *Acerca del DFS*. EE.UU. Disponible en: <https://dfs.dc.gov/page/spanish-espa%C3%B1ol-1>

Esquivel, J., Carbonelli, M., y otra. (2011). *Introducción al conocimiento científico y metodología de la investigación social*. Florencio Varela: Universidad Nacional Arturo Jauretche).

Fernández Toucido, P. (2023, septiembre 14). *Entrevista con el Jefe de la División de Homicidios de la Policía Federal Argentina* [Comunicación personal].

Fernández, T., & Tamaro, E. (2004). Galileo Galilei. Biografía; Biografía de Antoine-Laurent de Lavoisier; Charles Darwin. Biografía. En *Biografías y Vidas*. Disponible en: <https://www.biografiasyvidas.com/>

Fried, G. (1994). *Biología*. España: McGrawHill

Foucault, M. (1978/1996). *La verdad y las formas jurídicas*. Barcelona: Gedisa.

Genome4identity. (2020). El análisis forense de variantes de ADN como herramienta falible. Amplía! Disponible en: <https://www.genome4.com/identity/el-analisis-forense-de-variantes-de-adn-como-herramienta-falible-amplia/>

Gómez Maiorano, Á. (2023, septiembre 21). *Entrevista con jueza a cargo del Juzgado Nacional en lo Criminal y Correccional N.º 49 de la Justicia Argentina*. [Comunicación personal].

González, M., López González, F., y otros (2023). *¿Qué es la física teórica, la física experimental y la física computacional?* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/divulgacion-ciencia/fisicas/>

Gozaini, O (2005). *Pruebas científicas y verdad el mito del razonamiento incuestionable*. Disponible en: <http://www.derecho.uba.ar/institucional/deinteres/2015-gozaini-pruebas-cientificas-y-verdad.pdf>

Gross, H. (1893). *Manual del juez de instrucción*. Madrid: La España moderna.

Heinz, D. (1999). *Nueva guía para la investigación científica*. México: Planeta América.

Hortiz de Haro, J. (2002). *La probabilidad en los libros de texto*. Departamento de Didáctica de la Matemática. Grupo de Educación Estadística Universidad de Granada. Disponible en: <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/tesisjj.PDF>

Innocence Project (2023). *Nuestros trabajo*. EEUU. Disponible en: <https://innocenceproject.org/>

Innocence Project Argentina (2023). *Causas armadas en Argentina: el rol de la policía, la fiscalía y auxiliares de la justicia*. Disponible en: <https://innocenceprojectargentina.org/blog/causasarmadasenargentina/>

- Juárez, R. y López Vázquez D. (2014). *El indicio lingüístico en la investigación criminal*. Disponible en: <http://revista.cleu.edu.mx/new/descargas/1501/3%20indicio%20linguistico%20en%20la%20investigaci%F3n%20criminal.pdf>
- Kelmansky, D. (2009). *Estadística para todos: estrategias de pensamiento y herramientas para la solución de problemas*. Artes Gráficas Rioplatense S.A.: Buenos Aires.
- Lander, E., Press, W., Gates, S., Graham, S., McQuade, J. & Schrag, D. (2016, septiembre 20). *PCAST Releases Report on Forensic Science in Criminal Courts*. Disponible en: <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/09/20/pcast-releases-report-forensic-science-criminal-courts>
- Mondelo, P. y Torada, E. (1996). *La ergonomía en la ingeniería de sistemas*. Madrid: Isdefe.
- Monje Alvarez, C. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa*. Guía Didáctica. Programa de Comunicación Social y Periodismo. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad Surcolombiana. Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Mora Ledesma, M. y Sepúlveda, P. (1999). ¿Qué es investigar? En *Metodología de la investigación*. México: Limusa.
- Morales, F. (2010). *Tipos de Investigación*. Disponible en: https://www.academia.edu/4646164/Tipos_%20de_Investigaci%C3%B3n
- Montejo, V. L. (2018). *La práctica de la investigación criminal: Inspección Técnico Ocular (ITO)*. Editorial Reus
- Moyano, E. I. (2000). *Comunicar ciencia: El artículo científico y las presentaciones a congresos*. Lomas de Zamora: Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- Nieva-Fenoll, J. (2018). Repensando Daubert: La paradoja de la prueba pericial. *Civil Procedure Review*, 9(1), 11-26. <https://www.civilprocedurereview.com>
- Oficina de Programa de Justicia (2009). *Fortalecimiento de la ciencia forense en los Estados Unidos: un camino hacia adelante*. Disponible en: <https://www.ojp.gov/ncjrs/virtual-library/abstracts/strengthening-forensic-science-united-states-path-forward>
- Parra, J. (2004). *Estadística descriptiva e inferencial I: fascículo II / Medidas de tendencias central*. Colegio de Bachilleres. México. Disponible en: http://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material_bachiller/cb6/5sempdf/edin1/edin1_f1.pdf
- Pérez, J. (2007). Las variables en el método científico. En *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 73(3). Lima. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300007
- Piovani, J. I. (2007). El diseño de la investigación. En J. I. Piovani, N. Archenti y A. Marradi (Eds.), *Metodología de las ciencias sociales*, 97-111. Buenos Aires: Emecé editores.

Pita Fernández, S. y Pértegas Díaz, S. (2002). *Investigación cuantitativa y cualitativa*. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña (España). Disponible en: <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/investigacion-cuantitativa-cualitativa/#sec3>

Popper, K (1980). *La lógica de la investigación científica*. Tecnos: Madrid. Disponible en: <http://www.raularagon.com.ar/biblioteca/libros/Popper%20Karl%20-%20La%20Logica%20de%20la%20Investigacion%20Cientifica.pdf>

Programa Nacional de Criminalística (2014). *Manual de formación del coordinador del trabajo forense en la escena del crimen*. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos: Argentina. Disponible en <http://www.mpf.gov.ar/capacitacion/actividad/jornadas-de-capacitacion-sobre-el-trabajo-en-la-escena-del-crimen/>

Ministerio de Seguridad. (2021). *Protocolo de actuación para la investigación científica del lugar del hecho*. Argentina. Disponible en: https://www.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/anexo_6486329_1.pdf

Real Academia Española. (2022). *Diccionario de la lengua española*. Definición de la palabra “rastros” y de la palabra “forense” [Definición]. Real Academia Española. Disponible en <https://dle.rae.es/>

Ramírez Varela, F. (2015). *Manual del investigador: ideas sueltas para empezar a investigar*. Disponible en: <https://manualdelinvestigador.blogspot.com/2015/02/%20metodologia-de-la-investigacion-los.html>

Registro Nacional de Exoneraciones (2015). *Kik ODOM*. EE. UU. Disponible en: <https://www.law.umich.edu/special/exoneration/Pages/casedetail.aspx?caseid=3943>

Rendón-Macías, M., Villasis-Keeve, M., & Miranda-Novales, M. (2016). Estadística descriptiva. *Revista Alergia México*, 63(4), 397-407.

Sabino, C. (1992). *El proceso de la investigación*. Buenos Aires: Lumen.

Salinas, P. (2013). *Metodología de la investigación científica*. Facultades de Ingeniería, Medicina, Odontología y Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes Mérida. Venezuela

Samaja, J. (2003) Los caminos del conocimiento en *Semiótica de la Ciencia*. Libro inédito.

Sampieri (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

Sartore, J. y Van Doren, R. (2006). El Veredicto Daubert obliga a los jueces a valorar las pruebas científicas. *Revista Pediatrics*, 62(5), 747-749. EE.UU. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/266208878/Veredicto-Daubert-Obliga-a-Los-Jueces-a-Valorar-Pruebas-Cientificas>

- Siri, R. (2006). *Apuntes de la materia Química General e Inorgánica I y II*. Universidad Tecnológica Nacional. Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico.
- Slafer, G. A. (2009). ¿Cómo escribir un artículo científico? *Revista de Investigación en Educación*, N° 6, 124-132. <http://webs.uvigo.es/reined/>
- Sosa, Carlos. (2008). Biografía de Hans Gross. En *Principio de Identidad*: Disponible en: <https://principiodeidentidad.blogspot.com/2020/02/biografia-de-hans-gross.html>
- Spiegelhalter, D. (2023). El arte de la estadística. Capitán Swing Libros. Disponible en: <https://www.perlego.com/es/book/4089466/el-arte-de-la-estadstica-pdf>
- Soler Soler, L. (1981). *Fundamentos de la Investigación*. En C. Medina, *Apuntes de un investigador* (p. 21). Disponible en <https://mega.nz/file/ISJ22DpB#RA6wzE5Pat0As1JpT-0C0hhcC9aToaltqeUws1gtHqpY>
- Tafoya, P. (2010). *Diferencias entre Inducción y Deducción*. En Blog de la materia “Filosofía de la ciencia” Licenciatura en Filosofía ISES. Valencia. España. Disponible en <http://le-xiskaipraxis-ciencia.blogspot.com.ar/2010/09/diferencias-entre-induccion-y-deduccion.html>.
- Teruel, J. (2009). Ciencia basura. En *Revista digital de ciencia y salud*. Murcia, España. Disponible en: https://cienciaysalud.laverdad.es/1_1_46.html.
- Univaso, P. (2017). *Cómo presentar la evidencia científica a la comunidad jurídica: factor de Bayes*. Pontificia Universidad Católica de Argentina. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322197120_Como_presentar_la_evidencia_cientifica_a_la_comunidad_juridica_factor_de_Bayes
- Vázquez Rojas, C. (2014). Sobre la científicidad de la prueba científica en el proceso judicial. *Anuario de Psicología Jurídica*, 24(14), pág. 65-73. Universidad de Girona. España. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3150/315031876009.pdf>
- Villegas, M., González-Torre, F., & otros. (2001). Un ensayo encaminado a resolver un problema en la doctrina del azar. *Revista de la Real Academia Ciencias Exactas Física y Naturales de España*, 95(1-2), 63-80. Disponible en: <https://www.mat.ucm.es/~villegas/PDF/EnsayoTraduccion.pdf>
- Viña, V. (2023, agosto 10). *Entrevista con experta* [Comunicación personal].
- Vocabulario Internacional de Metrología: Conceptos fundamentales y generales, términos asociados (2012). Centro Español de Metrología. Disponible en: https://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web_0.pdf
- Ynoub, R. (2015). *Cuestión de método. Aportes para una metodología crítica*. México D.F.: CENGAGE Learning.



El *Manual de enfoques científicos y fundamentos sobre criminalística* ofrece los enunciados básicos de la disciplina y destaca el valor científico que debe respaldar el trabajo criminalístico. Su autor, Juan Osvaldo Ronelli, subraya la importancia de la investigación criminal como una labor conjunta multidisciplinaria, dando voz a autoridades judiciales, investigadores y profesionales en criminología, personajes no habituales en la literatura forense.

El libro aborda el dinamismo del proceso de producción de conocimiento en las ciencias forenses, evidenciando la revolución tecnológica y los cambios profundos que han transformado estructuras de pensamiento. Ronelli explora el surgimiento del *nuevo paradigma forense*, destacando la relevancia de la Estadística y la Ciencia de Datos, así como la necesidad de abordajes probabilísticos. Además, desafía tabúes de la disciplina, confrontando temas como el error pericial y la *ciencia forense basura*.

Este manual es una contribución invaluable para las nuevas generaciones de criminalistas, proporcionando conceptos e ideas centrales que marcarán el desarrollo profesional diario. Destaca la ciencia como un pilar esencial en el ámbito forense y deja huella en la transición hacia un nuevo paradigma.

ISBN 978-631-90331-1-3



9 786319 033113



Editorial IUPFA
Rectorado