



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA  
OPTATIVA DISCIPLINARIA QUÍMICA FORENSE EN EL PLAN DE  
ESTUDIOS 2005 DE LA CARRERA DE QFB**

**TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA**

**PRESENTA**

**LAURA MARISOL GÓMEZ SÁNCHEZ**



**MÉXICO, D.F.**

**2011**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** Profesor: Raúl Garza Velasco  
**VOCAL:** Profesor: Francisco Hernández Luis  
**SECRETARIO:** Profesor: Perla Carolina Castañeda López  
**1er. SUPLENTE:** Profesor: Martha Giles Gómez  
**2° SUPLENTE:** Profesor: Juan Francisco Palacios Espinoza

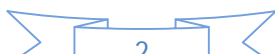
**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:** Facultad de Química

## **ASESOR DEL TEMA:**

Perla Carolina Castañeda López

## **SUSTENTANTE:**

Laura Marisol Gómez Sánchez



# Agradecimientos

**A dios por que nunca me abandono y me ha guiado todos estos años de mi vida por buen camino.**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme cobijado estos últimos años de mi vida me enorgullece ser parte de la mejor universidad de México**

**A la Facultad De Química la cual para mí fue un segundo hogar durante toda mi carrera profesional, la cual me brindo las herramientas necesarias para poder salir adelante en mi vida laboral y gracias a ella me he convertido en lo que soy el día de hoy.**

**A la Dra. Perla Castañeda, por su paciencia y el tiempo que me dedicó para poder realizar este trabajo,..... sus consejos, su colaboración, su apoyo.... gracias muchas gracias. Con mucho afecto, respeto y admiración.**

**A todos los profesores que conocí durante mi estancia en la facultad de química, sus consejos, su apoyo su paciencia y especialmente todo el conocimiento que me transmitieron el cual me ha ayudado a salir adelante.**

**A mi familia la cual es el pilar mas fuerte en la vida que me sostiene día con día, a mis padres los cuales agradezco todo su tiempo, paciencia, dedicación y apoyo, que gracias a ellos nunca me faltó nada, a mi hermanito que siempre me daba ánimos y me enseñaba a ver la vida de una manera diferente, y gracias a sus consejos pude salir adelante. A ellos lo más sagrado que tengo en la vida, les dedico este trabajo.**

**A todas las personas que me dieron la oportunidad de conocer el mundo laboral antes, durante y después de mis estudios profesionales.**

# Dedicatorias

A mi mamita querida, confidente y amiga, que es el mejor ser que dios me pudo dar en mi vida, por sus consejos su paciencia, su cariño y todo su amor, la que nunca me exigió nada con tal de que estudiara y saliera adelante, y que me dio animo cuando mas lo necesite, mamita nunca olvidare esas lagrimas que derramaste por mi, al inicio de este largo camino, mami gracias por ser mi guía durante todos estos años de mi vida, mami TE AMO.

A mi padre el cual respeto y admiro mucho mi ejemplo a seguir, gracias papito por los buenos momentos que pasamos juntos día con día nunca olvidaré esos ratos tan lindos y divertidos que pasamos cuando estamos juntos, gracias por tus consejos, tu cariño, tu amor, tu consentimiento, eres el mejor papa del mundo, gracias a ti me encuentro el día de hoy viendo hacia el frente y me he convertido en una persona de bien, no importa a donde vaya ni donde me encuentre para ti siempre seré tu pequeña papi TE ADORO.

A mi hermanito Beto que para mi es uno de los tesoros mas preciados que puedo tener en esta vida, gracias hermanito, sin ti no hubiera llegado este logro tan esperado, eres parte de mi vida y te admiro como no tienes idea, esa nobleza que tienes, siempre tan positivo, nunca cambies, me encanta esa forma que tienes de ver la vida, tu eres la persona que a mi me hubiera gustado ser, por que a pesar de que casi no estamos juntos siempre se que cuento contigo y estas presente en mi vida sin importar lo que pase, hermanito TE QUIERO.

A todos mis amigos que conocí a lo largo de mi carrera profesional los cuales prefiero no mencionar por que se que si lo hago seguramente olvidare mencionar alguno, pero ustedes ya saben quienes son, los que estuvieron día con día a lo largo de este camino: comiendo juntos, festejando nuestros cumpleaños, sentados en las jardineras, en el cine, tomando clases, invitados en mi casa..... en fin..... creo que son muchos momentos agradables los que pase con todos ustedes muchas gracias por darme esos ratos de alegría y compañerismo.



**Donde quiera que camine, donde quiera que toque, donde quiera que vaya –incluso inconscientemente- servirá como testigo silencioso contra él. No sólo sus huellas dactilares y sus huellas de pisadas, sino también su pelo, las fibras de su ropa, el cristal que rompa, la marca de una herramienta que deje, la pintura que arañe, la sangre o el semen que deposite o recoja –todo esto y más son testigos mudos contra él. Estas son las pruebas que no hay que olvidar. No se confunda por la excitación del momento. No hay ausencia por que hay testigos humanos. Es una prueba efectiva. Las pruebas físicas no pueden ser incorrectas; no pueden perjurar por sí mismas; no pueden estar totalmente ausentes. Solo en su interpretación puede haber un error. Solo el fallo humano al encontrarlas, estudiarlas y entenderlas puede disminuir su valor.**

**-Paul L. Kirk, Crime Investigation-**





---

<b>I. Justificación.....</b>	<b>8</b>
<b>II. Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>III. Objetivos.....</b>	<b>10</b>
<b>IV. Generalidades</b>	
<b>Ciencias Forenses.....</b>	<b>11</b>
<b>Química Forense.....</b>	<b>18</b>
<b>Balística.....</b>	<b>30</b>
<b>Incendios y explosivos.....</b>	<b>44</b>
<b>Grafoscopia y estudio de documentos.....</b>	<b>49</b>
<b>Dactiloscopia.....</b>	<b>58</b>
<b>Toxicología forense.....</b>	<b>69</b>
<b>Reconstrucción de hechos. Servicio Médico Forense.....</b>	<b>75</b>
<b>V. Metodología.....</b>	<b>86</b>
<b>VI. Resultados y Discusión.....</b>	<b>89</b>
<b>VII. Conclusiones.....</b>	<b>106</b>
<b>VIII. Apéndices</b>	
<b>Apéndice A.....</b>	<b>107</b>
<b>Apéndice B.....</b>	<b>117</b>
<b>Apéndice C.....</b>	<b>126</b>
<b>Apéndice D.....</b>	<b>132</b>
<b>Apéndice E.....</b>	<b>135</b>
<b>Apéndice F.....</b>	<b>144</b>
<b>Apéndice G.....</b>	<b>155</b>



# ÍNDICE



---

**IX. Bibliografía.....161**

**XI. Glosario.....173**





## I. JUSTIFICACIÓN



La mayoría de las actividades que desempeñan los egresados de la carrera de Química Farmacéutico Biológica (QFB) se ubican principalmente en alguno de los tres siguientes campos: la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de padecimientos. En consecuencia, el egresado de esta carrera forma parte de equipos multidisciplinarios, participando activamente en la resolución de problemas relacionados con la salud, de aquí que la formación de profesionales con el perfil del QFB resulte de la mayor relevancia para el país. En este contexto cabe destacar que el plan de estudios 2005 de la carrera de QFB contempla tres paquetes terminales de cursos optativos para satisfacer el interés de los alumnos en las áreas antes mencionadas.

Adicionalmente, otra área en donde la participación del QFB es particularmente importante es la Química Forense. Cabe mencionar que, actualmente en la Facultad de Química no existe ningún curso relacionado con esta última, por lo que resulta relevante proponer la implementación de una asignatura optativa disciplinaria que permita dar un panorama de esta rama de la química y de esta manera, los alumnos conozcan el campo profesional de un Químico Forense así como la intervención de esta disciplina en las instituciones encargadas de impartir justicia en México.

En tal caso, la propuesta de la asignatura permitiría a los estudiantes:

- Integrar los conocimientos adquiridos previamente en áreas tales como Bioquímica, Farmacología, Inmunología, Química Analítica, Química Orgánica y Toxicología
- Tener la capacidad de analizar y clasificar aspectos de la Química Forense como una rama fundamental de las ciencias forenses, distinguiendo los diversos sistemas y técnicas de identificación de esta última
- Considerar a la Química Forense como una opción en el campo del ejercicio profesional como egresado de la carrera de QFB





## II. INTRODUCCIÓN



La Química Forense es una ciencia auxiliar de las ciencias forenses; aunque no es motivo de mucha atención por parte de las instituciones educativas que se encargan de impartir educación a nivel licenciatura lo cual puede deberse a aspectos económicos, académicos, culturales, morales e incluso religiosos. Lo anterior representa un serio problema para la sociedad, debido a que existe insuficiencia del personal formado profesionalmente, por lo que con frecuencia las labores periciales están en manos de empleados sin la preparación necesaria para utilizar los recursos adecuadamente, y esto a su vez da lugar a una deficiente procuración e impartición de la justicia. Lo antes descrito, refleja la importancia de crear diplomados o maestrías relacionados con las ciencias forenses. No obstante, el primer paso a seguir es la implementación de una asignatura a nivel licenciatura.

Sin lugar a dudas la Química Forense constituye una opción en el ejercicio profesional para los egresados de la carrera de QFB, debido a su alto nivel de conocimientos, criterio analítico y su capacidad de manejo instrumental, características importantes para descifrar las evidencias y contribuir a la búsqueda de la verdad.

Hoy por hoy nuestro país tiene la imperiosa necesidad de formar profesionales con la capacidad para colaborar con las instituciones encargadas de impartir justicia y, en este sentido, las Universidades representan el medio para lograrlo.





### III. OBJETIVOS



Considerando lo antes descrito los objetivos planteados para el presente trabajo fueron los siguientes:

- Destacar la importancia de la Química Forense en la actualidad y la relación/aplicación de la misma con otras disciplinas
- Señalar la importancia de implementar una asignatura optativa disciplinaria relacionada con las ciencias forenses en el plan de estudios de la carrera de Química Farmacéutico Biológica de la Facultad de Química de la UNAM
- Proponer el contenido programático de la asignatura optativa disciplinaria Química Forense
- Describir algunos rasgos importantes de los temas incluidos en el contenido programático
- Conocer el interés de los alumnos por la implementación de una asignatura relacionada con las ciencias forenses



## IV. GENERALIDADES



### CIENCIAS FORENSES

La ciencia forense es considerada una disciplina científica que involucra principalmente conocimientos de medicina, derecho, psicología, toxicología y química, aplicados a necesidades desde el punto de vista legal en particular, a resolver hechos delictivos [33].

No constituye simplemente una vía para la determinación de los hechos en la escena de un suceso delictivo. Involucra los procedimientos necesarios para examinar y orientar un problema de una manera efectiva que al final, proporcionará una explicación científica de los acontecimientos ocurridos.

En un sentido más amplio y profundo, todas las disciplinas forenses derivan del término *forum*, es decir, están sujetos -más que en cualquier otra actividad científica- a debate público y son también en muchos casos, del dominio público. Otra significación de la palabra forense proviene del latín *forensis* que significa “del foro” término referido al foro romano, lugar donde se llevaban a cabo los debates públicos y los juicios políticos [33].

Durante las últimas décadas se ha incrementado de manera significativa el interés por las ciencias forenses debido a la imperiosa necesidad de aplicar el conocimiento de múltiples disciplinas para la impartición de justicia. En la Figura 1 se presenta un esquema con las disciplinas básicas relacionadas con las ciencias forenses entre las que se encuentran: la biología, la bioquímica, la física, la psicología, la toxicología y la química, siendo esta última de especial interés ya que desempeña un papel fundamental para analizar los indicios [33].

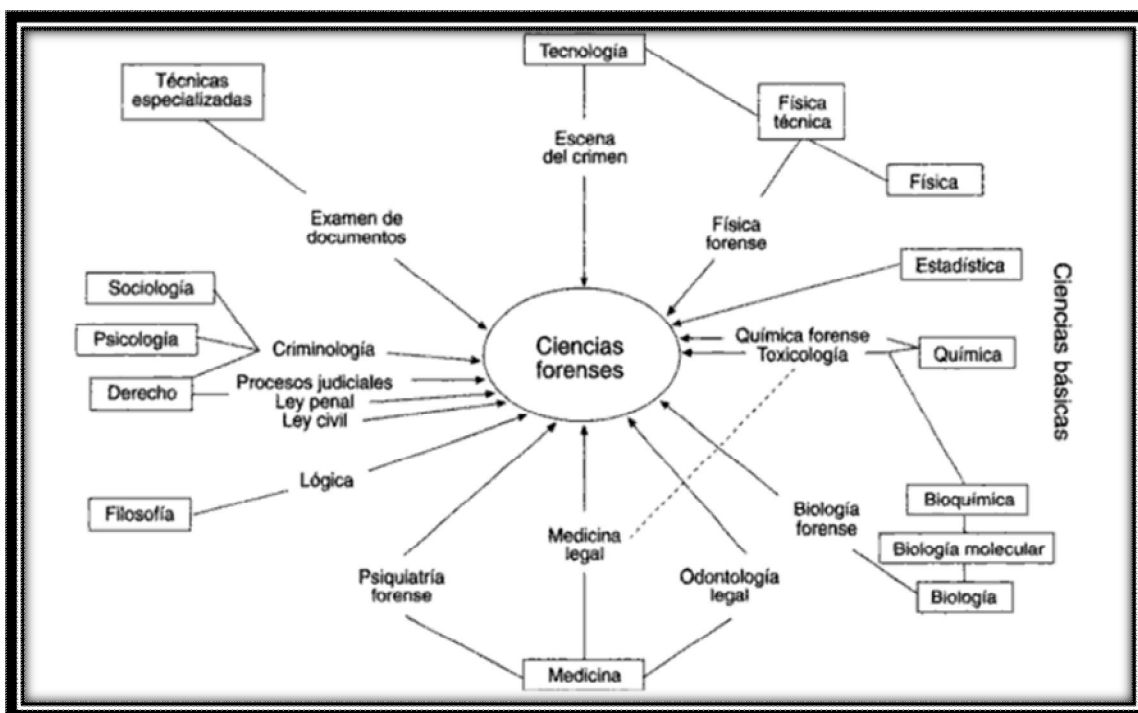


Figura 1. Esquema representativo de las disciplinas relacionadas con las ciencias forenses [24]

Como se puede apreciar en la Figura 1, la Química Forense constituye una disciplina básica en el estudio de las ciencias forenses y que hoy en día, ha cobrado un gran auge.

La Química Forense es la rama de la química que aplica los principios y técnicas de la Química Analítica, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, en situaciones en donde también participa el sistema legal [3].

En México, la Procuraduría General de la República (PGR) define a la Química Forense como la rama de la química fundamentalmente analítica, cuyo campo de acción se proyecta a la investigación de probables hechos delictivos, teniendo como base el método científico experimental.

Esta instancia gubernamental propone los siguientes tipos de intervención en esta rama:

- En delitos contra la salud
- Rastreo de drogas
- Toxicología Forense



- Balística
- Indicios hemáticos
- Análisis comparativos
- En alteraciones de productos
- Delitos ambientales
- Incendios y explosiones

Uno de los fundamentos que rige a la ciencia forense y especialmente, a la Química Forense, es el “Principio de Intercambio de Locard”, el cual expresa que cuando dos objetos entran en contacto, transfieren parte del material que incorporan al otro objeto; por ejemplo, las huellas en el barro o sus restos en neumáticos y/o en el calzado es decir, “cada contacto deja un rastro” [104].

El trabajo de un químico forense consiste en reunir pruebas científicas para aclarar un hecho delictivo [22]. Los expertos forenses están obligados a explicar los más pequeños detalles de los métodos usados, para confirmar la elección de la técnica aplicada y emitir conclusiones objetivas -todas bajo la mirada crítica y a menudo desconfiada de los servidores de justicia-, así como también del público en general. El resultado final del trabajo del científico forense ejerce una influencia directa sobre el destino de un determinado individuo. Esta gran responsabilidad es un muy importante estímulo, lo que determina la manera de pensar y actuar de quienes aplican las ciencias forenses.

### CRIMINALÍSTICA

#### Historia

La criminalística nace de la medicina forense, en el siglo XVII, cuando los médicos tomaban parte en los procedimientos judiciales; se encontraba conformada por las siguientes tres etapas, todas ellas aplicadas a los cuerpos policíacos a nivel mundial, aún cuando su inicio se dio en Francia [70].

- Etapa empírica: Considera el establecimiento de una alianza y cambio de servicios, entre la policía y la delincuencia; por ejemplo: en Francia, Eugenio Vidoc se veía como



## IV. GENERALIDADES



jefe de la policía luego como jefe de ladrones, según las alternativas de su vida, era entonces pues los policías delincuentes con placas

- ➔ Etapa equivocada: Se distingue porque la policía trata de eliminar a los delincuentes con placa de entre sus elementos. En la lucha contra la delincuencia utiliza el método del servicio de confidencias, (“el soplón”) y aplica los métodos rutinarios adquiridos en cien años de experiencia sobre los delincuentes
- ➔ Etapa científica: señala que los elementos que integren el cuerpo de policía estén debidamente seleccionados y capacitados

En México, los precursores de la criminalística fueron el profesor Benjamín Martínez, fundador del gabinete de identificación judicial y del laboratorio de criminalística de la jefatura de la policía del Distrito Federal y Don Carlos Romagnac, autor de los primeros tratados de la policía científica y criminológica aparecida en México.

El criminalista mexicano Fernando Beltrán Márquez estableció, entre los años 30 y 40's en la Ciudad de México, un laboratorio de identificación judicial, llevándole a ocupar un destacado lugar entre los más importantes gabinetes de la república; así, el profesor señaló que las secciones con que debe de contar el laboratorio de identificación son: dactiloscopia, poroscopía, microscopía, radioscopía, biotipología, peritación y un museo de criminalística.

Por la misma época, el destacado maestro Alfonso Quiroz Cuarón, máxima figura de la criminología nacional, siempre se preocupó de que en México se llevara a cabo el estudio de la personalidad del delincuente y del material sensible significativo, así como de que el agente del ministerio público contara con personal seleccionado y capacitado para realizar el examen de la personalidad del delincuente y de la evidencia física. También se preocupó por transformar las prisiones en centros de tratamiento y readaptación.

El maestro José Torres Torija es otra de las figuras importantes en la historia de la investigación criminalística mexicana, en su etapa de desarrollo; entre sus obras escritas destacan: “Temas para estudio de medicina legal” y “Los peritos médicos-legistas”.



## IV. GENERALIDADES



Otro destacado maestro fue el Dr. José Sol Casao, fundador de la primera sociedad mexicana de medicina legal y criminología, e iniciador de los cursos de capacitación para agentes de la policía judicial, agentes del ministerio público y peritos, impartidos en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal; asimismo, es autor de la obra “Medicina legal y criminalística”.

La etapa del renacimiento de la criminalística mexicana se inicia a partir de 1971, debido a la creación de un movimiento científico-criminalístico en los servicios periciales de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, encabezado por Jiménez Navarro y el Dr. Rafael Moreno González. Dicho movimiento tuvo como objetivo primordial cambiar la mentalidad de los peritos en criminalística, motivándolos a adquirir una nueva actitud en su labor profesional; es decir, ver los errores más frecuentes en que podrían incurrir y, finalmente, hacerles más críticos en su trabajo.

En 1976 quedó oficialmente constituido el Instituto Nacional de Ciencias Penales (INACIPE), donde se impartieron numerosos cursos de capacitación, especialización y de maestría, como la de criminología, ciencias jurídico penales y criminalística.

En noviembre de 1975 se constituyó la academia Mexicana de Criminalística; no obstante, los laboratorios de criminalística de las procuradurías de todo el país se han desarrollado de muy desigual manera, sujetos a los vaivenes de las políticas, de sus preservadores y directores y, más aun, de los apoyos gubernamentales, a veces lejos del desarrollo alcanzado por los laboratorios de la PGR o de la Procuraduría General del Distrito Federal [50].

### **Disciplinas de la criminalística**

La criminalística en el área de la investigación criminal ha emergido con fuerza e impacto en prácticamente todos los elementos del sistema judicial. Esta ciencia puede suministrar información objetiva, de otra manera inalcanzable para el investigador y para el sistema judicial, a través del examen de la evidencia física. Sus objetivos son similares a los de las ciencias naturales y sociales, entre otros, la búsqueda de la verdad a través de la aplicación





## IV. GENERALIDADES



del método científico, a diferencia de la subjetividad del testimonio que está abierto a la investigación. El estudio y análisis de los indicios facilitan el conocimiento para establecer la forma y mecanismos de los hechos con todos sus fenómenos [20].

El criminalista debe observar, describir, plantear el problema, establecer una hipótesis, experimentar y obtener un resultado convertido en teoría, principio general o en un elemento útil para el área en que trabaja.

Además, estudia una extensa variedad de agentes mecánicos, químicos, físicos y biológicos y toda la gran variedad de evidencias materiales. Su análisis identificativo, cuantitativo y comparativo necesitará de metodología, tecnología y conocimientos universales de las disciplinas científicas que constituyen la criminalística general, tales como la balística forense, antropología, psicología, documentología, dactiloscopia, fotografía, planimetría, incendios y explosivos, etc.

Tanto la criminalística como la criminología son ciencias que se relacionan con el delito: la criminalística con los elementos físicos e indiciarios, mientras la criminología lo hace con las conductas humanas, sus patrones predictivos y explicativos. Por ello y pese a sus similitudes sintácticas, su semántica y objetivos son muy diferentes, originando cierta confusión terminológica en el mundo judicial, policial e incluso mediático.

La criminalística, cuyo objetivo es el estudio técnico de las evidencias materiales que se producen en la comisión de hechos presuntamente delictivos, auxilia a cualquier rama del derecho general y a cualquier institución del estado [20].

### **Definición de criminalística**

En un sentido muy amplio, Álvarez (2004) define a la criminalística como el conjunto de procedimientos aplicables a la búsqueda y el estudio material del crimen para llegar a su esclarecimiento.



## IV. GENERALIDADES



Por otro lado, Díaz (2005) denomina a la criminalística como la ciencia que estudia los indicios encontrados en el lugar de los hechos, con el fin de identificar al delincuente, determinar las circunstancias en que se produjo el hecho delictivo y establecer las relaciones de participación de individuos y factores que intervinieron en el crimen.

Esta ciencia forense parte de la base de que el criminal, por muy astuto y habilidoso que sea, siempre deja en el lugar de los hechos algún elemento que delata su presencia. Encontrar y analizar esos indicios es precisamente el objetivo de la criminalística [13].

Es una ciencia que aplica fundamentalmente los **conocimientos, métodos y técnicas** de investigación de las ciencias naturales en el examen del material sensible significativo relacionado con un presunto hecho delictivo, con el fin de determinar, en auxilio de los órganos encargados de administrar justicia, su existencia y reconstrucción, o bien, señalar y precisar la intervención de uno o varios sujetos en el mismo [30, 90].

La criminalística como ciencia interviene en:

- ➡ Cateos
- ➡ Establecimiento de la mecánica de los hechos
- ➡ Detección de lesiones
- ➡ Establecimiento de la verdad histórica de los hechos
- ➡ Establecimiento de la posición víctima-victimario
- ➡ Búsqueda de indicios en aeronaves, vehículos e inmuebles
- ➡ Identificación de objetos causales o lesiones

### **Criminalística de campo**

La criminalística de campo es la disciplina que emplea diferentes métodos y técnicas con el fin de observar, fijar, proteger y conservar el lugar de los hechos. También se encarga de la colección y embalaje de los indicios relacionados con los hechos que se investiga para posteriormente realizar un examen minucioso. Dada la evolución científica de la investigación criminal, debe darse mayor atención al lugar del hecho o del hallazgo para



## IV. GENERALIDADES



localizar, recuperar y documentar evidencias que, posteriormente, serán examinadas por peritos en los laboratorios forenses, ya que la habilidad del químico forense para proporcionar interpretaciones científicas depende en gran medida de un trabajo eficiente del equipo investigador de campo, el cual debe estar bien adiestrado, coordinado y provisto de los implementos y herramientas necesarias para una recolección adecuada de las evidencias.

### **Criminalística de laboratorio**

Es la parte de la criminalística que utiliza métodos y técnicas de laboratorio para el estudio, análisis e identificación de los indicios y evidencias encontrados en el lugar del hecho o del hallazgo. La criminalística de laboratorio tiene sus inicios en 1910, al fundarse en Francia el primer laboratorio forense por Edmund Locard. Desde entonces y hasta la fecha, han sido instalados en todo el mundo diferentes tipos de laboratorios con características y funciones muy especiales, los cuales dependen tanto de los recursos económicos del país como de los delitos que se investiguen [69].

## **QUÍMICA FORENSE**

### **Indicios**

Una herramienta fundamental para el químico forense es el análisis de los indicios de diversa naturaleza presentes en el lugar de los hechos. Se denomina indicio a todo elemento presente sobre el cadáver o en el lugar del hecho delictivo, cuyo estudio permite determinar, en los casos más favorables, la identidad del autor y las circunstancias de los hechos. Su búsqueda es muy importante y no siempre se realiza en forma adecuada. A continuación se mencionan una serie de pautas elementales para su búsqueda y conservación [13].

- ➡ Impedir que personas ajenas a la investigación se introduzcan en el lugar (acordonar la zona o precintar el local) para evitar su destrucción, alteración o adición. Efectuar luego su búsqueda en forma ordenada y cuidadosa para no deteriorarlos
- ➡ Antes de comenzar su levantamiento, deberán obtenerse fotografías generales del lugar de los hechos, del cadáver, armas, fluidos biológicos, objetos desplazados, etc.,



## IV. GENERALIDADES



con la finalidad de evidenciar las distancias existentes entre los elementos señalados mediante testigos métricos

- ➡ Los indicios biológicos son competencia exclusiva del médico forense, quien deberá buscarlos, recogerlos y enviarlos al laboratorio, aunque en la práctica los distintos expertos de los cuerpos y fuerzas de seguridad del estado son también capacitados en estas acciones
- ➡ Tener en cuenta que los indicios son frágiles, se deterioran con facilidad, y que si pasan inadvertidos o se destruyen en su levantamiento o transporte, puede impedirse el esclarecimiento de los hechos
- ➡ Considerar que el individuo que realizó el hecho delictivo puede borrar los indicios o añadir intencionalmente otros, tratando de enmascarar su participación o de inculpar a otra persona

Los indicios biológicos del delito son los que tienen mayor interés desde el punto de vista médico-legal, puesto que si pertenecen al autor de un hecho delictivo permiten, en algunos casos, la identificación del culpable.

Existen muchos indicios biológicos, pero los de mayor interés criminalístico por su frecuencia y probabilidad de identificación son las manchas de sangre y de semen (*Véase apéndice A*) Entre los indicios de menor interés se encuentran las manchas de orina, de meconio, jugos, vegetales y pelos, entre otros [13].

### **Búsqueda y fijación de indicios**

En la búsqueda de indicios o evidencias físicas en el lugar de los hechos o en otros sitios sujetos a inspección, se debe adoptar cualquiera de los métodos que a continuación se mencionan [44]:

- ➡ En lugares abiertos, se inicia la búsqueda observando desde la periferia hacia el centro sin dejar inadvertida ningún área, en forma espiral hasta llegar al centro mismo del escenario examinado, y viceversa cuantas veces sea necesario.



## IV. GENERALIDADES



- En lugares cerrados, se inicia la búsqueda desde la entrada principal y debe observarse en forma de abanico, de derecha a izquierda y de izquierda a derecha, después de la periferia al centro y viceversa, considerando todos los muebles; por último, en forma paralela de muro a muro hasta finalizar con puertas y ventanas, sin que pase inadvertido el techo.

Se debe estar atento a cualquiera de los siguientes factores que siempre se presentan en la búsqueda y localización de indicios o evidencias físicas [44]:

- Clase o tipo del hecho que se intenta esclarecer
- Intuición o capacidad de observación del investigador
- Considerar que puede tratarse de indicios microscópicos o no, así como su naturaleza orgánica o inorgánica
- Saber distinguir y eliminar los indicios producidos por personas extrañas al hecho y que se presentaron en el escenario del suceso después de consumado éste
- Hacer constar no sólo los indicios que se encontraron, sino también los que de acuerdo con la forma o manera del hecho se suponía que deberían estar y no se encontraron
- Los indicios son elementos muy delicados de la verdad
- Los indicios se deben tratar con toda la tecnología y metodología disponibles para su localización, protección, colección, embalaje y estudios

El doctor francés Pierre-Fernand Ceccaldi expone una división de los indicios que él llama determinantes e indeterminantes [9]. Los indicios *determinantes* son aquellos cuya naturaleza física no requiere de un análisis completo de su composición y estructura para su identificación, sino sólo de un examen cuidadoso a simple vista o con auxilio de lentes de aumento, como lupas o estereoscopios, y guardan relación directa con el objeto o persona que los produjo; permiten conocer y determinar su forma y naturaleza, por ejemplo, huellas dactilares, escrituras, armas de fuego, armas blancas, casquillos, balas, etc. Los indicios *indeterminantes* son aquellos cuya naturaleza física requiere de un análisis completo para conocer su composición o estructura, ya que en el aspecto macroscópico no se podría definir



## IV. GENERALIDADES



y, por lo general, consisten en sustancias naturales o de composición química, como sedimentos en vasos o recipientes, tabletas desconocidas con o sin envoltura, productos medicamentosos sueltos, manchas o supuestas huellas de sangre, semen, orina, vómito, etc. [44].

Una vez localizados y seleccionados en el escenario investigado, los indicios se subdividen en asociativos y no asociativos. Los primeros están muy relacionados con el hecho que se investiga, y los segundos como su nombre lo indica, se aprecian en el lugar de los hechos, pero no tienen relación alguna con el hecho que se investiga.

### **Indicios físicos en el lugar de los hechos**

Se encuentran de modo principal en los sistemas de suspensión, muelles, resortes, etc, de un vehículo automotor, cuando ha ocurrido atropellamiento con su fase de arrastramiento. También se encuentran en los escenarios cuando se ejercen maniobras violentas sobre las ropas que visten los protagonistas de un hecho, o se localizan adheridos a manos, prendas o muebles relacionados con los hechos [45].

### **Protección de indicios para su posterior análisis en el laboratorio**

Es muy importante que la primera persona que llegue a la escena del delito tome las precauciones necesarias para evitar alteraciones y contaminación de indicios. Debe recordarse que el delincuente dejó evidencia de su presencia en el lugar de los hechos, así como al ejecutar el delito. También se debe considerar que posiblemente extrajo material del lugar y de la víctima.

Los indicios se pueden contaminar o alterar de varias maneras:

- Con cabellos, sangre u otras secreciones, por el inadecuado uso o ausencia de guantes, mascarilla, gorra, bata, protector para los zapatos de personas ajenas a la escena del delito (investigadores, fotógrafos, jueces, médicos, químicos forenses, policías y curiosos que asisten a la escena)



## IV. GENERALIDADES



- ➡ Por la mezcla de elementos como cabellos, sangre o secreciones de las piezas de ropa o indicios encontrados en la escena del delito
- ➡ Por el paso de personas sobre las huellas de sangre
- ➡ Por rotulación equivocada de los indicios
- ➡ Por remoción del cuerpo antes de que se hayan tomado las muestras respectivas

Posteriormente, se debe observar y fijar la escena del delito y, finalmente, efectuar la recolección de indicios por medio de técnicas adecuadas, realizando el embalaje y el etiquetado con sus datos de procedencia [48].

En México, la protección de la preservación del lugar y de los indicios estará a cargo de la primera autoridad que tenga conocimiento del hecho, sea la SSP, la policía judicial, etc. Posteriormente, se hará cargo el ministerio público y, finalmente, los servicios periciales.

Este procedimiento metodológico en ocasiones no se lleva a cabo con todo rigor debido a situaciones ajenas a la autoridad ministerial, lo cual puede ocasionar alteraciones que pueden ser de distinta naturaleza:

- ➡ Intencional. Suele ser cometida por los probables responsables o familiares de las víctimas con intereses varios (pólizas de seguro, herencias, prejuicios sociales, religiosos, robos, etc.)
- ➡ No intencional. Suele ser cometida por personal de seguridad pública, policías auxiliares, servicios de emergencias, bomberos, familiares, periodistas y curiosos
- ➡ Por causas naturales (lluvia, polvaredas, fuegos, etc.)
- ➡ Por desconocimiento, impericia o inexperiencia del propio investigador

La investigación arrojará si la alteración se debió a una de estas causas. Ya en el lugar de investigación, deberá permanecer única y exclusivamente el personal que tenga injerencia en el hecho y, más específicamente, el que tiene que ver con la localización, fijación y levantamiento de indicios [69].



## IV. GENERALIDADES



En este punto, cabe mencionar al personal que participa de manera directa en el lugar de los hechos:

- Ministerio Público (M.P.)
- Policía Judicial (auxiliar directo del M.P.)
- Servicios Periciales (auxiliar directo del M.P.)
- Bomberos (auxiliar indirecto del M.P.)
- Servicios de Salud (auxiliar indirecto del M.P.)
- Protección Civil (auxiliar indirecto del M.P.)

### **Posiciones del cadáver**

Al arribar al lugar donde se localiza un cuerpo, es importante fijar los indicios de un presunto delito. Asimismo, se debe tomar en cuenta la posición del cadáver para poder elaborar el reporte y esto debe ser lo más apegado a la realidad para que se forme una imagen virtual de los hechos y se puedan elaborar los documentos subsecuentes [42].

El médico forense deberá examinar el cadáver en el lugar en que fue hallado para estudiar la posición del mismo [60] (*Véase apéndice B*).

### **Levantamiento del cadáver**

El levantamiento del cadáver es la operación que consiste en la observación externa del cadáver *in situ*, para así establecer un juicio *-a priori-* de la realidad y posible naturaleza de la muerte, lo que se hace conjuntamente con la observación de todas las pruebas materiales – indiciarias- ya sea que se encuentren en el cadáver mismo o en su entorno. De gran importancia es la búsqueda de estas “huellas reveladoras” o indicios que puedan conducir al objetivo esencial del análisis, lo que se conoce en criminalística como “observaciones sobre el lugar del suceso” [52].

Cuando se procede al levantamiento de un cadáver, el perito médico-legal debe tener en cuenta tres puntos o etapas de desarrollo en su labor [52]:





## IV. GENERALIDADES



- ➡ El estado del lugar del suceso y de las cosas, muebles, objetos o instrumentos que allí se encuentren
- ➡ El examen de la vestimenta lo que no solamente podrá proporcionar los indicios para identificar el tipo de muerte y su diagnóstico, sino también aquellos necesarios para identificar a la propia víctima
- ➡ El examen externo del cadáver, donde el perito deberá determinar su posición, signos de identidad fenómenos cadavéricos apreciables a la observación visual; por ejemplo, livideces cadavéricas, grado de rigidez, putrefacción, etc

La autopsia médico-legal se inicia con el examen del cadáver en el propio lugar de los hechos o donde se ha encontrado el cuerpo. Este examen forma parte de la diligencia judicial conocida como levantamiento del cadáver. Para su práctica se constituye la comisión judicial, integrada por el juez instructor, el secretario y el médico forense, auxiliados por el agente judicial y un amanuense en caso necesario; esta comisión se presenta en el lugar donde se ha encontrado el cadáver para proceder a su examen y recoger todos aquellos indicios que permitan una fiel reconstrucción de hechos, reconocer la causa de muerte y averiguar la persona responsable de ella, si la hubo [24].

El papel que desempeña la comisión mencionada es el siguiente [7]:

El juez: Ordena el levantamiento y dirige la instrucción

El secretario judicial: Da fe de las diligencias que se practican

El médico forense: Comprueba la realidad de la muerte, analiza los fenómenos cadavéricos, recoge indicios biológicos e inspecciona signos de violencia.

Como se mencionó anteriormente, el médico forense desempeña un papel de primer orden, pues los indicios que recoge, de su específica competencia, son de primordial importancia. Los objetivos del examen médico legal de los cadáveres en el lugar de los hechos son los siguientes [24]:

- ➡ Comprobar la naturaleza de la muerte: tras este requisito un juez ordenará el traslado del cadáver a las dependencias donde posteriormente debe continuarse su examen



## IV. GENERALIDADES



- Determinar los datos de la muerte
- Precisar el mecanismo de la muerte
- Durante la diligencia del levantamiento, el médico forense dedicará primero su atención al cadáver. Comprobará, ante todo, los signos de la muerte y, a continuación, el estado en que se hallan los fenómenos cadavéricos. Observará si aparecen huellas de violencia, tanto en los vestidos como en la superficie corporal, así como cualquier otra alteración que pueda estar en relación con la causa de la muerte. Tomará nota meticulosa de la posición en que se encuentra el cadáver y del sitio exacto en que yace y precisará la distancia en la que se encuentra con respecto a paredes, muebles, armas y otros objetos

La documentación gráfica de todos estos datos es imprescindible. Generalmente el reportaje fotográfico y videográfico está a cargo de los miembros de la policía judicial. Una vez hechas estas observaciones relativas al cadáver, examinará los alrededores inmediatos en búsqueda de los diversos indicios señalados, en especial los de índole biológica (manchas, pelos) cuyas características anotará y, tras recogerlos cuidadosamente, los remitirá al centro correspondiente para su investigación [24].

### **Examen externo del cadáver**

Comprende la inspección detallada del cadáver antes de iniciar la operación anatómica tomando notas de todas las particularidades que puede proporcionar indicios relativos a alguna cuestión médico-legal (*Véase apéndice B*).

### **Examen interno del cadáver**

También se le conoce como autopsia, necropsia u obducción; este último se asimila habitualmente al concepto de examen interno y viene definido en el *diccionario terminológico de ciencias médicas* como autopsia para descubrir las causas de la muerte.

El examen interno debe ser sistemático, siguiendo un orden determinado para no omitir la observación de ninguna parte del organismo. El orden seguido habitualmente es el siguiente:



## IV. GENERALIDADES



raquis (eventualmente), cráneo, cuello, tórax, abdomen, aparato genitourinario y extremidades.

En el examen interno se recomienda la apertura de estas tres cavidades en todas las circunstancias y se insiste en la necesidad de realizar la autopsia del cuello en la totalidad de los casos.

Cuando lo que se esté investigando sea una muerte de origen traumático, deberá practicarse la autopsia de la espalda y de las extremidades, con disección amplia de todos los planos musculares y exposición completa del esqueleto [24]. (Véase *apéndice B*).

### **Casos en los que procede o no la necropsia [93, 98]**

Actualmente es de suma importancia para las instituciones que realizan actividades en materia de ciencias forenses la unificación de criterios, apegándose a los lineamientos y estándares internacionales de calidad; sin embargo, se debe considerar que las actividades respecto a la práctica de estudios de necropsia, son propias del médico forense. En el caso particular de nuestro país las actividades del personal adscrito al Servicio Médico Forense (SEMEFO) del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal (TSJDF) son limitadas ya que, actualmente, por diversos factores de índole cultural, social, económico, político, jurídico e incluso religioso, no se efectúa el total de actividades recomendadas internacionalmente. Un ejemplo de ello es que el perito no acude al sitio del hecho. En ese sentido, cabe mencionar que aunque el médico forense no pueda estar presente en el sitio de los hechos, deberá allegarse la información que esté disponible y a su alcance, a través de lo redactado ya sea por la Autoridad Ministerial o por peritos en otras disciplinas. Asimismo considerará la posibilidad de acceder a las fotografías tomadas por personal de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.

Para efectuar el estudio *postmortem* de tipo médico legal es indispensable la orden escrita de la autoridad judicial y no debe faltar en los siguientes casos:



## IV. GENERALIDADES



- Muerte violenta homicida, suicida o accidental, incluyendo aquellas en que haya duda de violencia
- Personas que fallecieron en áreas de reclusión y/o seguridad y que estuvieron bajo responsabilidad de servidores públicos de seguridad pública y procuración de justicia
- Muertes en la vía pública
- Muerte súbita
- Muertes donde se sospeche violación a los derechos humanos
- Muertes relacionadas con probables deficiencias en la atención médica-quirúrgica
- Muertes masivas ocurridas en eventos naturales y/o provocados

### Manejo de muestras

Siempre que se manipule material biológico humano se asume que puede contener patógenos potencialmente peligrosos y, por tanto, que pueda fungir como una posible fuente de infección (VIH, hepatitis, tuberculosis, meningitis, etc.). Por ello, se deben tomar las siguientes precauciones, mismas que se aplican a nivel mundial [51]:

- Impedir, en todo momento, el contacto directo del operario con la muestra, mediante el uso de guantes, mascarilla, bata u otro tipo de ropa protectora
- Prohibir el consumo de comidas, bebidas, así como de tabaco durante su manipulación
- Extremar las condiciones de asepsia y, siempre que sea posible, utilizar material desechable. Una vez terminada la recolección de las muestras, descartar todo el material desechable utilizado en contenedores para RPBI, para eliminarlos posteriormente según las normas de destrucción
- Recomendar la vacunación del personal que entre en contacto con este tipo de muestras
- Cuando la recolección de las muestras se realice en la sala de autopsias, estas precauciones deben extremarse al máximo

Numerosos procesos pueden afectar la integridad de una muestra y, por lo tanto, la posible obtención de perfiles genéticos erróneos a partir de los vestigios biológicos existentes en ella.



## IV. GENERALIDADES



Estos procesos son, en algunos casos, inherentes a la propia muestra, pero también existen otros factores que pueden producirse o incrementarse cuando la recolección y el envío de las muestras al laboratorio se llevan a cabo de una forma inadecuada. Estos factores incluyen a los siguientes [51]:

- Contaminación por material biológico humano.- Se debe al depósito de material biológico humano en el lugar de los hechos o en el cuerpo de la víctima posterior la producción del delito. Es frecuente durante el proceso de recolección de indicios cuando no se tienen precauciones mínimas y por defectos en el empaquetado de las muestras
- Transferencia de indicios biológicos.- Se debe al traslado, normalmente accidental, de los indicios de una localización a otra, dando lugar a contaminación o a la pérdida de una prueba. Los vestigios biológicos que sufren con más facilidad este cambio de localización son los pelos
- Contaminación microbiológica.- Este tipo de contaminación ocurre por el desarrollo de microorganismos y suele favorecerse con la humedad y las altas temperaturas. Normalmente se produce o incrementa por defectos en el empaquetado y la conservación inapropiada de las muestras hasta su envío al laboratorio
- Contaminación química.- Se debe a la presencia de productos químicos que van a dificultar alguno de los procesos del análisis genético, fundamentalmente la extracción y la amplificación de ADN. Se produce cuando las muestras se envían inmersas en productos de conservación como el formol o cuando se realizan estudios previos con sustancias químicas (por ejemplo impresión de huellas dactilares) que pueden comprometer el análisis de ADN

### **Cadena de custodia [83]**

La cadena de custodia se define como el conjunto de procedimientos que permite el seguimiento y control de la información y de las evidencias en materia de prueba (EMP) con el fin de garantizar la integridad, identidad, preservación, seguridad y aptitud de los mismos a lo largo del proceso investigativo.



## IV. GENERALIDADES



Dicha cadena hace posible certificar que el elemento o la evidencia son los mismos desde su obtención hasta su valoración en la etapa del juicio y que en ellos se refleja, de la manera más precisa posible, lo ocurrido en el momento del hecho.

La cadena de custodia se materializa con el registro o documentación de las transferencias entre custodios así como con los cambios introducidos por cada uno de ellos, desde el momento de su recolección hasta la finalización de la cadena, por orden de la autoridad competente.

El registro de la cadena de custodia debe permitir la demostración del curso seguido por los EMP durante su procesamiento, preservando su autenticidad, de tal forma que sea posible precisar el momento y condiciones en que ocurrió su reconocimiento, recolección, marcación, preservación, cambios de custodio y modificaciones introducidas por ellos. La cadena de custodia implica fundamentalmente que se pueda llevar a cabo un seguimiento de las condiciones en que se conservó y procesó la evidencia mediante el registro de los nombres de los custodios, momentos en que tuvieron acceso a la evidencia y procedimientos sobre ella realizados. Estos procedimientos, además, deben estar orientados a preservar la representatividad del elemento; es decir, a evitar su deterioro por condiciones ambientales o de otra índole.

Por lo que respecta a la práctica de la autopsia, el ejercicio de la cadena de custodia se lleva a cabo mediante la verificación y registro de las siguientes actividades previas:

- ➡ Si el cuerpo fue entregado o no al perito en cadena de custodia
- ➡ Condiciones en las cuales permaneció el cuerpo antes de su abordaje
- ➡ Condiciones de embalaje del cuerpo, precisando si se pudo producir contaminación, alteración o pérdida de las evidencias, (ruptura de cintas, rasgaduras a las bolsas, etc.)
- ➡ Condiciones de embalaje, la rotulación y los documentos remisorios de otras evidencias enviadas por la autoridad



## IV. GENERALIDADES



- ➡ Si las prendas son enviadas separadas del cuerpo, señalar condiciones de embalaje y cadena de custodia y consignar los detalles antes señalados. Si las prendas que tenía el cadáver en el momento de la inspección no son enviadas con la solicitud de necropsia, se debe consignar esta situación en el protocolo

Durante y después de la necropsia se deben realizar regularmente las siguientes actividades:

- ➡ Consignar en los puntos pertinentes del protocolo los resultados positivos obtenidos en la búsqueda, preservación y destino de las evidencias físicas, macroscópicas o traza, obtenidas durante el examen
- ➡ Registrar las pertenencias encontradas y el destino de las mismas
- ➡ Dejar constancia en el protocolo, en un ítem específico, sobre la realización de procedimientos no relacionados con la necropsia. Ejemplo: donación de órganos, obtención de partes corporales para protocolos de investigación, cirugías experimentales u otros
- ➡ Dejar constancia del destino del cadáver al finalizar la necropsia y la custodia institucional
- ➡ Es punto esencial de la cadena de custodia saber con certeza a quién se entregó el cuerpo, con todos los datos que permitan ubicar el cadáver si se requiere una exhumación

## BALÍSTICA

### Historia

Los antiguos chinos estaban familiarizados con el uso de la pólvora, pero en accidente fue Roger Baen quien la descubre en el siglo XII; en 1313 el monje Mark B. Shwart utiliza el poder propulsor de la pólvora y se inicia la fabricación de armas de fuego y su veloz adaptación encaminada hacia objetivos militares, comenzando así una vertiginosa serie de avances en calidad, precisión, sofisticación y tecnología, en cañones y armas de fuego grandes, y armas de mano que utilizaban perdigones y otros materiales que se cargaban por delante; luego, las pistolas, el revólver, las ametralladoras. A principios del siglo XX, surge la invención del fusil de combate que se ha ido perfeccionando hasta nuestros días. Las armas



## IV. GENERALIDADES



de fragmentación hacen su aparición en el siglo XVI y se reanuda su utilización durante las guerras mundiales, siendo responsables de la gran mayoría de lesiones durante los conflictos de Corea y Vietnam.

En el siglo pasado, la desafortunada y catastrófica presencia de dos grandes conflictos mundiales desencadenó una alocada carrera de tecnología y competencia para desarrollar e impulsar al máximo el poder destructivo de las armas de fuego. De ello surgió la perfección de los proyectiles de alta velocidad para los fusiles de combate y, después, la proliferación de armamento más pesado y necesariamente mortal, como cohetes, proyectiles blindados, DUM-DUM, etc., hasta desembocar en la aparición de la tecnología nuclear, que provoca lesiones por radiación y muertes masivas.

Hoy por hoy, la superpoblación mundial, la violencia, las crisis de valores y la relativa fácil disponibilidad de armamento menor, han convertido nuestras ciudades en sitios de alta peligrosidad, en donde las heridas por armas de fuego ocupan un lugar destacado entre las causas de morbi-mortalidad, además del uso de explosivos en el terrorismo mundial [39].

Los primeros casos de identificación de armas de fuego tuvieron lugar en 1835 en la ciudad de Londres. Los crímenes por armas de fuego han aumentado de manera desbordada desde entonces, pero también lo ha hecho la comprensión de los criminalistas en materia de balística. Una vez que el arma ha sido disparada, existen varias clases de vías que los investigadores pueden seguir para dar con el culpable. Las cubiertas de las balas, y las balas en sí mismas revelan bajo el microscopio los signos delatores. Los expertos buscan las marcas de estrías para distinguir qué arma fue utilizada para impulsar la bala. También es posible seguir la trayectoria de la bala alineando los hoyos dejados por ésta y los puntos de entrada, a fin de determinar el lugar exacto desde donde fue disparada la bala [73].

En México la PGR (2011) define la balística forense como la ciencia que comprende el estudio de las armas de fuego, como de todos los elementos que contribuyen a producir el disparo, y también los efectos de éste dentro del arma, durante la trayectoria del proyectil y el objetivo.





## IV. GENERALIDADES



El objetivo general de la balística forense es comprender los fenómenos que suceden en el interior del arma, en el momento del disparo, los relacionados con el proyectil a partir del momento en que sale del arma y finalmente, los correspondientes a los efectos del proyectil en el objeto sobre el cual se disparo.

La balística forense interviene en los siguientes aspectos [89]:

- ➔ Encuadramiento de armas de fuego y elementos balísticos.- De acuerdo al tipo de arma y las características específicas que conforman su identificación se determina: marca, calibre, país de fabricación, modelo, matricula y tipo de funcionamiento, para llevar a cabo su encuadramiento dentro de la ley de armas de fuego y explosivos. La clasificación de cartuchos se emite con base en sus características
- ➔ Observación de daños en el lugar de los hechos.- Se realiza para determinar la posición del tirador, las trayectorias realizadas por los proyectiles disparados, los daños ocasionados en bienes, muebles o inmuebles secundarios y el número de armas utilizadas
- ➔ Pruebas de disparo.- Estas pruebas se realizan en armas sujetas a investigación con la finalidad de comprobar el buen funcionamiento de su mecanismo, distancias de disparo, correspondencia entre casquillos y balas (elementos problema), con la probable arma de fuego empleada en el hecho delictivo, procediendo a realizar disparos para obtener elementos micro comparativos con el fin de establecer su correspondencia
- ➔ Sobre expediente. Para su intervención deberá contar con el expediente, armas de fuego y elementos balísticos agregados, así como dictámenes previos elaborados

### **Indicios balísticos**

Las armas y sus municiones constituyen un indicio físico que puede conducir al esclarecimiento de un hecho criminal, hechos que por sus consecuencias suelen ser graves, y por lo tanto, persuadir el interés público.

Para proceder al levantamiento o recolección del arma de fuego, es necesario tomarla por las tapas de la empuñadura o del arco, a fin de evitar el daño de los indicios que en ella



## IV. GENERALIDADES



pudiesen existir. No hay que olvidar que un soporte puede contener huellas dactilares cuando es apto en calidad (liso) como en tamaño. En este momento, se debe verificar si el arma de fuego presenta cartuchos en su recámara o en los respectivos alvéolos del cilindro: de existir estos, deben ser retirados haciéndolo presente en el informe pericial [20].

Una vez recogida el arma se debe embalar cuidando de colocarla en una caja u otro envase donde quede inmovilizada para evitar dañar o contaminar las evidencias que pudiesen existir. El arma deberá quedar sujeta por aquellas partes que no sean apropiadas para contener impresiones dactilares u otras evidencias como manchas de sangre, semen etc.

Terminado el embalaje deberá colocarse de forma clara y en un lugar visible una etiqueta que contenga los siguientes datos [20]:

- Número de documento con que se relaciona
- Lugar, fecha y hora en que se recogió
- Cantidad y tipo de evidencia levantada
- Técnica empleada en la recogida
- Rótulo de evidencia, el que deberá conservar desde este instante hasta ser entregada al tribunal respectivo
- Grado y nombre de quien recogió la evidencia
- Cualquier otro dato de interés

**Vainas.-** Deben ser recogidas utilizando las yemas de los dedos previamente enguantados, pinzas de madera o metálicas con sus puntas recubiertas con algodón o bien con algún tipo de cinta adhesiva. La sujeción de las vainas debe hacerse por su cuerpo, protegiendo la zona de la culata de la misma, ya que es en esta zona donde se pueden encontrar las señales dejadas por la aguja percusora del arma de fuego.

Por tratarse de un cilindro de tamaño reducido, normalmente no es factible encontrar huellas dactilares útiles con fines de identificación. Sin embargo, se deben conservar otros rastros, como manchas de sangre.



## IV. GENERALIDADES



Las vainas deben ser colocadas en cajas, frascos u otros envases limpios, rellenos con algodón, espuma, lana u otra sustancia similar, con el fin de evitar deformaciones, alteraciones o contaminaciones. Los envases que contengan las evidencias deberán ser rotulados, colocándoles en un lugar visible una etiqueta que contenga la información ya señalada para las armas [20].

**Projectiles.-** Con los proyectiles que se encuentren entre las vestimentas del cadáver o sobre el piso del lugar, se procederá al igual que con el levantamiento de vainas, teniendo presente que se debe proteger el cuerpo, ya que en esa zona del proyectil es donde se encontraran las micro estriaciones dejadas por el cañón del arma de fuego que los disparó y permiten establecer la identidad de las armas. De igual manera, se pueden encontrar los proyectiles incrustados en una superficie (pared, muebles) para lo cual se procederá a extraer el proyectil rompiendo los alrededores del soporte, sin tocar el proyectil para evitar cualquier daño. Así mismo, los restos adheridos al proyectil deben ser retirados procurando no dañar la evidencia. Los proyectiles se deben embalar y rotular de igual forma que las vainas [20].

**Impactos y rebotes del proyectil.-** Serán localizados en paredes, vehículos, muebles u otros objetos. En cada uno de ellos, el perito deberá rotularlos para fijarlos fotográficamente y planimétricamente. Del estudio de ambos, es posible establecer las trayectorias descritas por los proyectiles, para ello es conveniente utilizar un lienzo el cual, proyectado en el espacio, permitirá reproducir la trayectoria seguida por el proyectil.

**Ropas.-** El estudio de las prendas de vestir que portaba la víctima puede ser de gran interés, ya que puede indicar mediante análisis químicos la distancia de disparo, la trayectoria y el tipo de proyectil.

Su recolección se debe de efectuar utilizando guantes, a fin de evitar contaminaciones, tanto de la evidencia como del operador. Si es necesario rasgar la prenda, de tal manera que no se dañen los orificios o huellas útiles de estudiar (rasgaduras, cortes). En caso de que las prendas se encuentren húmedas (sangre, orina, etc.) se dejaran secar al aire libre, sin



## IV. GENERALIDADES



exponerlas directamente al sol ni aplicar temperatura (calefactor, secador de pelo, etc.). Una vez seca la ropa podrá ser embalada. El embalaje se realizara colocando cada prenda, por separado, en una bolsa de papel.

### **Tipos de armamentos**

Las armas de fuego son instrumentos mecánicos para disparar proyectiles con objeto de causar un daño, aprovechando la fuerza expansiva de los gases que se desprenden al inflamarse de forma instantánea, sustancias explosivas en un espacio confinado. Conservan el nombre de armas de fuego porque en los modelos antiguos los disparos iban acompañados de la salida de una llamarada por el orificio del arma [24].

Actualmente, en el ámbito de la criminalidad han tenido un auge importante, ya que es común su utilización por las organizaciones criminales. Las armas de fuego también pueden ser utilizadas por la policía para la defensa de los intereses de la sociedad. Las hay de diversos tipos, calibres y diseños, por lo que para las instituciones dedicadas a la prevención, procuración y administración de justicia, es de gran utilidad su correcta identificación y contar también con expertos que conozcan su funcionamiento, sus características y los efectos que pueden generar. Actualmente, las armas de fuego con frecuencia están relacionadas con delitos violentos, dejando indicios balísticos útiles para la investigación. La PGR cuenta actualmente con el sistema integral computarizado de identificación balística, que permite identificar elementos balísticos con un alto grado de certeza. Sin embargo, dadas las condiciones de criminalidad actual, se considera necesario establecer un sistema nacional de registro computarizado de identificación de armas de fuego y elementos balísticos (IBIS), similar al registro nacional de huellas dactilares, en el que se encuentren coordinadas las funciones de las áreas de prevención, procuración, administración de justicia y el órgano de reclusión, a efecto de contar con una base de datos nacional sobre registros balísticos [38].

Las armas de fuego se componen de tres partes esenciales [24]:

- La *culata* destinada a asir y sujetar el arma
- *Mecanismo de disparo*, constituido por un percutor, que se acciona con un gatillo y de extracción, en su caso, para expulsar el casquillo de la munición una vez hecho el disparo
- El *cañón* es un cilindro hueco, de mayor o menor longitud, según el arma. Posee un cuerpo y dos orificios o bocas. La posterior es llamada *boca de carga* y está unida a la cámara de disparo, desde donde pasa el proyectil al cañón en el momento de la deflagración de la carga. El orificio anterior, libre, se llama también *boca de fuego*, por ser por donde pasa el proyectil al exterior en el momento del disparo. La superficie interna del cañón puede ser *lisa*, hoy en desuso, o estriada por unas crestas curvilíneas que recorren toda su longitud en sentido helicoidal; estas estrías imprimen al proyectil un movimiento de rotación que mantiene su trayectoria y le da una mayor fuerza de penetración

Existen varios criterios para la clasificación de las armas de fuego, uno de ellos es según su alcance y en relación con la longitud del cañón (*Véase apéndice C*).



Figura 2. Partes de un arma de fuego [41]

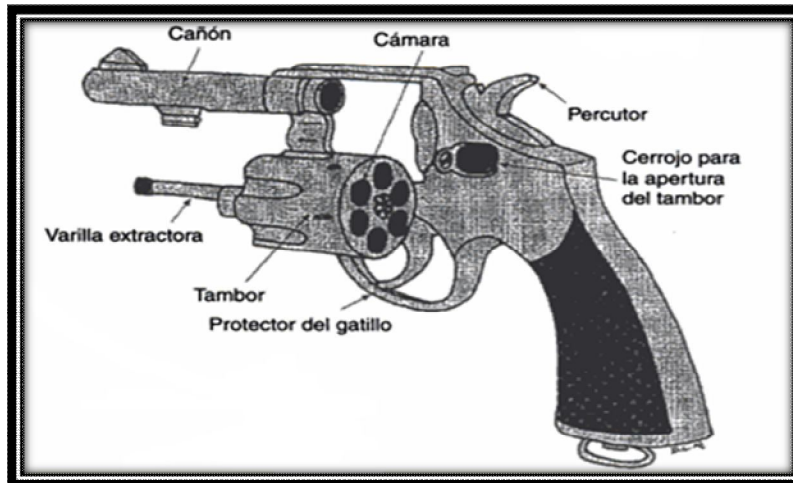


Figura 3. Interior de un arma de fuego [41]

### Clasificación de la balística

La balística está dividida en tres ramas [47]:

Balística interior.- Aquella que estudia el movimiento del proyectil en el interior del ánima del tubo del arma (en su fase inicial de lanzamiento) desde que empieza su desplazamiento y hasta que abandona el tubo del arma. Es decir, estudia todos los fenómenos que impulsan al proyectil, así como el quemado de la pólvora, la presión gaseosa, el giro y rozamiento dentro del ánima, etc. Sus pasos son:

- Percusión.- Golpe entre la aguja percutora y el percutor, y ésta empuja al fulminante
- Iniciación del fulminante.- Es la relación que se produce por el golpe (explosión de la sustancia química), para esto se necesita que exista el yunque, contrafuerza de la aguja percutora
- Quema del propelente.- Ocurre a una temperatura de 320 a 480°C dentro del cartucho
- Movimiento del proyectil
- Cizallamiento.- Aparecen las estrías de acomodación y rotación
- Abandono del proyectil de la boca de fuego
- Retroceso

Balística exterior.- Estudia las trayectorias y los efectos perturbadores del medio ambiente sobre esta. Estudia qué y por qué se afecta el proyectil desde que abandona la boca de



## IV. GENERALIDADES



fuego, hasta que impacta en un lugar determinado o se detiene. El tipo de movimiento puede ser de diferentes maneras:

- Parabólico.- Resultante de la combinación entre el desplazamiento del proyectil y la fuerza de gravedad ejercida sobre este
- Translación.- Espacio físico medible existente entre la boca de fuego del arma y el sitio de impacto
- Rotación.- Giro del proyectil sobre su eje longitudinal, producto de la fuerza imprimida por la forma helicoidal de las estrías
- Giroscopio.- Movimiento cónico, pendular que deriva del centro de gravedad con el movimiento de rotación

Con ánima lisa (Escopeta), se presentan los siguientes movimientos:

- Parabólico
- Translación
- Vibratorio
- Movimiento circulatorio
- Dispersión.- Separación del proyectil hacia cualquier dirección respecto a la línea de tiro

Balística de efectos.- Esta rama estudia los efectos producidos por el impacto del proyectil en el objetivo, los efectos que produce sobre las ropas y su penetración en los objetivos resistentes, así como su efecto destructor [11, 47].

Aunque tradicionalmente se han estudiado estas tres ramas de la balística, en la actualidad se incluye el estudio de la balística intermedia, también conocida como de transición, es aquella que estudia el movimiento del proyectil desde la salida de este por la boca del arma, hasta su estabilización completa en el aire, todo esto debido al cambio del medio ambiente, a la fuga de gases y partículas metálicas que salen detrás de el y lo desestabilizan [47].



## IV. GENERALIDADES



### **Casquillos, proyectiles y esquirlas**

La munición se define como cualquier dispositivo o artificio cargado con una sustancia explosiva, y comúnmente se le conoce como cartucho [47].

El origen del cartucho se sitúa en torno al siglo XVI, consistía en un envoltorio de papel que contenía la pólvora y la bala. Durante el siglo XIX, experimentó una acelerada evolución; paulatinamente, se le incorpora el iniciador, se sustituyó la bala cilíndrica por la bala ojival, se adoptó la vaina metálica, la capsula iniciadora y se reemplazó la pólvora negra por pólvora blanca o sin humo [20].

El cartucho actual puede definirse como el elemento completo con que se carga un arma de fuego y contiene todo lo necesario para la producción del disparo.

Los cartuchos están compuestos por dos partes principales, la vaina que es la pequeña cápsula metálica donde se aloja el material explosivo propelente (generalmente pólvora pyrodex o explosiva) y el iniciador que esta incluido en la base de la vaina, que contiene otros productos inflamables que se encienden al ser golpeados por el percutor del arma [47].

Tiene otros elementos secundarios como la carga de proyección (pólvora), taco (en cartuchos semimetálicos), tapa u opérculo de cierre (en algunos cartuchos semimetálicos) y proyectil o proyectiles (bala, postas, perdigones) [49].

Un cartucho puede tener una gran variedad de vainas y de balas, por ejemplo un cartucho de escopeta, en lugar de tener un núcleo macizo único, utiliza una serie de pequeños perdigones de plomo para causar una mayor dispersión del disparo, o un proyectil de carga hueca, en el cual la bala esta solo como contenedor de un explosivo. Hay una gran variedad de estas municiones, y la mayoría fueron creadas para un propósito diferente y único aunque suelen tener varias aplicaciones.



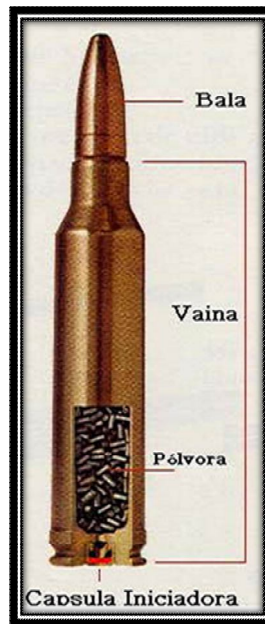


Figura 4. Componentes de un cartucho [47]

La vaina o casquillo, como también suele ser llamada, se define como la cápsula en la cual va superpuesto el proyectil y en cuyo interior va contenida la carga de proyección y el fulminante [20], esta es expulsada del arma normalmente tras la detonación, aunque en algunos casos como el revólver o la escopeta, debe ser retirada manualmente [47].

Se compone principalmente de boca, cuerpo, y culata, aunque es importante mencionar que existen distintas clases de vainas [49].

- Metálicas (latón, acero, cobre, aluminio etc.), semimetálicas (metal y plástico o cartón), plásticas
- Cilíndricas, cónicas, entalladas
- De pestaña, ranura y pestaña ó culata reforzada
- De percusión lateral, anular, central

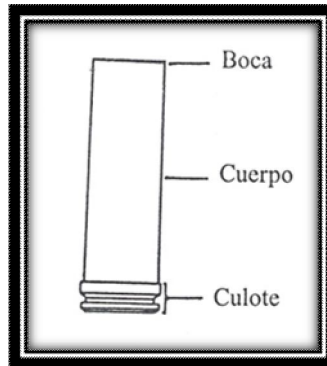


Figura 5. Componentes de la vaina [49]

Balas.- Es la parte principal del cartucho y al que se subordinan el resto de los componentes, incluso la propia arma. Esta denominación de bala se utiliza normalmente para armas de pequeño calibre, en los calibres mayores, por ejemplo en la munición de artillería se denomina proyectil.

Las balas son la parte maciza, que provoca daños en el objetivo, por lo tanto es incorrecto llamar balas a los cartuchos, ya que la bala es solo una parte del mismo [47].

Las balas están formadas por un solo material: aleación de plomo y antimonio con un poco de estaño, existen balas compuestas que están formadas por una cubierta, que suele ser de latón (90% de cobre y 10% de zinc). El núcleo normalmente se fabrica de una aleación de plomo-antimonio. El plomo es de uso imprescindible por ser de los pocos metales que dan a las balas el peso apropiado dentro de su pequeño tamaño. El antimonio ajusta las características mecánicas que requiere la bala, dándole la consistencia suficiente en el momento del disparo y permitiéndola cumplir las exigencias de perforación al llegar al blanco [47].

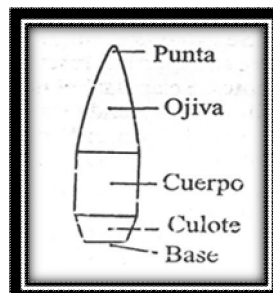


Figura 6. Componentes de una bala [49]



### Uso de la prueba de Walker

Durante las últimas décadas los homicidios ocasionados por arma de fuego ocupan el segundo lugar en nuestro país, siendo el primer sitio los cometidos con objetos punzocortantes [71].

Los problemas que se desean solucionar cuando se presenta un homicidio con arma de fuego son los siguientes:

- ➡ La mano de quien disparó el arma de fuego (la cual casi siempre resulta manchada con derivados nitrados como  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$  y con partículas resultantes de la deflagración de la pólvora como plomo, bario, antimonio, y cobre)
- ➡ El arma y la distancia a la que fue hecho el disparo

A continuación se mencionan las técnicas más comunes empleadas por algunas procuradurías de justicia en el país para la determinación de homicidios por disparo:

- ➡ Parafinoscopía.- Está técnica tiene como inconveniente que los reactivos químicos que se utilizan reaccionan con los compuestos nitrados y con cualquier sustancia oxidante
- ➡ La prueba de rodizonato de sodio.- Se basa en la reacción de plomo no obstante, la desventaja de esta prueba es que da como resultados falsos negativos para balas de cobre o con camisas de acero
- ➡ La prueba de Walker.- Tiene por objeto identificar nitritos, como subproductos de la combustión de la pólvora ocasionada cuando un arma es disparada, los cuales se depositan en la superficie que fué objeto del disparo
- ➡ Prueba de Griess.- Su principal objetivo es determinar si un arma fue disparada recientemente, así como determinar la distancia a la cual fue hecho el disparo.
- ➡ Fotografía infrarroja.- Se aplica cuando el color de la ropa impide identificar las partículas resultantes de la deflagración de la pólvora, teniendo como inconveniente que no detecta de forma específica de dichas partículas
- ➡ Rayos Grenz.- Son muy similares a la fotografía infrarroja.



## IV. GENERALIDADES



De las técnicas mencionadas anteriormente, destacan las pruebas químico-colorimétricas de Walker y la de Griess por su sencillez y sensibilidad para identificar compuestos derivados de la deflagración de la pólvora, en orificios detectados en prendas y objetos afectados por el disparo de arma de fuego, así como para identificar la distancia del disparo.

Ambas técnicas no requieren de instrumentación ni cuidados especiales en la preparación y manejo de soluciones durante el momento del análisis, por lo que actualmente son las más utilizadas. En este contexto cabe mencionar que en los casos en que el químico forense encargado de realizar las pruebas no ha contado con los reactivos necesarios o cuidados adecuados obtiene resultados erróneos, lo cual redundará en órdenes de aprehensión o liberación injustas para personas culpables o inocentes (*Véase apéndice C*).

### **Uso de la prueba de rodizonato de sodio**

El objetivo de la prueba del rodizonato de sodio es la detección de elementos de bario del fulminante y plomo del proyectil, componentes de un cartucho útil que al percutirse explota y desaloja varios elementos, entre ellos los enunciados que se impregnan o adhieren a las zonas típicas dorsales y palmares de la mano del individuo que disparó un arma de fuego [44].

La prueba del rodizonato de sodio es de origen químico y sus resultados son colorimétricos debido a la reacción entre los elementos de bario y plomo recogidos de la mano de quien acciona un instrumento de fuego para dispararlo y al material químico que se usa para tal fin.

Esta prueba colorimétrica se aplica desde 1954 en varios países del mundo, con resultados más confiables que la obsoleta prueba de la parafina, que identifica derivados nitrados producto de la deflagración de la pólvora de un cartucho útil.

Debe recordarse que existen otras técnicas de mayor confiabilidad como la espectrofotometría de absorción atómica de origen físico, con resultados muy confiables en



## IV. GENERALIDADES



la identificación y cuantificación de elementos que se esparcen en las manos de quien dispara con arma de fuego (*Véase apéndice C*).

### INCENDIOS Y EXPLOSIVOS

La Procuraduría General de la República define a los incendios y las explosiones como la rama de la criminalística que se ocupa de establecer las causas del siniestro, el foco de incendio o el cráter de la explosión a partir del estudio técnico de los indicios criminalísticos que deja el fuego o las fuerzas súbitas liberadas por la explosión en contra del inmueble, muebles y/o personas.

El objetivo es solucionar el problema planteado a petición del ministerio público de la federación, basándose en los indicios criminalísticos y datos técnicos que en su conjunto permitan establecer la causa, el lugar de origen, la trayectoria y los daños producidos por el siniestro de incendio y/o explosión.

En este punto cabe mencionar que la capacidad para combatir el fuego de forma efectiva e investigar su origen, se basa en tener un conocimiento sólido en las áreas de la química y la física. El fuego es producto de una reacción química auto mantenida que libera energía en forma de calor y luz; se clasifica como incendio provocado si se lleva a cabo deliberadamente con el propósito de destruir propiedades [33].

El fuego requiere tres componentes: una fuente de combustible, una fuente de calor y una fuente de oxígeno / gas, y juntos constituyen el triángulo del fuego (Figura 7). Si uno de estos tres elementos falta, el fuego no se inicia y si alguno de ellos se elimina, el fuego se extinguirá. Este principio es usado por los bomberos para combatir el fuego. El agua es una de las herramientas más importantes en la lucha contra incendios, para enfriar la zona y eliminar la fuente de calor.

Una de las propiedades del agua es la capacidad de absorber una cantidad sustancial de calor de los objetos más calientes. El calor es una forma de energía que se transmite de objetos calientes a objetos fríos que están en contacto uno con otro [33].

A continuación se describirán de manera detallada ambos tipos de siniestros [5].

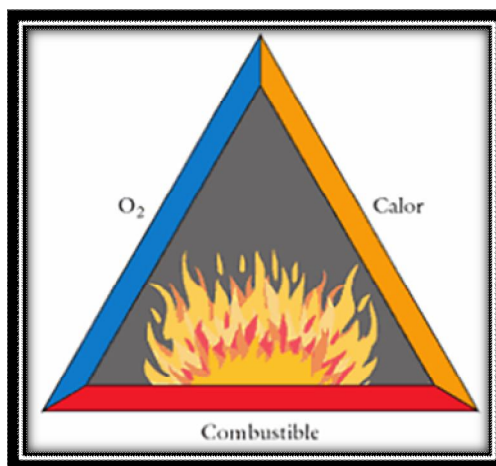


Figura 7. Triángulo del fuego [33]

### Incendios

Para que se declare un incendio, deben hallarse tres condiciones:

- El combustible.- Se considera toda materia inflamable en estado sólido, líquido o gaseoso
- El carburante.- Corresponde al oxígeno del aire, cuanto mayor es la acción de superficie con el material, más intensa es la combustión
- La energía térmica o de encendido, que constituye el detonador del proceso

Cuando el carburante cae por debajo de aproximadamente 10% en volumen, el incendio no puede seguir desarrollándose, salvo que el combustible no encierre en sus moléculas suficiente cantidad de oxígeno para obtener una combustión completa. El desarrollo de la combustión requiere de una energía de reactivación, mediante un proceso de reacciones exotérmicas en cadena, en presencia de una cantidad suficiente de material combustible de un potencial calorífico elevado y un aporte constante en oxígeno.



## IV. GENERALIDADES



Es importante mencionar que un incendio evoluciona en 5 fases:

- Fase de latencia, caracterizada por una energía de incendio suficiente
- Fase de arranque, cuya duración depende de la inflamabilidad de los materiales
- Fase de aceleración, donde el o los focos se vuelven más o menos localizables
- Fase de incendio generalizado, la más destacada por aumento de la temperatura y la velocidad de combustión
- Fase de recaída donde el incendio va a decrecer si no interviene ningún aporte exterior de combustible

Las causas de un incendio pueden ser variadas y diversas, a continuación se mencionan algunas de ellas:

- De origen natural: Rayo o una erupción volcánica.
- De origen espontáneo: Calentamiento de productos por fenómenos de oxidación, fermentación o hidratación
- De origen accidental: Por cortocircuito de las instalaciones eléctricas o de calefacción, por negligencias o imprudencias
- De origen intencional: Por aporte de sustancias inflamables usuales que pueden ser líquidas o sólidas

Los incendios voluntarios, son los que interesan a las ciencias forenses. De una manera general existen cuatro tipos de móviles que influyen en las personas para ocasionar un incendio:

- Ajuste de cuentas: Intimidación de orden privado como puede ser venganza, extorsión etc
- Intereses financieros: Ejemplo de esto puede ser las estafas a las compañías de seguros
- Distracción o creación de una coartada



## IV. GENERALIDADES



- ➡ Problemas de personalidad que generalmente tienen que ver con la psiquiatría como lo son la debilidad mental, perversión etc

### **Explosivos**

De una manera general, el fenómeno explosivo se debe a una descomposición química de las sustancias por la acción de una influencia exterior (impacto, calor, chispa, punto rojo térmico etc.) Se distinguen dos tipos de reacciones explosivas:

- ➡ La deflagración.- Corresponde a un fenómeno explosivo que se propaga por la conductividad térmica, y cuya velocidad de propagación es del orden de algunos centímetros a algunos metros por segundo
- ➡ La detonación.- Corresponde a un fenómeno explosivo que se propaga por el mecanismo de la onda explosiva (onda de impacto mas reacción química), con una velocidad de propagación del orden de 1000 a 9000 m por segundo

La eficacia de un explosivo está ligada a su velocidad de detonación y a su densidad de cargamento. Los diversos explosivos se pueden clasificar según sus efectos destructores, bajo la apariencia de una onda de impacto que se propaga en la masa total de la sustancia.

Por lo demás, se demuestra que la extensión de las destrucciones varía en función de la masa del explosivo. Los explosivos de fulminante son explosivos primarios que solo se utilizan en los detonadores porque son sensibles al impacto, al frotamiento o al calor.

Luego de un atentado con explosivos la investigación científica comprende las siguientes etapas:

### **Determinación de la posición del artefacto**

Esta primera etapa se desarrolla a partir de la llegada al lugar de los expertos. Tras la observación de los destrozos, hay que localizar, a veces en condiciones difíciles, (gruesa capa de escombros), el epicentro de la explosión, que materializa la posición de la carga





## IV. GENERALIDADES



explosiva. En el caso en que esta fue apoyada en el suelo, se manifiesta a través de un cráter cuyas características morfológicas dependen de varios factores:

- ➡ La naturaleza del suelo (tierra, cemento, hormigón, armado etc.)
- ➡ La masa del artefacto
- ➡ El tipo de explosivo utilizado

En forma inmediata se deben de efectuar tomas de residuos en el mismo cráter y sus inmediaciones, para identificar sobre el terreno la presencia o no de pólvora explosiva, con ayuda de reactivos apropiados. Al comparar esta indicación de las características dimensionales del cráter, un especialista puede evaluar la cantidad de explosivo utilizado, apoyándose en el principio de que los efectos mecánicos del quiebre van disminuyendo a medida que se alejan del epicentro de la explosión.

### **Consecuencias de los incendios y explosiones [96] (Véase Apéndice D)**

Las consecuencias inmediatas de una explosión son, la generación de ondas de presión que crean compresiones y expansiones alternativas del aire, así como la formación de objetos acelerados que actúan como proyectiles. A veces las explosiones pueden ir acompañadas de fenómenos de tipo térmico según sus características por ejemplo las explosiones físicas pueden originarse por un incendio, y una explosión química puede afectar a un almacenamiento de un gas inflamable. Los daños producidos por una explosión pueden ser derivados directamente por las ondas de presión:

- ➡ Sobre las instalaciones.- Según la sobrepresión que se origine, puede ocasionar desde rotura de cristales hasta destrucción de edificios. Además se formarán fragmentos acelerados que actuarán como proyectiles
- ➡ Sobre las personas.- Las ondas de presión van a afectar principalmente a los órganos que contienen aire en su interior, como los pulmones, el estómago o el oído medio entre otros. Así, el daño variará desde una ruptura timpánica hasta la muerte por hemorragia pulmonar. También puede producir el desplazamiento de los afectados,



## IV. GENERALIDADES



proyectándolos contra otros objetos fijos o móviles, produciéndose de esta manera traumatismos múltiples

- Producidos por los proyectiles.- Éstos se pueden originar directamente en el foco de la explosión o bien al actuar las ondas de presión sobre las instalaciones y edificios. Según el tamaño, peso, forma, velocidad y punto de impacto, el daño producido por un proyectil sobre una persona puede ser leve o bien hasta poder producir la muerte instantánea

Las lesiones producidas sobre las personas a causa de una explosión, pueden ser de dos tipos:

- Lesión primaria.- Producida directamente por la onda de presión
- Lesión secundaria.- Producida por los proyectiles generados
- Lesión terciaria.- Producida por el desplazamiento de los afectados, golpeándose así contra otros objetos

Debido a que la sobrepresión a la que se produce la caída parcial de techos y paredes es menor que la necesaria para producir la ruptura traumática del tímpano, e incluso mucho menor que la necesaria para producir una hemorragia pulmonar, la vulnerabilidad de las personas va a ser mucho mayor en el interior de los edificios que en el exterior.

### GRAFOSCOPIA Y DOCUMENTOSCOPIA

#### Documentoscopia

El término documento deriva del latín *documentum-docere*, que significa *enseñar*, y se dice de cualquier escrito u objeto que sirve para ilustrar o comprobar algo. De este término deriva *documentografía* rama que estudia todo tipo de documentos gráficos: como manuscritos o impresos relativos al estudio de fotografías, grabados, dibujos etc [50].

Cada una de las disciplinas científicas de la criminalística general se constituye por procedimientos, técnicas y métodos, que le dan integridad y utilidad científica; un ejemplo es la documentoscopia que para realizar y cumplir con su objetivo, esta constituida por las



## IV. GENERALIDADES



siguientes disciplinas: caligrafía, grafoscopia, grafometría, paleografía, criptografía, diplomática, taquigrafía y estenografía que se encargan del estudio de los documentos y de las escrituras desde una óptica física o material, y no bajo un enfoque psíquico.

- Caligrafía: Escritura elegante o bello
- Grafoscopia: Escritura moderna
- Grafometría: Medición de la escritura
- Paleografía: Escritura antigua
- Diplomática: Documento antiguo
- Criptografía: Cifración o descifración de signos o claves secretas
- Taquigrafía: Escritura manual rápida
- Estenografía: Escritura mecanográfica rápida

La grafología en el marco de las disciplinas de la documentoscopia es de gran interés debido a que aun cuando su objetivo de estudio es la escritura, también tiene otros fines fundamentales de orden psíquico y fisiológico que le han determinado. El concepto actual que se tiene de la grafología es la identificación del carácter y/o personalidad de una persona, a partir del estudio de la escritura. Es decir, tiene otros fines ajenos por completo a la pericia forense útil para los tribunales y la corte [50].

### **Grafoscopia forense**

#### **Historia**

La grafoscopia en México tuvo prácticamente un nulo desarrollo durante los primeros 50 o 60 años del siglo XX. Se mencionan como pioneras en esta materia a las profesoras María de la Paz Corona Vega, Josefina Mendoza de Vargas y Elsa Brondo Fernández, quienes prestaban sus servicios en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal y elaboraron un cuaderno sobre el estudio de documentos cuestionados que se utilizó en el instituto técnico de capacitación criminalística creado en 1961 por la PGR. En el año de 1970 funcionaba en la PGR el departamento de servicios periciales, dependiente de la Dirección General de Averiguaciones Previas, y como parte de ese departamento operaba la sección de grafoscopia.



## IV. GENERALIDADES



No fue sino hasta 1971 que surgió el laboratorio de criminalística de la Procuraduría del Distrito Federal bajo el impulso de su director el Dr. Rafael Moreno González, con la creación del departamento forense en química, física, balística, dactiloscopia, fotografía etc., cuya importancia fue a nivel nacional y más aún, en el extranjero.

En la década de los años 80 y 90 se fueron creando en muchos estados de la República, por parte de las procuradurías, laboratorios de servicios periciales con muy diversa fortuna, pues a veces han recibido apoyo en equipo humano y material y a veces han carecido de él; sin embargo falta todavía mucho por hacer, desde instalaciones adecuadas, personal suficiente y altamente capacitado, equipo moderno sistema rigurosos de preservación de evidencia, etc, que permitan a las ciencias forenses y la grafoscopía, en particular, desempeñarse en forma científica y técnica como corresponde a esta valiosa disciplina coadyuvante de la procuración y administración de la justicia [50].

La PGR define la grafoscopía como la disciplina encargada del estudio de la escritura con fines identificatorios, o bien el análisis de un documento, a fin de determinar su autenticidad, falsedad o alteración.

Ambas actividades intervienen en los siguientes puntos:

- Determinar la autenticidad o falsedad de firmas
- Identificar al autor de una firma o firmas
- Identificar al autor de un texto manuscrito
- Determinar el origen gráfico de un tipo de escrituras
- Determinar la falsedad o autenticidad de diversos tipos de documentos entre los que se encuentran: Certificados, títulos, cartillas, pasaportes, credencial de elector, facturas, cheques, formatos oficiales etc [90]

La función de la grafoscopía de establecer la autenticidad o falsedad de la grafía que se atribuye a determinado autor, requiere de un estudio científico y técnico. Existen diversas



## IV. GENERALIDADES



pruebas que se efectúan para apoyar las conclusiones del dictamen, informe u opinión del perito.

Los instrumentos, mecanismos, sustancias, etc. que emplea el químico forense especializado en grafoscopía para establecer la veracidad o falsedad de escritura o firmas, cuya validez se ha comprobado por la experiencia, han pasado a formar parte del equipo que el perito en esta materia debe tener presente al efectuar el estudio de problemas sometidos a su consideración.

El perito grafoscopista, utiliza técnicas de muy diversa índole, para llevar a cabo el estudio de manuscritos y firmas. Así, las técnicas incluyendo los instrumentos y mecanismos que se emplean en las mismas, se pueden clasificar en:

- ➡ Técnicas físicas
- ➡ Técnicas químicas
- ➡ Técnicas en sistemas de computo

### **Técnicas físicas [50]**

Estas fueron las primeras técnicas empleadas por el perito para efectuar los estudios que debían llevarse a cabo en esta materia.

El cotejo de grafía exige la semejanza de los elementos estructurales, generales y particulares de la grafía cuestionada y de la indubitable para cotejo, y por ellos es común que el estudio se enfoque a la observación a través del sentido de la vista.

- ➡ La lupa.- Tal vez el auxiliar más comúnmente utilizado por el perito grafoscopista para la observación de la grafía es la lupa, (lente convergente que amplía la visión de los objetos.) El estudio de los lentes corresponde a la física, en particular a la óptica, que trata de las propiedades de la luz y los fenómenos de la visión

Desde el punto de vista de la física, la luz es un fenómeno de energía, una radiación electromagnética que estimula la retina del ojo humano y produce una sensación visual. La

lente positiva o convergente, como la lupa, permite reunir los rayos paralelos de la emisión de rayos de luz en un punto determinado al que se le denomina foco principal. La lupa permite, al aumentar la dimensión visual de la escritura o firma que se observa, detectar detalles, los idiotismos de la grafía, por ellos la utilidad evidente de este instrumento óptico.

- El microscopio.- En la materia grafoscópica el microscopio binocular es un instrumento valioso pues permite observar imágenes con el aumento que se necesite para el análisis de determinados casos

Edmond Locard ordenó para facilitar el examen y confrontación de documentos, la fabricación de un instrumento óptico que denominó *grafoscopio* que permitía el estudio de manchas y huellas dactilares para realizar un análisis poroscópico. Este equipo ya fue sustituido por equipos más especializados como son algunas variantes del microscopio. Una variante del microscopio binocular es el microscopio estereoscópico o estereomicroscopio. A continuación se muestran las imágenes de ambos microscopios.



Figura 8. Microscopio binocular y estereoscópico [80, 81]

- La cámara fotográfica.- El empleo de la cámara fotográfica en el terreno de la grafoscopia exige técnicas apropiadas, entre ellas la macrofotografía y la microfotografía

En la confrontación o cotejo de escrituras y firmas, la fotografía es un valioso auxiliar pues permite obtener macrofotografías de partes o elementos de la grafía y así poder comparar



## IV. GENERALIDADES



letras, números o fragmentos de ellas según se requiera. Si bien no es requisito para la formulación de un dictamen grafoscópico el que se ilustre con fotografías, lo usual es hacerlo pues una “fotografía vale por mil palabras”.

- ➡ La luz ultravioleta.- Entre los usos prácticos de los rayos ultravioleta en la investigación de un delito se pueden citar la localización de manchas seminales u obstétricas en caso de abuso sexual y aborto, así como el rastreo de sospechosos en determinados ilícitos
- ➡ Luz de rayos infrarrojos.- Otra técnica para examinar documentos sin afectarlos de ninguna manera, es el empleo de rayos infrarrojos

### **Técnicas químicas [50]**

Para el empleo de sustancias químicas se requiere, generalmente, aplicarlas sobre el papel en que está impresa la grafía para detectar, la existencia de dos clases o tipos de tintas así como la antigüedad de las mismas, pero tiene el inconveniente de que afecta o altera el documento de manera definitiva y por ello solo con el consentimiento de quien corresponda (juez, cliente etc.) pueden utilizarse sustancias químicas.

Mediante técnicas químicas, se pretende detectar la existencia de dos tintas en un mismo texto, pero otra cuestión es haber utilizado sustancias químicas para alterar o modificar un documento en su redacción original con la supresión de parte del texto o de una simple palabra o un signo aritmético, etc. Procedimiento que se conoce como “lavado” y que torna incolora la zona de la grafía que se desea desaparecer al aplicar bisulfito de sodio, ácido oxálico, o hipoclorito de sodio, etc. variando así el sentido ideológico del documento

Sin embargo, sea en un supuesto, o en otro de los señalados anteriormente, al aplicar al documento o soporte de la grafía sustancias químicas estas pueden dañar tanto la escritura en la zona en que se apliquen como al propio papel.



## IV. GENERALIDADES



- ➡ **Métodos cromatográficos.**- Permite separar y establecer, de una mezcla de sustancias, aquellas que la componen y determinar la proporción que cada una aporta a la mezcla

Para estudios grafoscópicos se emplea la cromatografía con el fin de identificar los componentes de una tinta empleada en un documento, en relación a los componentes de una diversa tinta en el mismo, o en otro documento, para establecer si ambas tintas tienen la misma composición.

### **Técnicas en sistemas de cómputo [50]**

El empleo de la computadora en los estudios grafoscópicos, es a la fecha invaluable. El químico forense emplea la computadora para formular su dictamen en cuanto a lo que se refiere el texto mismo: a la redacción del estudio que ha llevado a cabo.

No sólo utiliza cualquier sistema o programa de procesador de textos como Word o Wordperfect, sino que también puede elaborar su trabajo con la presentación de cálculos estadísticos e ilustrados con gráficas, por ejemplo en análisis grafométricos, y más aun con el manejo de las imágenes de las firmas o de escritura para ilustrar el cotejo de las grafías.

Existen actualmente algunos programas que permiten el manejo de los gráficos de una forma fluida, de tal modo que, ya sea que se hayan digitalizado las imágenes a través de lectores (scanner), por medio de fotografía digital, o video, pasando la imagen a la computadora con el fin de poderla ampliar, reducir, cortar, transformar, etc.

Queda al ingenio y habilidad del químico forense emplear la computadora como valioso instrumento, tanto en el estudio de las cuestiones de autenticidad o falsedad de firmas o de escrituras, como el de utilizarla para mostrar y poner en evidencia dicho estudio plasmándolo en el dictamen pericial como resultado de su trabajo.





## IV. GENERALIDADES



### **Grafometría**

Se refiere a elementos cuantitativos de la escritura, es decir, los elementos de la grafía son mensurables en cuanto a longitud y espesor, o bien en cuanto a otro tipo de medidas como son la magnitud de ángulos, de trazos circulares, etc.

Existe otro término que vale la pena mencionar y que consiste en grafometría (medición de la grafía), o mejor dicho la medición de todos y cada uno de los grammas que forman la grafía de la escritura.

El espacio del soporte, es decir del papel que se destine para la escritura ó firma, influye en cuanto a las medidas de la grafía que pueden sufrir variaciones de tamaño y forma, pero un análisis cuidadoso y contar con elementos gráficos suficientes permite establecer los rasgos físicos o constantes que se mantienen en el proceso gráfico e inclusive poderlo representar en escala de variaciones [50].

### **Dinero y sus medidas de seguridad**

El dinero, entendido como la principal forma de realizar pagos, se expresa físicamente en billetes y monedas. Desde hace 37 años México fabrica sus billetes, ocasionalmente se ha solicitado la ayuda de empresas extranjeras, como en el caso del billete de 20 pesos a base de polímero, cuya impresión la realizó una firma australiana, debido a que la técnica utilizada es diferente a la de papel.

Los técnicos mexicanos aprendieron la tecnología y ahora los nuevos billetes de 50 pesos de polímero se manufacturan en el país, aunque el polímero se sigue importando de Australia, donde se ubica la única fábrica en el mundo que lo elabora.

Al hacer el pedido se tienen que dar especificaciones sobre el color y las características del material, pues algunas medidas de seguridad van incluidas desde su fabricación, como la marca de agua [76].

El uso de distintos colores y la inclusión de elementos de seguridad similares a los contenidos en los billetes suecos, coloca a la moneda de papel mexicana entre las menos falsificadas del mundo. Las medidas de seguridad de los billetes mexicanos son superiores a



## IV. GENERALIDADES



las del dólar estadounidense. A diferencia de Estados Unidos, México siempre ha incluido variaciones de colores, lo que dificulta su falsificación.

El Banco Nacional de México (Banamex) propone siete medidas de seguridad con que cuentan los billetes en moneda nacional auténticos y que se pueden verificar de forma rápida [76]:

- ➡ Tipo de material.- Todo billete real debe estar fabricado en papel moneda. Este tipo de papel se siente un tanto rugoso al tacto, a excepción de los billetes de 20 y 50 pesos que, por ser de polímero, son prácticamente lisos
- ➡ Línea micro-impresa (externa).- Línea que rodea la imagen central del billete en su anverso y en el reverso se presenta como dos líneas paralelas: una en la parte superior y otra en la parte inferior. La línea micro-impresa muestra en letras diminutas y repetidamente la leyenda: BANCO DE MÉXICO
- ➡ Marca de agua.- Es una repetición de la imagen del personaje histórico (a la derecha en el anverso y a la izquierda en el reverso), que únicamente se percibe viendo el billete a contra luz
- ➡ Registro perfecto.- Son figuras impresas que al verse a contraluz completan en conjunto una imagen que muestra la denominación numérica del billete. Éstas se encuentran, una en la parte media-izquierda del anverso y la otra, en la parte media-derecha del reverso
- ➡ Banda iridiscente.- Es una banda que atraviesa verticalmente al billete y se encuentra a la izquierda del anverso. Según el ángulo de visión se vuelve opaca o brillante, mostrando la denominación numérica del billete. Los billetes de 20 pesos no cuentan con esta medida
- ➡ Numeral impreso con tinta que cambia de color.- Se encuentra en la esquina superior derecha del anverso. Es un pequeño rectángulo que muestra la denominación del billete en número y que cambia de color dependiendo del ángulo en que se observe
- ➡ Hilo micro-impreso (interno).-Banda muy delgada que atraviesa verticalmente al billete y presenta la denominación del mismo con letras diminutas y repetidamente



## IV. GENERALIDADES



La institución bancaria aclara que verificar una sola de las medidas no garantiza la autenticidad o falsedad de los billetes; sin embargo, la revisión acertada de cada una de éstas dará la confianza de que el billete es auténtico [76].

### DACTILOSCOPIA

#### Historia

El conocimiento de las huellas digitales se inicia en los más lejanos tiempos y es imposible determinar su punto de partida, así como señalar quien fue el primer ser humano que observó los dibujos de las yemas de los dedos.

Edmond Locard (1910) relata que el hombre acostumbraba reproducir en los medios decorativos de sus dibujos los de su propia mano de manera particular. Más tarde en el periodo neolítico, es posible observar excelentes impresiones palmares y dactilares en las piedras de adorno, lo que confirma que la humanidad prehistórica ya tenía nociones de las huellas digitales.

En las antiguas civilizaciones del lejano oriente, durante muchos siglos, la impresión digital del pulgar del emperador fue el signo usual con que se certificaban los documentos de estado; así pues en China, Oriente y Egipto se aceptaban las impresiones digitales en sustitución de las firmas de personas analfabetas, así como para identificar criminales, práctica que al retomarse en la India tuvo una influencia decisiva en los componentes de una comisión investigadora denominada *TROUP* [61].

La dactiloscopia es un método de identificación que se basa en el estudio y clasificación de las crestas presentes en los pulpejos de los dedos de las manos; este estudio se inicia en la antigua China en la cual los emperadores realizaban operaciones comerciales o de cualquier índole marcando con la huella dactilar los documentos más importantes. A partir de entonces, diversos investigadores realizaron estudios referentes a dichos dibujos desde Marcelo Malpighi, en 1656, el cual al investigar acerca del sentido del tacto descubre la diversidad de formas en dichos dibujos de los dedos, hasta Vúcetich (1890) el cual realizó estudios para establecer el sistema que lleva su nombre el cual es utilizado actualmente por



## IV. GENERALIDADES



muchos países incluido México, para la clasificación dactilar de diferentes organismos gubernamentales como el ejército y en el ámbito civil penal [99].

La palabra dactiloscopia, creada por el doctor Francisco Latzina, se deriva de dos vocablos griegos, *Daktylos* (dedos) y *Skopein* (examen o estudio) y puede determinarse como el procedimiento técnico que tiene por objeto el estudio y clasificación de las impresiones digitales con el fin de identificar a las personas distinguiéndolas unas de otras.

### **Sistemas de identificación**

Individuos como Juan Vucetich, Edward Richard Henry, Alfonso Bertillón, Francis Galton, entre otros, han desarrollado sistemas de identificación de huellas dactilares, por medio de procedimientos que se han ido perfeccionando con el avance del tiempo y han ido simplificando la clasificación de las formas de los dibujos dactilares, para un mejor análisis y agrupación de los mismos. A continuación se describen los sistemas de identificación más conocidos y de mayor aplicación en los países del mundo. Cada sistema de identificación reconoce varios dibujos nucleares [1].

### **Sistema Vucetich**

El sistema dactiloscópico Vucetich ha sido ampliamente utilizado en América Latina como método de identificación [1].

En 1891, Juan Vucetich alcanzó el cargo de jefe de la oficina de estadística de la repartición, recibiendo la misión de estudiar las posibilidades de establecer un servicio de identificación antropométrica, de esta manera conoció los estudios que Francis Galton realizaba en Londres, Inglaterra. En esa época los estudios se limitaban a la determinación de los caracteres naturales de las líneas papilares de las manos, sabiendo que eran perennes, inmutables y variadas en número infinito, a tal punto que no podría encontrarse uno solo igual en miles de millones.

Descubierto el sistema, Vucetich fue quien demostró su utilidad, exactitud y practicidad. En apenas diez años, las pruebas realizadas fueron suficientes para demostrar la eficiencia del sistema, el cual fue adoptado mundialmente. Este método dactiloscópico fue calificado de



## IV. GENERALIDADES



perfecto. Vucetich incluyó en el archivo de clasificación de huellas dactilares los diez dedos de las manos por ficha. Simplificó a tal punto las técnicas de clasificación en solo cuatro tipos fundamentales, logrando la practicidad de su sistema [1]. (Véase *Apéndice E*).

### **Sistema Henry**

Es un sistema dactiloscópico descubierto en el año de 1901 por el criminólogo inglés, Edward Richard Henry, quien creó un sistema de huellas digitales el cual fue introducido con el fin de lograr la identificación de personas, y cuya clasificación por sus extensiones cuenta con la llamada división mayor, siendo actualmente el más utilizado, especialmente en investigaciones delictivas [1].

### **Sistema Batley**

El sistema Batley también es conocido como sistema monodactilar, su creación se debe a la necesidad de tener un archivo en el cual se archive la huella digital de un solo dedo, sin importar cual de los cinco dedos de la mano se utilicen.

Este sistema tiene por objeto hacer posible que la huella de un solo dedo de una persona humana o de un cadáver pueda ser cotejada con la que se encuentre en el archivo monodactilar al momento de no tener las otras huellas.

### **Sistema Bertillón**

Sistema dactiloscópico creado por el francés Alfonso Bertillón, se basa en un registro antropométrico, es decir, se trata de la aplicación de las medidas antropométricas o medidas corporales para la determinación de la identidad de una persona humana. Tomándose en cuenta las medidas del cráneo, talla, estatura y otros miembros del cuerpo humano para lograr la identificación e individualización de un sujeto [1].

### **Anatomía de la piel**

La dactiloscopía tiene por base un detalle de la anatomía humana, el relieve de la piel de la yema de los dedos; detalle conocido en su valor propio desde la remota antigüedad. Ese

relieve es un símbolo matemático: el número con que la naturaleza nos distingue y determina de modo absolutamente inconfundible. La dactiloscopia se basa en la impresión física de los dactilogramas formados por las crestas papilares de las yemas de los dedos de las manos. A continuación se menciona brevemente esta anatomía [61].

La piel de la yema de los dedos de las manos tiene una cantidad de elementos anatómicos, como son arrugas, protuberancias, etc bien definidas que aparecen visibles a simple vista. Su origen está en la disposición de las papilas de la dermis, que es la capa interna; la epidermis es la capa externa y, en el momento que se haga la impresión sobre papel o cartulina, se observaran sus caracteres individuales. La piel tiene una importancia enorme en la identificación personal.

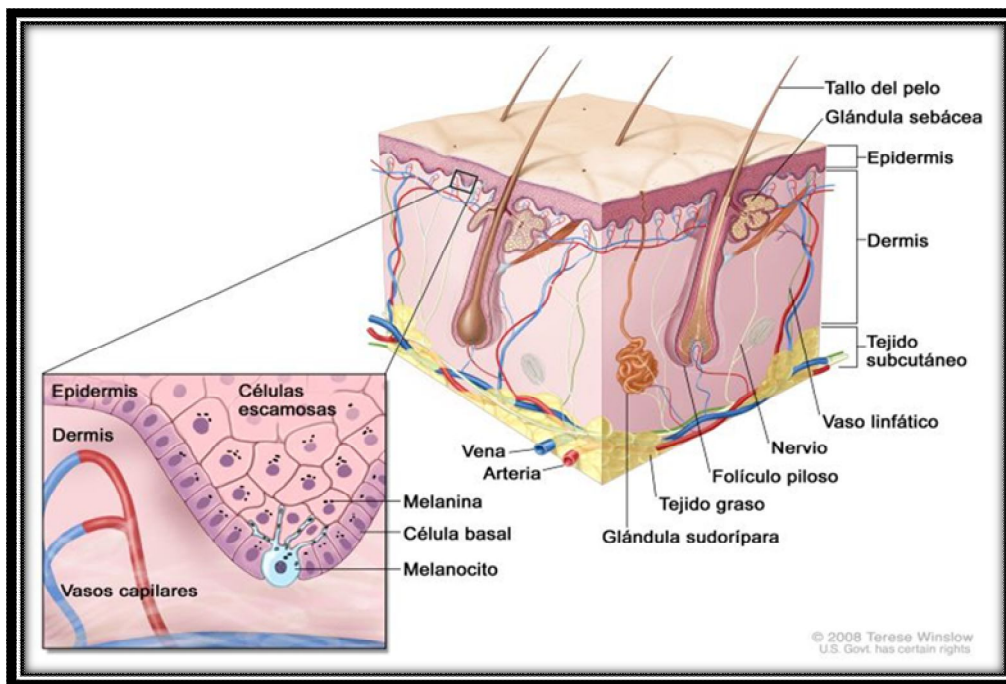


Figura 9. Anatomía de la piel (Tomado y adaptado de [67])

### Papilas

Las papilas, bajo el enfoque de su estructura, son los pequeños relieves que nacen en la dermis (capa inferior) y sobresalen por completo en la piel (capa externa); sus formas son muy variadas, unas son cónicas, otras hemisféricas y otras piramidales o simulando



## IV. GENERALIDADES



verrugas. Esta variedad de combinaciones de salientes y surcos cutáneos dan a cada dactilograma un aspecto distinto y singular.

El número de papilas agrupadas en cada milímetro cuadrado se calcula en 36 y su tamaño es de 55 a 22 milésimos de milímetro de altura. Por la disparidad de esta altura se dividen en pequeñas medianas y grandes.

### **Crestas**

Las líneas de relieve de lomo redondeado que se observan en la superficie externa de la piel se originan por las papilas y siguen las sinuosidades de los surcos en todas direcciones, forman una infinidad de dibujos en la yema de los dedos de la manos, y son más amplias en su base que en la cúspide, por lo que dan el aspecto de una montaña en miniatura. Estas, previamente entintadas e impresas en papel o cartulina, se podrán observar en la reproducción del dibujo como si fuera un sello. Estas líneas en relieve reproducidas de acuerdo con el color de la tinta, reciben el nombre de *crestas papilares*.

### **Surcos**

Los surcos interpapilares son los espacios que separan los relieves de lomo redondeado. Como consecuencia de las cuencas de la epidermis, al entintar la yema de los dedos de ambas manos se podrá observar que la tinta no cubre en forma total la superficie de la piel; por ello, al hacer la impresión de estos sobre papel o cartulina quedan espacios en blanco, los cuales reciben el nombre de *surcos interpapilares*.

### **Poros**

Son los pequeños orificios sudoríficos que nacen en el centro de las elevaciones de la dermis y siguen sus diferentes trayectorias hasta salir a la cima de las crestas papilares o cerca de su vértice; tienen la función de segregar sudor derramándolo en la superficie de la piel. Estos poros tienen diferentes formas, pues hay circulares, ovoidales, triangulares etc.



Figura 10. Crestas, surcos y poros [61]

### Fundamentos de la dactiloscopía

La dactiloscopía es uno de los métodos más confiables dentro del proceso de identificación, debido a las características que tienen las huellas dactilares siendo [99]:

- Inmutabilidad (perennes, no cambian) de los dibujos dactilares desde que aparecen en la vida intrauterina, los cuales perduran hasta ciertos procesos avanzados de putrefacción
- Inalterabilidad a lo largo de la vida, a excepción de heridas profundas que produzcan alguna lesión, sin embargo las lesiones que dejen cicatriz también son características de elementos identificativos
- Variabilidad, característica de la naturaleza humana. Hasta este momento no se han encontrado dos sujetos con la misma huella dactilar
- Posibilidad de clasificación, debido a que se facilita su archivo y ordenación, de modo que puedan ser localizadas fácilmente

Dentro de las actividades más importantes que realiza el área de dactiloscopía dentro del SEMEFO se encuentran las siguientes [99]:

- Obtención y registro de las huellas digitales de los cadáveres desconocidos en una ficha decadactilar (con huella de los diez dedos), actividad que está sujeta a las





## IV. GENERALIDADES



condiciones que presente el cadáver como su conservación (reciente), putrefacción, destrucción ambiental (por el clima ó por depredadores) y destrucción criminal es decir la ausencia de los pulpejos, dedos ó incluso de las manos completas, acción realizada precisamente para evitar la identificación del sujeto

- La clasificación y archivo de la ficha decadactilar se realiza de acuerdo al tipo fundamental de la huella
- Confronta (comparación) de las fichas con los documentos que presentan los familiares que se encuentran en busca de un familiar desaparecido
- Registro de la ficha decadactilar en el sistema automatizado de identificación por medio de las huellas dactilares (AFIS). Si el sistema encuentra alguna ficha coincidente arroja los resultados de ficha que anteriormente habían sido dadas de alta, permitiendo que se incremente el número de individuos que se identifican mediante este sistema
- Asistencia pericial a juzgados
- Confrontas con documentos de personas extranjera desaparecidas, ausentes o fallecidas, para su búsqueda o identificación

Por todas las ventajas que tiene la dactiloscopia, esta es un elemento importante para la identificación de personas vivas o fallecidas [99]. (Véase *Apéndice E*).

Actualmente existen diversos métodos de identificación determinativos como el ADN que en muchos casos, ha establecido fehacientemente la identidad de un cadáver, sin embargo, en la mayoría de las instituciones es complicado establecer laboratorios de genética forense debido al costo tan alto que genera montar un laboratorio destinado a tales fines, debido a esto se utilizan métodos mas económicos pero igual de confiables y determinativos como lo es la dactiloscopia, siempre y cuando existan documentos, que contengan la huella dactilar de la persona que permita la aplicación de este método.

### **Sistemas crestales**

La exposición y descripción de los principales sistemas en que se agrupan las crestas papilares son de acuerdo a su ubicación, grupo, forma y dirección.



## IV. GENERALIDADES



Se denominan sistemas crestales a las agrupaciones de crestas papilares arqueadas que siguen la dirección de la base, del núcleo y del margen, guardando cierto paralelismo en cada conjunto. Los sistemas crestales antes mencionados son *basilares*, *nucleares* y *marginales*, respectivamente, y cada uno de ellos presenta una formación diferente que facilita el estudio o examen de una impresión dactilar al determinar con exactitud la base, el centro y el margen.

### **Deltas**

Se denomina delta al grupo de islas que se forman en la desembocadura de un río cuando este vierte sus aguas por varios canales distintos; además delta es el nombre de la cuarta letra del alfabeto griego, la cual corresponde a nuestra letra D.

Los griegos llamaron Delta al Rio Nilo, cuyo cauce se abre en dos ramales principales, los cuales desembocan en el Mar Mediterráneo, de igual modo que el cauce de un río cuando desemboca en un lago. Hay pues una semejanza entre el uso de la palabra delta en la geografía física y la ciencia de la dactiloscopia, ya que en la mayoría de las impresiones dactilares se presentan figuras triangulares formadas por la aproximación o por la división de tres líneas directrices.

Existen dibujos digitales con figuras en forma de triángulo determinadas por directrices de dos sistemas crestales, y aun cuando el resultado es un triángulo, no pueden considerarse deltas. Para considerar un delta verdadero es necesario que el triángulo este formado por la líneas directrices de tres sistemas crestales distintos.

### **Punto Déltico**

El punto déltico es un punto de referencia convencional, útil para trazar una recta a otro punto llamado central o de corazón y así efectuar la cuenta de crestas en las presillas. Para situar el punto déltico se debe observar los siguientes requisitos:

- ➡ Si el delta está formado por tres crestas, el punto déltico se coloca precisamente en su centro



## IV. GENERALIDADES



- ➡ Cuando el delta está constituido por una cresta que se bifurca el punto déltico se coloca exactamente en la bifurcación
- ➡ Cuando ocurren varias bifurcaciones o separaciones de crestas, la más interna de ellas servirá para situar el punto déltico

### Dactilograma

Dactilograma es el conjunto de papilas dactilares que forman dibujos en las yemas de los dedos y los que al ser apoyados sobre determinados objetos, imprimen sus figuras por medio de la secreción sudorípara o por sustancias colorantes.

El doctor Luis Reyna Almandos (1925) fue quien primero estudió las líneas blancas que cruzan o atraviesan las crestas del dactilograma en diferentes lugares y posiciones, las cuales denominó como *líneas blancas o rayas albo-dactiloscópicas*. Por otro lado, el profesor Benjamín Martínez los dividió en naturales y artificiales. Son naturales las figuras estampadas por la naturaleza en nuestros dedos y artificiales las producidas con esas mismas regiones epidérmicas aplicándolas sobre una superficie lisa:

- ➡ Se denomina *dactilograma natural* al dibujo formado por crestas y surcos interpapilares en las yemas de los dedos
- ➡ Se llama *impresión digital artificial* la que se obtiene sobre papel o cartulina al aplicar en ella los dedos entintados, y quedan reproducidos como si fueran producto de la impresión de un sello
- ➡ Las impresiones particulares se particularizan con el nombre de la región que las produce, como son *digitales*, si proceden de los dedos de la mano; *palmares*, si pertenecen a las palmas de las manos, y *plantares*, cuando proviene de la planta de los pies

Las impresiones latentes reveladas de los dactilogramas o las entintadas presentan líneas coloreadas que son las crestas dactilares y las líneas claras son los surcos interpapilares o intercrestales.



## IV. GENERALIDADES



Lo que produce la huella dactilar o digital son las papilas dactilares en cuyos vértices contiene pequeñísimos orificios conocidos como poros sudoríparos, los cuales secretan, en forma constante, sudor proveniente de las glándulas sudoríparas.

Las expresiones de presillas internas y presillas externas, por la formación de sus núcleos se definen de la manera siguiente:

- La *presilla interna* se determina por que presenta un delta a la derecha del observador, sus crestas nacen en el extremo izquierdo y hacen su recorrido hasta recurvarse sobre sí misma y salen en el mismo lado de partida; a esta clasificación se le conoce con el nombre de *bucle a la izquierda*
- La *presilla externa* se determina por que presenta un delta a la izquierda del observador, sus crestas comienzan en el extremo derecho y hacen su recorrido hasta recurvarse sobre si mismas y salen en el mismo lado de partida; a esta clasificación se le conoce con el nombre de *bucle a la derecha*

El Diccionario de la Lengua Española define la palabra *verticilo* como un conjunto de ramos, hojas, o flores situados alrededor de un punto del tallo. Algo similar a lo anterior en cuanto a la variedad de dibujos digitales que presentan nuestros dedos es lo que dio como resultado designarlos con este nombre.

### Archivo dactiloscópico

En un archivo dactiloscópico manual tradicional existen dos tipos fundamentales de archivos o registros. Uno es el decadactilar, y otro es el nominal; en algunas dependencias puede existir el monodactilar, el cual solo se lleva para impresiones aisladas que dejan los delincuentes en los escenarios.

El sistema AFIS (sistema automatizado de identificación dactilar) es un sistema automatizado de identificación por medio de las impresiones de los dibujos crestales existentes en las superficies de las yemas de los dedos de las manos [31], ha simplificado el registro, almacenamiento y comparación de huellas dactilares “problema” y “testigo” relacionadas con la comisión de hechos o conductas presuntamente delictuosas, aunque los expertos López



## IV. GENERALIDADES



Calvo y Gómez Silva recomiendan en forma acertada: “Los archivos manuales no deben desaparecer por ningún motivo, sino mantenerlos en continua alimentación, pues en un momento determinado complementarán al Sistema de Computarización” [36].

En concreto el sistema AFIS captura impresiones dactilares y palmares, fotografías, documentos y otras impresiones planas diversas, ya que tiene una capacidad de almacenamiento de cientos de miles de registros, en una base de datos confiable que permite identificar las impresiones de forma precisa y rápida, y a través de la central y sus estaciones remotas recibe y transmite impresiones dactilares, palmares, fotografías, documentos etc.; en general es un sistema computarizado que coadyuva en los procesos de investigación para identificar a las personas vivas o muertas por medio de la dactiloscopia.

El sistema AFIS Interviene en la búsqueda rápida (DIGISCAN) que se utiliza en la investigación, para captar dos imágenes de huellas dactilares obtenidas por contacto, que permiten confirmar la identidad de una persona y recibir una respuesta de identificación de los servicios centrales del sistema, en cuestión de segundos.

También interviene en la estación de transferencia remota (TELSCAN) que se encarga de actualizar la base de datos del registro nacional de huellas, desde un lugar remoto, por medio del escaneo y transmisión de imágenes. Finalmente interviene en la estación integral de trabajo (FULL WORKING STATION) que realiza la captura de registros decadactilares, adquisición desde datos alfanuméricos asociados, comparación, supresión, y actualización de huellas de registros, huellas latentes etc [31].

La confronta de impresiones en la base de datos del sistema automatizado de identificación dactilar (AFIS) se fundamenta en la morfología de los dactilogramas, en el que destacan el tipo fundamental, subtipo, centro nuclear, los deltas, ubicación de los puntos característicos y demás datos alfa numéricos [45].



## IV. GENERALIDADES



### Registro nacional de huellas dactilares

El Registro nacional de huellas dactilares es una herramienta tecnológica de apoyo a las tareas de investigación delictiva, las 32 entidades federativas cuentan con el Sistema Automatizado de Identificación del Registro Nacional de Huellas Dactilares (AFIS), este sistema puede identificar en cuestión de segundos la identidad e historial del personal de seguridad pública y privada, personal de instalaciones estratégicas del país, presuntos responsables, indiciados procesados y sentenciados, así como el apoyo a la población para la búsqueda, localización e identificación de personas desaparecidas, proporcionando elementos a partir únicamente de sus huellas para consulta en bases de datos complementarias de los registros nacionales de personas.

La utilización del Registro Nacional de Huellas Dactilares de indiciados, procesados y sentenciados, a partir de la identificación de personas por medio de sus huellas dactilares, es limitada en nuestro país; ya que todos los ciudadanos debemos de estar en la base de datos del registro, y de manera separada se debe almacenar la base de datos de este registro específico. Actualmente se cuenta con una base de datos de 2 millones de registros decadactilares de personas [108] (*Véase Apéndice F*).

### TOXICOLOGÍA

La toxicología es la disciplina encargada del estudio de los agentes tóxicos, su origen y propiedades, sus mecanismos de acción, las consecuencias de sus efectos lesivos, los métodos analíticos, cualitativos y cuantitativos para su identificación, los modos de evitar la contaminación ambiental y de los lugares del trabajo, las medidas profilácticas de la intoxicación y el tratamiento general [24].

En general, la toxicología estudia las interacciones dañinas entre sustancias químicas y sistemas biológicos, es decir analiza los efectos adversos de agentes físicos o químicos sobre organismos vivos [8].



## IV. GENERALIDADES



### Clasificación de la toxicología

Con el propósito de lograr un mejor entendimiento de las actividades y campos de desarrollo de la toxicología, esta se ha dividido en categorías y áreas de especialidad; las categorías en las cuales se divide la toxicología se presentan en la siguiente tabla [8]:

Categorías	Áreas especializadas
Descriptiva	Forense
Mecanística	Clínica
Regulatoria	Ambiental

Tabla 1. Divisiones de la toxicología

**Descriptiva.** Abarca el desarrollo de pruebas toxicológicas en animales para producir mayor información en la evaluación del riesgo que se pueda extrapolar en seres humanos o al impacto ecológico.

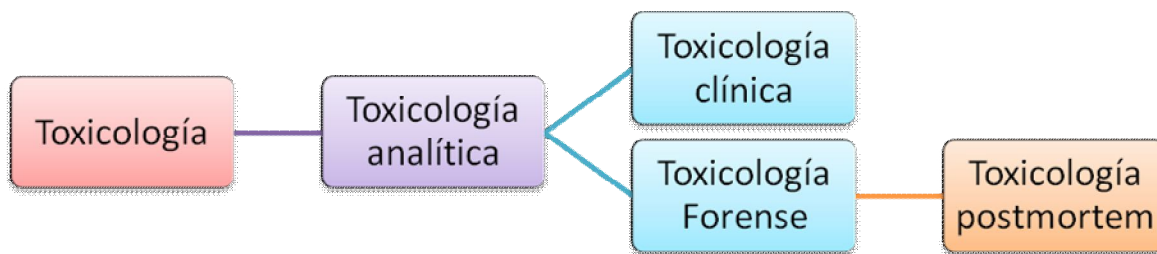
**Mecanística.** Se ocupa de la elucidación de los mecanismos bioquímicos por los cuales las sustancias ejercen sus efectos tóxicos.

**Regulatoria.** Tiene la responsabilidad de decidir sobre las bases de datos proporcionados por las categorías descriptiva y mecanística, si un fármaco posee bajo riesgo para ser comercializado o usarlo legalmente. Está involucrada en el establecimiento de estándares para cuantificar la presencia de contaminantes.

En el siguiente esquema se presentan la relación que existe entre las áreas especializadas de la toxicología:



## IV. GENERALIDADES



A continuación se explicará brevemente cada una de estas áreas especializadas.

### **Toxicología analítica**

La toxicología analítica, se puede definir como la aplicación de los conocimientos de la química analítica a la estimación cualitativa o cuantitativa de sustancias químicas que pueden ejercer efectos adversos sobre organismos vivos. Se encarga del análisis de sustancias tóxicas incluyendo drogas que pueden ser legales o ilícitas, contaminantes tales como residuos de pesticidas y venenos en un sentido muy general. Esta rama de la toxicología ocupa técnicas de identificación y cuantificación de tóxicos en materias ambientales o biológicas.

En general la sustancia química que se determina (analito) es un xenobiótico que puede haber quedado alterado o transformado por acciones metabólicas del organismo. Con frecuencia la muestra que va a analizarse tiene una matriz que consta de líquidos corporales o tejidos sólidos del organismo, y por lo tanto, la identidad del analito así como la matriz en donde se encuentra, representa un auténtico reto para el químico forense [29, 107].

La toxicología analítica se divide en toxicología clínica y toxicología forense que está relacionada con situaciones criminales o sospechosas de ello. En un caso clínico la información facilitada por el analista puede ser necesaria para establecer el tratamiento efectivo, y por tanto, se requiere a menudo rapidez.

En toxicología forense se ha de asegurar alta probabilidad de identificación correcta puesto que, la libertad de una persona puede depender de los resultados, y el analista puede tener que aparecer en el tribunal como perito experto [10].





### **Toxicología clínica**

La toxicología clínica es la rama de la toxicología que se ocupa de la detección y el tratamiento de las intoxicaciones en humanos. Lo que diferencia una reacción adversa y una intoxicación por un fármaco es la dosis. En la primera se trata de las dosis habituales para tratar las enfermedades, la segunda se refiere a una dosis superior a la habitual, una sobredosis. Una sobredosis únicamente indica la exposición a una cantidad excesiva de un fármaco o tóxico y puede, o no, causar una intoxicación. En muchas ocasiones las intoxicaciones no son tales, ya que se tratan de reacciones adversas [2].

El objetivo de la toxicología clínica no consiste solamente en proporcionar la mejor asistencia terapéutica, sino también en promover campañas y actividades de prevención de las intoxicaciones. Una segunda definición de toxicología clínica es la descrita por Repetto (2009), como la disciplina que se ocupa de la prevención, el diagnóstico, el pronóstico y el tratamiento de las intoxicaciones en el hombre y los animales.

Como afirma el toxicólogo mexicano Óscar Torres (1995), el toxicólogo clínico debe saber utilizar los recursos de otras ramas como son la medicina y la toxicología. De acuerdo con Vale (1992), el toxicólogo clínico, además de capacitación clínica ha de poseer los conocimientos toxocinéticos y bioquímicos necesarios para establecer estrategias terapéuticas basadas en los mecanismos de toxicidad; además de ser capaz de interpretar los hallazgos patológicos incluidos los forenses. Debe conocer también las limitaciones de los métodos analíticos y de los servicios de información toxicológica [54].

### **Toxicología forense**

El Consejo Americano de Toxicología Forense (ABFT), establece que esta rama de las ciencias forenses abarca la determinación de alcohol, drogas y otras sustancias tóxicas en muestras biológicas y la interpretación de dichos resultados en un contexto médico-legal.

Por lo antes descrito la toxicología forense se vincula a una consecuencia jurídica ya sea en lo penal (por ejemplo envenenamiento o delitos ecológicos), en lo civil (responsabilidad civil



## IV. GENERALIDADES



subsidiaria a un accidente tóxico), en lo laboral (accidentes de trabajo) y recientemente, en lo militar (atentados terroristas con armas químicas) [20].

Los aspectos legales de la toxicología forense exigen conocer todo lo que concierne a la relación causa-efecto entre la exposición a la sustancia supuestamente tóxica y los efectos ocasionados. Los aspectos médicos hacen referencia al diagnóstico y a la terapéutica de los efectos nocivos y ambos aspectos exigen procedimientos químicos-analíticos, que van dirigidos a la detección y cuantificación de las sustancias tóxicas en los tejidos corporales, por lo que el trabajo en el laboratorio adquiere especial relevancia [26].

En otras palabras, la toxicología forense es la que versa sobre la etiología de una intoxicación, las formas habituales de producirse en el terreno médico-legal, el diagnóstico anatomopatológico y toxicológico químico-legal del envenenamiento. En ella, los signos clínicos, la autopsia y el análisis químico constituyen un todo inseparable, donde cada elemento contribuye por su parte a la interpretación del hecho toxicológico. También a esta toxicología forense se la he denominado en ocasiones química legal.

Por otra parte en su prólogo a la primera edición de la *Toxicología la ciencia básica de los venenos*, Hodge (1975) declaró que el toxicólogo forense era originalmente el químico. Ahora es esencial que el responsable de un laboratorio de toxicología forense haya recibido una formación en áreas como bioquímica, fisiología, farmacología y patología, además de la química analítica [101].

Por lo tanto, es imperativo el uso de métodos instrumentales altamente sensibles que no requieran de una gran cantidad de muestra, de manera que los resultados sean certeros y confiables [83].

La toxicología forense en la actualidad se ha abierto a otros campos de trabajo acordes con los problemas legales que se plantean en nuestra sociedad, como la contaminación ambiental, el análisis de drogas del mercado ilícito y el estudio del consumo crónico de estas



## IV. GENERALIDADES



sustancias. El campo de la toxicología forense se divide en dos principales grupos: toxicología forense *postmortem* y toxicología analítica para la identificación de xenobióticos.

### **Toxicología forense *post-mortem***

Respecto al trabajo en los laboratorios de toxicología forense, la sociedad de toxicólogos forenses y la Academia Americana de Ciencias Forenses (SOFT/AAFS), publicaron en 1991 directrices en dos áreas fundamentales: la toxicología forense *post-mortem* que es la que determina la ausencia o presencia de sustancias potencialmente tóxicas que hayan contribuido a la muerte de un individuo [21] y la denominada “*Human performance toxicology*” que determina la ausencia o presencia de alcohol, drogas o sustancias psicoactivas que puedan afectar la capacidad cognitiva humana (influencia del alcohol y de las drogas en la conducción y en el medio laboral).

La investigación químico-toxicológica en casos *post-mortem* es el campo de trabajo donde la toxicología forense se enfrenta al reto de ser capaz de detectar un mayor número de sustancias, investigaciones que se aplican igualmente a los casos de intoxicaciones. La información obtenida es usada para dar cuenta de los efectos fisiológicos de un xenobiótico en el instante de la muerte a través de la cuantificación y distribución en el cuerpo en el momento de la autopsia.

Existen diversas variables (tiempo, temperatura, etc.) que pueden causar cambios en las concentraciones de xenobióticos en el intervalo entre el momento del fallecimiento y la posterior autopsia.

Los toxicólogos forenses frecuentemente interpretan concentraciones de xenobióticos *post-mortem* y son capaces de decidir si estas sustancias fueron incidentales y que además contribuyeron a la causa de la muerte. La determinación de concentraciones de xenobióticos *post-mortem* tiene un gran significado sin embargo, continúa evolucionando [25].

En el *Apéndice F* se describen algunos analitos los cuales son de interés para la toxicología forense.



### RECONSTRUCCIÓN DE HECHOS, SERVICIO MEDICO FORENSE

Se entiende como lugar de los hechos al “sitio donde se ha cometido delito”. El escenario debe vetarse en forma total a todos los curiosos o personas ajenas a la investigación.

Para ello, el agente investigador del ministerio público cuenta con unidades de apoyo, como la policía judicial, ministerial o preventiva, a la que instruirá, al tener conocimiento de un probable ilícito, de trasladarse enseguida al escenario del suceso y protegerlo de modo adecuado. En otros casos, cuando la propia policía tome conocimiento del hecho, deberá acordonarlo y protegerlo de inmediato, así como informar a sus superiores y a la representación social [44].

Toda investigación delictiva casi siempre tiene su punto de partida en el lugar de los hechos, y muchos criminalistas han expresado “que cuando no se recogen y estudian los indicios en el escenario del crimen, toda investigación resulta más difícil”. Por tal motivo, es imperativo, en primer lugar, proteger de manera adecuada “el lugar de los hechos” para que el personal del ministerio público, peritos y agentes de la policía lo encuentren tal como lo dejó el o los autores. Es imprescindible recordar que el delincuente, en su paso por el escenario del crimen, deja indicios de su presencia y de la comisión de su conducta, y también él se lleva, en la mayoría de los casos, algunos vestigios del lugar o de la víctima, por lo que se crea un intercambio de ellos entre el autor, la víctima y el lugar de los hechos.

Para obtener resultados productivos, desde el inicio de las investigaciones conviene considerar y aplicar la máxima jurídica del doctor Hanns Gross [44]:

*“Si la inspección ha de ser útil, es imprescindible que todos los objetos importantes o no que figuren en el lugar del crimen, permanezcan intactos, sin que por ninguna causa se les cambie de posición”.*

A manera de evaluación inicial, se plantean varias interrogantes, por ejemplo ¿el hecho que se investiga puede tratarse de una muerte natural?, o ¿quizá de una muerte violenta con características de homicidio o suicidio?, o en su caso, ¿una muerte imprudencial o accidental? Son de mucho interés estas interrogantes, las cuales se podrán contestar en



## IV. GENERALIDADES



principio con sentido común, pero a través de la experiencia se hará de manera científica y se podrá comprobar si en efecto los indicios son “testigos mudos que no mienten”, como lo expresara Edmon Locard. También debe recordarse que estos testigos mudos son el objetivo del material de la criminalística [44].

El hecho que se investiga puede tratarse de un robo, de un autorrobo, o de la simulación o disimulación de otro tipo de hecho que afecte la vida, la integridad corporal o el patrimonio de alguien. O bien es posible encontrarse con el hallazgo de un lugar de una o varias evidencias físicas o indicios materiales que nos induzcan a pensar, o a relacionarlas con la comisión de alguna otra conducta presuntamente delictuosa.

Por estas razones, las evidencias físicas o indicios materiales, orgánicos o inorgánicos, que se localicen en el lugar de los hechos o en otros sitios sujetos a investigación, y que se relacionen con la probable comisión de una conducta ilícita, deben ser protegidos, fijados y estudiados por los expertos en el escenario del acontecimiento y después entregarlos para su análisis en el laboratorio o en la unidad pericial especializada.

En las investigaciones criminalísticas, en primer orden en apoyo a la indagatoria, mediante la correcta aplicación de las metodologías y técnicas tanto en el lugar de los hechos como en el laboratorio se podrá dar solución satisfactoria a cualquier problema planteado, sin olvidar que la base fundamental es la experiencia y el sentido común que se desarrollarán y aplicarán con apoyo de los métodos [44].

### **Análisis del lugar de los hechos: Principios fundamentales para el buen desarrollo de la investigación [44]**

- ➡ Llegar con rapidez al lugar de los hechos o al lugar sujeto a investigación, y siempre tener en mente que entre más tiempo transcurra el indicio se desvanece y el delincuente puede huir
- ➡ Proteger sin escatimar esfuerzo el escenario sujeto a investigación; no mover ni tocar nada hasta que el personal abocado a la investigación haya fijado de manera



## IV. GENERALIDADES



fotográfica, planimétrica y descriptiva el lugar de los hechos. En casos relevantes se puede acordar y aplicar la video filmación

- En caso de lesiones, y si la víctima todavía está con vida se le procurará atención médica inmediata, y debe dibujarse la silueta en el lugar de la posición final del cuerpo. Los paramédicos que intervengan describirán en su reporte las condiciones del lugar y situación de las evidencias y del afectado
- El personal abocado a la investigación debe cumplir de modo eficaz con la función de su especialidad; es indispensable el trabajo en equipo, por que las funciones de unos complementan las de otros
- Los primeros funcionarios que deben entrar al lugar de los hechos son el agente del Ministerio Público, el perito fotógrafo y el criminalista, quien instruirá al interior de las fotografías que deben tomarse; enseguida lo hará el médico legista
- Las tareas de otros peritos que intervengan debe hacerse con orden y colaboración mutua, orientando en forma científica todos ellos al personal del Ministerio Público y a la policía judicial o ministerial, quienes siempre estarán presentes para dar la fe de la inspección del lugar de los hechos o del escenario sujeto a investigación
- Debe evitarse la presencia inútil de curiosos y personas ajenas a la investigación con el fin de obtener mejores resultados y rapidez en la investigación
- El personal abocado debe cumplir de manera cabal y científicamente con la inspección ministerial del lugar de los hechos o escenario del acontecimiento para continuar con la eficacia la investigación y la persecución del hecho o conducta presuntamente delictuosa

### **Variantes de la reconstrucción de hechos**

Descripción escrita.- La descripción del lugar de los hechos o del escenario sujeto a investigación se inicia en forma general con la presentación y la ubicación del lugar, que puede ser casa habitación, departamento, comercio, taller, bodega, fábrica etc., se tomará nota de todo lo que se aprecie al exterior, lo que incluye fachada, puertas principales y número de pisos que contengan, enseguida el número de habitaciones, entradas y salidas, patios y escaleras, para después, en forma más completa y objetiva, la descripción del sitio exacto del suceso; se continua con los indicios que estén en posesión, cercanos y distantes



## IV. GENERALIDADES



de la víctima, a partir del indicio principal del escenario que puede ser alguna caja o contenedor de valores, un closet, un escritorio, una puerta o ventana violentadas, o algún mueble, soporte o estructura que contenga evidencias de la perpetración material del transgresor, o que sean indicios producidos en el desarrollo de los hechos que se investigan [44].

Es conveniente revisar baños, cocina, closets, cuartos de servicio, calentadores de leña o de gas, depósitos de basura, cajas o recipientes extraños etc, y aunque en estos sitios no se cometiera el hecho, es frecuente que el autor los haya utilizado para deshacerse de instrumentos u objetos relacionados con el hecho, como pueden ser toallas teñidas de sangre, armas de fuego, ropas, armas blancas etc.

Debe describirse el cadáver u objeto principal del hecho, en caso de ser un cadáver se situara su ubicación, posición y orientación, se anotará el sexo y sus ropas, edad y objetos que contengan los bolsillos (con especial atención en los desgarres, descosaduras y desabotonaduras de las propias ropas), sobre todo los objetos en posesión, cercanos o distantes de la víctima. En lugares abiertos también se realiza la descripción escrita en forma adecuada, ya protegido el escenario del suceso [44].

En caso de robo aparte de la descripción del establecimiento con sus entradas y salidas, ventanas o ventanales, deben describirse y señalarse las fracturas fricciones, marcas y señales dejadas por los instrumentos utilizados en el hecho. Se pondrá atención a boquetes, horadaciones, violentaciones y huellas dactilares en los soportes y superficies de su entorno, así como a los contornos dibujados por el polvo en los soportes donde había cosas u objetos, lo que puede indicar que en ese sitio existieron o estuvieron esos objetos. Todo ello será útil para reconstruir la mecánica o mecanismo del hecho, así como para reconocer el volumen de lo robado y el número de autores que intervinieron en el hecho.

La descripción escrita también incluye todas las lesiones de los cadáveres, cuyo examen primordial en general se realiza en el anfiteatro o morgue, donde se observan y describen características, dimensión y ubicación de las lesiones, que pueden tratarse de escoriaciones,



## IV. GENERALIDADES



contusiones, punciones, heridas cortantes o punzocortantes, por arma de fuego o por la acción de algún otro agente vulnerante externo.

La importancia de la descripción escrita de escenarios, indicios, lesiones, y demás hallazgos evidenciales que se localicen radica en tres puntos principales [44]:

- ➔ Al anotar las cosas en el momento de observarlas, se evitan errores posteriores y se recuerdan cosas que la mente olvida, y es posible encontrar detalles que si al principio no se le concedió importancia, después llegan a tenerla
- ➔ Cuando se sospecha de un probable culpable es factible que la memoria traicione al investigador, y olvide detalles que van en contra de las hipótesis establecidas y recuerde solo los que la apoyan
- ➔ La descripción del lugar, objetos y lesiones debe ser concreta en su redacción, clara en sus conceptos, exacta en sus señalamientos y lógica en su desarrollo

De lo anterior se infiere que no debe pasar inadvertido algún detalle por insignificante que parezca, y examinar hasta lo más profundo sus características, situación y condiciones. De la descripción escrita, exacta, meticulosa y paciente, de todos los indicios y circunstancias de los hechos que contengan las diligencias, informes y dictámenes, depende su calidad y valor interpretativo [44].

### **Fotografía forense**

La palabra fotografía, proviene del griego que quiere decir: fotos luz, grafos escritura o escribir con luz. Por lo tanto, fotografía es el arte de fijar en una placa o película las imágenes obtenidas con ayuda de una cámara fotográfica [91].

En la sociedad actual la fotografía desempeña un papel importante como medio de información, como instrumento de la ciencia y de la tecnología, como una forma de arte y una afición popular.





## IV. GENERALIDADES



En el área forense, los informes periciales en general y en la investigación de cadáveres en particular deben de ser comprensibles y fáciles de entender. La fotografía es el mejor elemento de apoyo para el dictamen, las imágenes deben revelar claramente los resultados obtenidos.

Por eso a la fotografía forense se le llama la “ciencia del pequeño detalle”, ya que una fotografía suple al ojo humano y, por tanto deben proporcionar la misma visión que se tiene al observar el objeto directamente [100].

El objetivo general de la fotografía forense es el de reproducir la totalidad de los elementos cromáticos en el análisis del lugar de los hechos, la identificación de los objetos, la fijación del sitio donde se localizó la evidencia, así como las características del mismo, reuniendo exactitud y nitidez [91].

Las fotografías deben de cumplir los siguientes requisitos:

- Posibilidad de relacionar el objeto con el entorno: fotografías panorámicas. Visión individual de los objetos o personas estudiados: fotografía individual de los indicios
- Visión de los detalles más pequeños: macro o microfotografía
- Eliminación de sombras o incremento de las mismas en caso necesario, para interpretar las formas y dimensiones de la muestra fotografiada
- Relación de los parámetros espacio-tiempo. Utilización de testigos métricos y datos correspondientes al hecho. (fecha, averiguación previa, expediente, nombre, edad, nombre del fotógrafo)
- Posibilidad de obtener imágenes complementarias: fotografías especiales, teleobjetivos, filtros ultravioleta, etc

La fotografía forense interviene en los siguientes puntos [100]:

- Fijación del lugar de los hechos.- Se realiza la fijación fotográfica en el lugar donde se realizó un hecho delictivo, junto con todos los indicios localizados en el mismo



## IV. GENERALIDADES



- En apoyo a diversas diligencias ministeriales.- Se interviene en inspecciones oculares por homicidio, robos, reconstrucciones de hechos, cateos, operativos diversos, etc
- En apoyo al ministerio público, cuando interviene ante los juzgados penales, civiles o militares. Se interviene cuando se solicita por medio de oficio, en diversos casos de reconstrucción de hechos, robos o cateos
- En apoyo a diversas áreas periciales de esta dirección.- En la aportación de material fotográfico para la elaboración de dictámenes periciales realizados por otras especialidades periciales (química, balística, grafoscopia, identificación, criminalística, entre otros)

Actualmente en el país se están utilizando cámaras de tecnología digital, que tienden a suplir a las convencionales, sustituyendo la película de celulosa por tarjetas de imagen. Uno de los inconvenientes de la fotografía digital es no alcanzar la calidad de las fotografías convencionales, así como de tener escaso valor probatorio en los casos periciales puesto que las imágenes originales pueden ser manipuladas fácilmente con una computadora, lo cual no es posible hacer en los negativos fotográficos originales.

El SEMEFO utiliza cámaras “REFLEX” semiautomática, usando rollos fotográficos ASA 100 y cuenta con un archivo fotográfico (negativos) del año 1999 a la fecha. El fotógrafo forense realiza la secuencia fotográfica y video de todas y cada una de las necropsias de los cadáveres que ingresan al SEMEFO.

En la fijación de la necropsia se debe particularizar cada caso sin embargo, no se deberán pasar por alto detalles como son la limpieza y una buena metodología que deje claramente establecidos los pasos a seguir para ilustrar, todas las lesiones, tanto externas como internas, así como las imágenes radiográficas que se le tomen al cadáver.

La grabación de videos se realiza cuando los cadáveres que ingresan provienen de reclusorio, así como los que el médico considere conveniente efectuar. En los casos de cadáveres desconocidos se toman las fotografías de filiación (perfil derecho, frente y perfil



## IV. GENERALIDADES



izquierdo), así como las de las señas particulares que presenten los cadáveres, las cuales son auxiliares en el proceso de identificación.

A petición de ministerios públicos el fotógrafo forense asiste a exhumaciones. También auxilia a los peritos de odontología, antropología y dactiloscopia en toma de fotografías para ilustrar sus dictámenes.

El laboratorio cuenta con un equipo digital Minilab Frontier 340, con el cual se optimiza el revelado e impresión de las fotografías; puede procesar dos rollos de película fotográfica de 36 exposiciones cada 15 minutos en su revelado y un rollo de las mismas características cada 3 minutos en su proceso de impresión, de igual manera en dicho equipo se pueden procesar archivos digitales, ya sea para visualizarlos desde un monitor o imprimir fotografías de formato digital, proceso que se puede realizar por separado o simultáneamente [100].

### **Servicio médico forense y servicios periciales**

#### ***Historia***

Los orígenes del SEMEFO datan del inicio de la medicina legal en nuestro país, la cual se origina, desde el punto de vista científico, a mediados del siglo XIX. A finales de siglo, algunos jueces del Tribunal que así lo requerían, solicitaban, a la entonces Universidad Nacional de México, la asignación de médicos para cubrir esas funciones periciales.

Fue en septiembre del año 1880, cuando entró en vigor la Ley de Organizaciones de Tribunales del Distrito Federal y del Territorio de Baja California, misma que consideraba como auxiliares de la administración de justicia a los peritos, médicos legistas y al Consejo Médico Legal.

En 1903 se expide la Ley de Organización Judicial en el Distrito y Territorios Federales, la cual señalaba como responsables de la administración del servicio médico legal a los médicos de comisaría, los de hospitales, los de cárceles y los peritos médicos legistas. Cabe señalar que en los primeros años del siglo XX, el servicio de necropsias se llevaba a cabo en el anfiteatro del Hospital Juárez de la Ciudad de México.



## IV. GENERALIDADES



Por otra parte, la Ley Orgánica de los Tribunales del Fuero Común del Distrito y Territorios Federales, expedida el 31 de diciembre de 1928, señalaba en su artículo 154 la existencia en la Ciudad de México de siete peritos médico legistas, dos químicos anatomopatologistas, dos escribientes archiveros, un practicante, tres ayudantes de anfiteatro, dos mozos y un perito médico legista en cada una de las jurisdicciones de Tacuba, Tacubaya, San Ángel, Coyoacán y Xochimilco.

Asimismo, el 31 de diciembre de 1937 el proyecto de Ley Orgánica de los Tribunales del fuero común del Distrito y Territorios Federales señalaba en su artículo 206, fracción I, que era responsabilidad del Director del Servicio Médico Legal, cuidar que el servicio fuera desempeñado eficaz y cumplidamente en todo el Distrito Federal.

Transcurrida más de la primera mitad del siglo XX, en septiembre de 1960, se inaugura el edificio que albergaba anteriormente al SEMEFO, siendo en esta misma década cuando se expide la Ley Orgánica de los Tribunales de Justicia del fuero común del Distrito y Territorios Federales (24 de diciembre de 1968), la cual señala, por primera vez, el nombre del Servicio Médico Forense, en sustitución del denominado Servicio Médico Legal que venía utilizándose como auxiliar en la administración de justicia.

El último Dictamen de Reestructuración Orgánica de la Dirección del SEMEFO, aprobado mediante Acuerdo 17-60/2009 del 3 de noviembre del 2009, se incluye formalmente la Jefatura de Unidad Departamental de Laboratorio de Genética cuya disciplina será auxiliar en la identificación de individuos, brindando con ello apoyo al área de lo familiar a través de la realización de estudios de paternidad y filiación, así como al área penal mediante la asistencia de peritos a salas y juzgados para asesorar a los titulares. El SEMEFO se ha constituido, a la fecha, en uno de los soportes fundamentales para la impartición de justicia en el ámbito penal, a través de la práctica de necropsias y los respectivos dictámenes periciales expedidos. Asimismo, es pertinente destacar que su actividad es de suma importancia como órgano auxiliar de la administración de justicia, debido al apoyo que brinda a otras instituciones (Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal y procuradurías de



## IV. GENERALIDADES



los estados), a través de cursos de actualización en medicina forense, coadyuvando a encontrar la verdad jurídica de hechos punibles que se persiguen.

Siempre que ocurre una muerte violenta, el ministerio público toma parte y ordena al SEMEFO que realice una necropsia médico legal o forense. Se trata de un procedimiento médico que consiste en la revisión interna y externa de un cadáver, que ayuda a determinar su identidad, así como la causa y hora aproximada de muerte [17].

En la actualidad, el SEMEFO está integrado por una Dirección, dos Subdirecciones, una Coordinación Administrativa y cinco Jefaturas de Unidad Departamental, incluyendo la Jefatura de Unidad Departamental de Laboratorio de Genética (Figura 11).

El objetivo del SEMEFO es auxiliar a los órganos encargados de la procuración e impartición de justicia, en los procesos administrativos y judiciales que ante ellos se tramitan, con la realización de estudios de carácter médico forense, de identificación de cadáveres, químico toxicológicos, histopatológicos, genéticos, antropométricos, odontológicos, dactiloscópicos, entomológicos y valoraciones psiquiátricas y psicológicas.

### Organigrama del SEMEFO

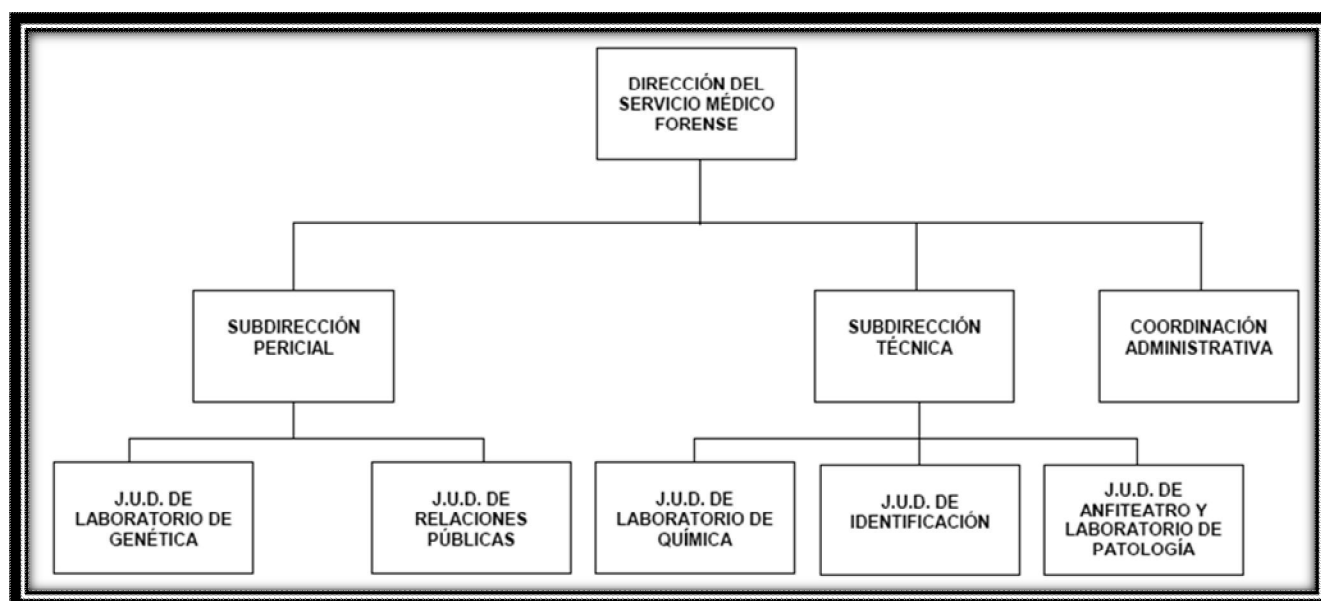


Figura 11. Organigrama del SEMEFO [93]



## IV. GENERALIDADES



### Servicios periciales

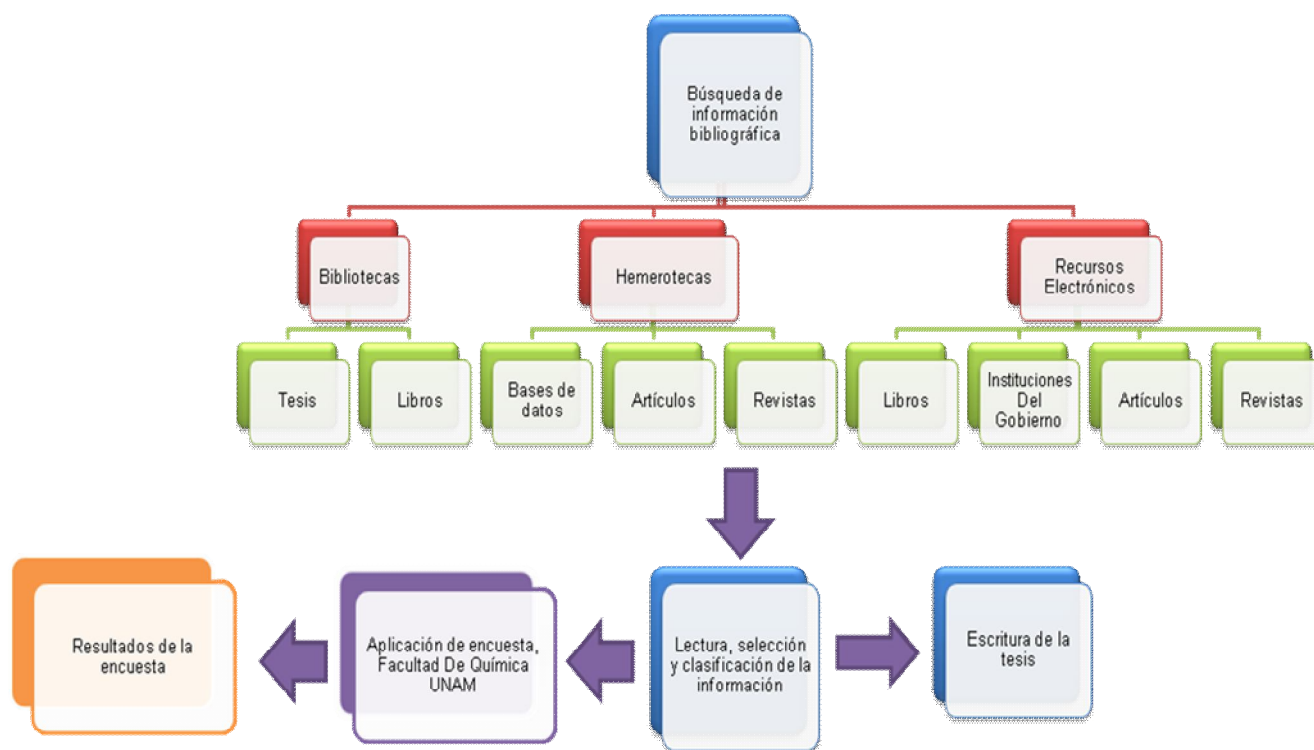
Los servicios periciales en México, han tenido un desarrollo y aceptación muy importante en las últimas décadas. Se han transformado los laboratorios, los equipos e instrumentos empleados en la investigación científica. Además todo el personal pericial ha pasado por una serie de cursos de actualización, diplomados e intercambios para mantener el nivel científico adecuado, proporcionando para el derecho en sus diferentes ramas, resultados muy satisfactorios y con ello la verdadera magnitud de la aplicación de la criminalística para la procuración, impartición y administración de justicia [86].

La Coordinación General de Servicios Periciales tiene la misión de auxiliar con oportunidad, calidad y objetividad técnico-científica al Ministerio Público de la Federación y a otras autoridades, en el esclarecimiento de un hecho probablemente delictivo, a efecto de lograr la identificación del autor o los autores, así como de ayudar en la búsqueda, preservación y obtención de indicios y pruebas tendientes a la acreditación de los elementos del tipo penal en la probable responsabilidad de una persona en un ilícito mediante procedimientos técnicos y científicos que coadyuven a aportar pruebas periciales para la debida integración ministerial, o dentro del órgano jurisdiccional en el ámbito de la procuración e impartición de justicia [88].

El objetivo de los servicios periciales es lograr que los mismos alcancen un desempeño más eficiente y eficaz en la atención de las solicitudes de intervención por parte de las autoridades competentes [86].

El presente trabajo se realizó a partir de una búsqueda exhaustiva de distintas fuentes bibliográficas y hemerográficas en distintos sitios de la UNAM como la Biblioteca Central, las bibliotecas y la hemeroteca de la Facultad de Química, así como de recursos electrónicos.

La información recopilada en el presente trabajo pertenece a los diez últimos años y aborda los temas más sobresalientes de las ciencias forenses y sus principales ramas de estudio. A continuación se muestra un esquema sobre cómo se llevó a cabo la recopilación de esta información.



Simultáneamente a la búsqueda y recopilación del material consultado se realizó una encuesta a un grupo de 43 alumnos de la carrera de QFB de la Facultad de Química de la UNAM, para conocer su opinión acerca de la propuesta de implementación de la asignatura optativa disciplinaria Química Forense en el plan de estudios 2005. A continuación se muestra la encuesta aplicada.



### ENCUESTA

Generación: \_\_\_\_\_

Sexo: F ( ) M ( )

1. ¿Conoces las asignaturas optativas disciplinarias de los tres paquetes terminales de tu plan de estudios?

SI ( ) NO ( )

2. ¿Ya tienes decidido cuales de ellas vas a cursar?

SI ( ) NO ( )

3. Subraya en cuál de las tres principales actividades que desempeñan los egresados de la carrera de QFB te interesaría incursionar

Prevenición, diagnóstico o tratamiento de padecimientos

4. ¿Sabías que el egresado de la carrera de QFB puede participar en actividades involucradas con la Química Forense?

SI ( ) NO ( )

5. ¿Conoces cuáles son las actividades que desempeña un Químico Forense?

SI ( ) NO ( )

6. ¿Te gustaría que en la Facultad se implementara una asignatura relacionada con la Química Forense?

SI ( ) NO ( )

7. En caso de que se incluyera una optativa disciplinaria relacionada con la Química Forense, ¿que probabilidad habría de que la cursaras?

100%                      75%                      50%                      25%                      0





## V. METODOLOGÍA



8. ¿Conoces alguna carrera universitaria en la que se impartan asignaturas relacionadas con la Química Forense?  
SI ( )      NO ( )      ¿Cuáles?
9. De los siguientes temas en una escala del 1 (mínimo) al 6 (máximo) ¿cuál es el que te llama más la atención?  
Criminalística ( )  
Balística ( )  
Toxicología Forense ( )  
Química forense ( )  
Dactiloscopia ( )  
Reconstrucción de hechos ( )  
Otro
10. ¿Consideras que las ciencias forenses no presentan mucha atención por parte de las instituciones encargadas de impartir justicia?  
SI ( )      NO ( )
11. Consideras que la difusión en México a nivel educativo sobre las ciencias forenses es:  
A) Mala  
B) Buena  
C) Regular
12. En el caso de ser egresado de la Facultad de Química, ¿te hubiera gustado cursar alguna asignatura relacionada con las ciencias forenses?  
SI ( )      NO ( )



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Diversas Universidades extranjeras cuentan con programas de estudio enfocados íntegramente a las ciencias forenses:

- En Inglaterra y Escocia se imparten 25 licenciaturas y maestrías en Ciencias Forenses
- La Licenciatura en Criminología y las Maestrías en Ciencias Forenses y en Criminalística son impartidas en España
- En América Latina la Universidad Católica de Colombia ofrece una licenciatura similar en tanto que en Argentina y Chile se ofrece la Licenciatura en Criminología.
- Estados Unidos es uno de los países que cuenta con el mayor número de Universidades que imparten licenciaturas relacionadas con las ciencias forenses: 24 Licenciaturas y Maestrías Certificadas en Ciencias Forenses

La visión de los planes de estudio de las licenciaturas que ofrecen estas Universidades da un panorama completo de esta disciplina.

En la siguiente tabla se muestran algunas universidades nacionales que ofrecen licenciaturas ó diplomados relacionados con las ciencias forenses. En este contexto es importante destacar que una de los campos de acción es la Química Forense, disciplina en la que los egresados de las carreras de Química Farmacéutico Biológicas o carreras afines, pueden ejercer su ejercicio profesional.

<b>Licenciatura / Diplomado</b>	<b>Institución</b>
<b>Licenciatura en Criminología</b>	Universidad Autónoma de Nuevo León
<b>Licenciatura en Criminología y Criminalística</b>	Universidad de Zacatecas
<b>Diplomado en Estomatología legal y forense: formación de peritos</b>	Facultad de Estudios Superiores de Iztacala
<b>Diplomados en Psicología Forense, Química Legal, Genética Forense</b>	Facultad de Estudios Superiores de Zaragoza
<b>Diplomado en Criminalística</b>	Facultad de Estudios Superiores de Acatlán



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Además de estas licenciaturas y diplomados, se imparten en nuestro país maestrías y especialidades, como las que se mencionan a continuación:

- ➡ Maestría en Ciencias Forenses en la Universidad de Guadalajara
- ➡ Maestría en Criminología en el Instituto Nacional de Ciencias Penales (INACIPE)
- ➡ Especialidad en Medicina Legal en la Facultad de Medicina (UNAM)
- ➡ Maestría en Ciencias Penales en la Universidad Autónoma de Veracruz
- ➡ Maestría en Derecho Fiscal Criminal en la Universidad del Valle de México
- ➡ Maestría en Administración de la Justicia Criminal en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
- ➡ Especialidad en Medicina Forense en el Instituto Politécnico Nacional (IPN)
- ➡ Maestría en Medicina Forense en la Escuela Militar de Graduados

Asimismo, algunas escuelas imparten licenciaturas, diplomados y maestrías en ciencias forenses con registro de la Secretaría de Educación Pública (SEP) como son la Academia Internacional de Ciencias Forenses y el Centro Universitario de Estudios en Criminalística y Criminología (CECU), entre otros.

Todas estas instituciones capacitan y forman a los estudiantes para mostrar la mayor aptitud en cuanto a su desempeño profesional y para lograrlo se incluyen diversas disciplinas de las áreas de Ciencias, Jurídica, Criminalística y Humanidades. Por lo que respecta al área de ciencias se consideran asignaturas diversas como son química general, química analítica, química orgánica, farmacología, toxicología, química forense, entre otras.

Un área emergente para los egresados de la carrera de QFB en donde su participación resulta particularmente relevante, es en la química legal y/o la química forense, debiendo integrarse a equipos multidisciplinarios. También puede participar en aspectos desde el punto de vista administrativo, legislativo, de docencia e investigación asociadas con este campo.



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Como ya se ha mencionado anteriormente, en la actualidad en nuestro país son pocas las instituciones educativas que cuentan con una asignatura relacionada con las ciencias forenses. En tal contexto, surge el interés por la implementación de la asignatura optativa disciplinaria, Química Forense. La propuesta de esta asignatura optativa, le permitirá al alumno de la carrera de QFB aplicar los conocimientos y habilidades necesarios para el ejercicio profesional de la carrera en esta área.

La información recopilada de la revisión bibliográfica permitió establecer los temas propuestos para la estructuración del contenido programático de la asignatura abordando los que se consideraron más importantes y que tienen una mayor relación con el QFB sin embargo, hay que mencionar que existen otras disciplinas como la medicina forense, antropología forense, odontología forense, etc. las cuales no se mencionan en el presente trabajo pero que también son de gran interés para las ciencias forenses y que son de mucha utilidad en el esclarecimiento de un hecho delictivo.

Se consideraron un total de ocho unidades temáticas:

1. Ciencias forenses
2. Química forense
3. Balística
4. Incendios y explosivos
5. Grafoscopia y estudio de documentos
6. Dactiloscopia
7. Toxicología forense
8. Reconstrucción de hechos. SEMEFO

De acuerdo a lo especificado por el Consejo Mexicano para la acreditación de la Educación Farmacéutica (COMAEF) el contenido programático debe incluir la siguiente información:

- Objetivos
- Atributos del perfil de egreso a cuyo logro contribuye la asignatura
- Subtemas de cada unidad temática



- Número de horas de teoría y de laboratorio
- Número de créditos
- Bibliografía básica y complementaria
- Sugerencias didácticas
- Forma de evaluar
- Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Los atributos del perfil de egreso a cuyo logro contribuye la asignatura, permite atender las necesidades del país de formar profesional e integral en el área de la química forense desde el punto de vista social, humanístico y profesional.

### **Aspecto profesional**

El QFB es el profesional que, formando parte de equipos multidisciplinarios, participa en la resolución de problemas relacionados con la salud, de aquí que la formación de profesionales con el perfil del QFB resulte de la mayor relevancia para el país.

### **Aspecto humanístico**

Aún cuando el profesional no tenga un contacto directo con enfermos o cualquier persona que requiera indirectamente de los productos o servicios asociados al desempeño del QFB, éste requiere mostrar consistentemente valores tales como responsabilidad, honestidad y disciplina, una alta competencia, e invariablemente, un comportamiento ético.

### **Aspecto social**

El QFB debe prestar sus servicios, sin discriminación alguna hacia la sociedad, sin importar sexo, raza, religión etc. debe de tener las suficientes actitudes para atender a la sociedad.

Con base en lo mencionado anteriormente la propuesta de contenido programático para la asignatura optativa disciplinaria se presenta a continuación:



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



### UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA

#### PROGRAMA DE ESTUDIO OCTAVO/NOVENO SEMESTRE

Asignatura QUÍMICA FORENSE	Ciclo TERMINAL Y DE ESPECIALIZACIÓN	Área QUÍMICA
-------------------------------	---	-----------------

#### HORAS/SEMANA

OPTATIVA	Clave	TEORÍA 3 h	PRÁCTICA 0 h	CRÉDITOS 6
----------	-------	------------	--------------	------------

Tipo de asignatura:	TEÓRICO
Modalidad de la asignatura:	CURSO

ASIGNATURA PRECEDENTE: Ninguna

ASIGNATURA SUBSECUENTE: Ninguna

#### OBJETIVOS:

Integrar y aplicar los conocimientos adquiridos en Toxicología, Genética y Biología Molecular, Química Analítica, Bioquímica y Hematología en la química forense para la resolución de hechos delictivos

Conocer y estudiar indicios de probables hechos delictivos para su identificación, cuantificación y clasificación desde el punto de vista químico, como apoyo a los órganos encargados de procurar y administrar justicia

Conocer el campo de acción del químico forense

Al finalizar el curso el alumno tendrá la capacidad de analizar y clasificar aspectos de la Química Forense como una rama fundamental de las ciencias forenses.

#### ATRIBUTOS DEL PERFIL DE EGRESO A CUYO LOGRO CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

- Diseño, evaluación y producción de medicamentos
- Distribución, dispensación y uso racional de medicamentos
- Producción de reactivos para medicamentos
- Diagnóstico de laboratorio
- Investigación biomédica
- Conservación del medio ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



### UNIDADES TEMÁTICAS

NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD	UNIDAD
4T 4h	<p>1. CIENCIAS FORENSES</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1.1. Historia de las ciencias forenses<ul style="list-style-type: none"><li>1.1.1. En México</li><li>1.1.2. En el mundo</li></ul></li><li>1.2. Criminalística<ul style="list-style-type: none"><li>1.2.1. Definición</li><li>1.2.2. De campo</li><li>1.2.3. De laboratorio</li></ul></li><li>1.3. Disciplinas de la criminalística<ul style="list-style-type: none"><li>1.3.1. Necesarias</li><li>1.3.2. Auxiliares</li></ul></li><li>1.4. Método científico<ul style="list-style-type: none"><li>1.4.1. Aplicado a la investigación criminalística</li></ul></li><li>1.5. Principios básicos de la criminalística</li></ul>
10T 10h	<p>2. QUÍMICA FORENSE</p> <ul style="list-style-type: none"><li>2.1. Definición de Química forense</li><li>2.1. Indicios<ul style="list-style-type: none"><li>2.1.1. Búsqueda y fijación</li></ul></li><li>2.2. Indicios biológicos en el lugar de los hechos<ul style="list-style-type: none"><li>2.2.1. Sangre</li><li>2.2.2. Semen</li><li>2.2.3. Orina</li><li>2.2.4. Saliva</li><li>2.2.5. Otros indicios</li></ul></li><li>2.3. Indicios físicos en el lugar de los hechos<ul style="list-style-type: none"><li>2.3.1. Vestimenta</li><li>2.3.2. Accesorios</li><li>2.3.3. Posiciones del cadáver</li><li>2.3.4. Levantamiento del cadáver</li><li>2.3.5. Examen externo del cadáver</li><li>2.3.6. Examen interno del cadáver (necropsia)<ul style="list-style-type: none"><li>2.3.6.1. Casos en los que procede o no la necropsia</li></ul></li></ul></li><li>2.4. Protección de indicios para laboratorio<ul style="list-style-type: none"><li>2.4.1. Conservación de indicios</li><li>2.4.2. Manejo de muestras</li></ul></li><li>2.5. Pruebas para la identificación de indicios biológicos<ul style="list-style-type: none"><li>2.5.1. Pruebas de orientación</li><li>2.5.2. Pruebas de confirmación</li></ul></li><li>2.6. Cadena de custodia</li></ul>



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4T 4h	<b>3. BALÍSTICA</b> 3.1. Antecedentes históricos y generalidades 3.2. Conceptos 3.3. Tipos de armamento 3.3.1. Clasificaciones 3.3.2. Características 3.4. Clasificación de la balística 3.4.1. Balística interior 3.4.2. Balística exterior 3.4.3. Balística de efectos 3.5. Balística forense identificativa y reconstructiva 3.5.1. Indicios Balísticos 3.5.2. Casquillos, proyectiles y esquirlas 3.5.3. Daños y características de producción 3.5.4. Uso de la prueba de Walker 3.5.5. Uso de las prueba de rodisonato de sodio 3.5.6. Uso de Espectrofotometría de absorción atómica sin flama 3.6. Procedimientos investigativos especiales en homicidios por disparo de proyectil de arma de fuego 3.6.1. Reconstrucción de hechos en balística de efectos
4T 4h	<b>4. INCENDIOS Y EXPLOSIVOS</b> 4.1. Conceptos 4.1.1. Tipos de incendios y explosiones 4.1.2. Consecuencias de los incendios y explosiones 4.2. Causas del incendio provocado o accidental 4.2.1. Efecto de las explosiones 4.2.2. Recolección de indicios en incendios y explosiones
6T 6h	<b>5. GRAFOSCOPIA Y ESTUDIO DE DOCUMENTOS</b> 5.1. Antecedentes 5.2. Documentoscopia 5.2.1. Documento falso y verdadero (dubitado e indubitado) 5.2.2. Identificaciones del documento alterado 5.2.3. Dinero y sus medidas de seguridad 5.2.4. Alteraciones 5.3. Grafoscopia y grafometría 5.3.1. Conceptos 5.3.2. Instrumentos necesarios para medición 5.3.3. Estudio y desarrollo de la medición 5.4. Caligrafía 5.4.1. General 5.4.2. Toma de muestra caligráfica





## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



<p>6T 6h</p>	<p>6. DACTILOSCOPIA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>6.1. Sistemas de identificación actuales, fundamento y metodología<ul style="list-style-type: none"><li>6.1.1. Definiciones</li><li>6.1.2. Ventajas de la dactiloscopia frente a otros sistemas de identificación</li><li>6.1.3. Ciencias auxiliares a la dactiloscopia</li><li>6.1.4. Anatomía de la piel</li><li>6.1.5. Fundamentos de la dactiloscopia</li><li>6.1.6. Impresiones dactilares o papilares</li><li>6.1.7. Sistemas crestales</li></ul></li><li>6.2. Técnicas de lectura de impresiones y formación de un archivo dactilar<ul style="list-style-type: none"><li>6.2.1. Delta</li><li>6.2.2. Clases de delta</li><li>6.2.3. Punto déltico</li><li>6.2.4. Tipos fundamentales del sistema Vucetich</li><li>6.2.5. Características del sistema Vucetich</li><li>6.2.6. Anomalías de los Dactilogramas</li><li>6.2.7. Fórmula dactiloscópica</li><li>6.2.8. Subfórmula en los arcos</li><li>6.2.9. Formación del archivo dactiloscópico</li></ul></li><li>6.3. Toma de impresiones y búsqueda de fragmentos dactilares en el lugar de los hechos<ul style="list-style-type: none"><li>6.3.1. El operador dactiloscopista</li><li>6.3.2. Instrumentos y materiales del operador dactiloscopista</li><li>6.3.3. Examen y preparación del sujeto</li><li>6.3.4. Entintado del sujeto</li><li>6.3.5. Anomalías en las manos</li><li>6.3.6. Técnicas para hacer la toma de impresiones dactilares a un cadáver</li><li>6.3.7. Lugar de los hechos e inspección ocular</li><li>6.3.8. Indicio</li><li>6.3.9. Huellas latentes y su revelado</li><li>6.3.10. Factores atmosféricos y manejo de objetos</li><li>6.3.11. Sistema automatizado de identificación de huellas dactilares</li><li>6.3.12. Funciones del perito dactiloscópico</li><li>6.3.13. Registro nacional de huellas digitales</li></ul></li></ul>
<p>8T 8h</p>	<p>7. TOXICOLOGÍA FORENSE</p> <ul style="list-style-type: none"><li>7.1. Definición</li><li>7.2. Toxicología forense <i>postmortem</i></li><li>7.3. Toxicología analítica</li><li>7.4. Analitos<ul style="list-style-type: none"><li>7.4.1. Alcaloides</li><li>7.4.2. Depresores del sistema nervioso central</li><li>7.4.3. Opioides</li><li>7.4.4. Canabinoides</li><li>7.4.5. Aminas simpatomiméticas</li><li>7.4.6. Alucinógenos</li></ul></li><li>7.5. Medicamentos</li><li>7.6. Inhalantes</li><li>7.7. Metales</li><li>7.8. Gases tóxicos</li><li>7.9. Intoxicaciones alimenticias</li><li>7.10. Pruebas presuntivas de analitos</li></ul>



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



6T 6h	<p>8. RECONSTRUCCION DE HECHOS. SERVICIO MEDICO FORENSE</p> <ul style="list-style-type: none"><li>8.1. Conocimiento del hecho<ul style="list-style-type: none"><li>8.1.1. Análisis del lugar de los hechos</li></ul></li><li>8.2. Conocimiento del expediente<ul style="list-style-type: none"><li>8.2.1. Análisis y adaptación de elementos, materiales y humanos participantes</li></ul></li><li>8.3. Variantes de la reconstrucción de los hechos<ul style="list-style-type: none"><li>8.3.1. Experimentación de mecanismos</li></ul></li><li>8.4. Ilustración de los hechos<ul style="list-style-type: none"><li>8.4.1. Realización de la reconstrucción de los hechos</li></ul></li><li>8.5. Interpretación de las lesiones en el lugar de los hechos<ul style="list-style-type: none"><li>8.5.1. Por arma de fuego</li><li>8.5.2. Por arma blanca</li><li>8.5.3. Por confrontación física</li><li>8.5.4. Posición víctima-victimario ó posición victima-objeto lesionante</li></ul></li><li>8.6. Resultados y conclusiones<ul style="list-style-type: none"><li>8.6.1. Análisis de mecanismos involucrados</li><li>8.6.2. Metodología de investigación en el lugar de los hechos</li></ul></li><li>8.7. Fotografía forense<ul style="list-style-type: none"><li>8.7.1. Conceptos Generales</li><li>8.7.2. Utilización paralela con la investigación criminalística</li></ul></li><li>8.8. Servicio médico forense y Servicios periciales<ul style="list-style-type: none"><li>8.8.1. Organigrama del SEMEFO</li><li>8.8.2. Autoridad a la que se encuentra adscrito el SEMEFO en el Distrito Federal y en los estados de la República Mexicana</li><li>8.8.3. Principales documentos médicos<ul style="list-style-type: none"><li>8.8.3.1. Informe</li><li>8.8.3.2. Certificado</li><li>8.8.3.3. Dictamen</li><li>8.8.3.4. Servicios periciales</li></ul></li></ul></li></ul>
----------	---

SUMA: 48T = 48h

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Bell, S. *Forensic Chemistry*; Pearson Prentice Hall: Estados Unidos, 2006.
2. Fuertes, R. J. C.; Cabrera, F. J.; Iglesias, F. C. *Manual de ciencias forenses*; Aran: España, 2007.
3. Gisbert, C. J. A.; Villanueva, C. E. *Medicina legal y toxicología*; El sevier: España, 2004.
4. Johll, M. E. *Química e investigación criminal: una perspectiva de la ciencia forense*; Reverte: Barcelona, 2008.
5. Montiel, S. J. *Criminalística Tomo I 2ª edición*; Ed. Limusa: México, 2008.
6. Montiel, S. J. *Criminalística Tomo II*; Ed. Limusa: México, 2008.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Casarett, L. J.; Doull, J.; Curtis, D. Klaassen. *Toxicology the basic Science of poisons Seventh Edition*; Mc Graw Hill: E.U.A; 2008.
2. Dutelle, Aric W. *An introduction to crime scene investigation*; Jones and Bartlett: Estados Unidos, 2010.
3. Nieto, A. J. *Apuntes de criminalística, práctica jurídica 3ª edición*; Ed. Tecnos: Madrid, España, 2007.
4. Ramos, V. A; Robles, L. M. A. *Grafoscopia Identificación de escrituras y firmas*; Cedecs Editorial S.L: Barcelona, 2000.



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



### SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

La impartición de las unidades será a través de técnicas de exposición oral por el profesor utilizando material de apoyo audiovisual adecuado y con interrogatorio a los alumnos y preguntas por parte de estos últimos al primero, complementándolas con tareas de investigación bibliográfica y organizando algunos seminarios para discusión de artículos revisados por los alumnos. Así mismo al finalizar cada unidad se tendrán presentaciones por parte de académicos o personal de instituciones involucradas en el tema, expertas en el mismo.

### FORMA DE EVALUAR

La calificación final de cada alumno se establecerá con base en la aplicación de exámenes parciales, trabajos de investigación bibliográfica, asistencia a seminarios, calidad y continuidad de su participación, y desempeño en clase.

### PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIENES PUEDEN IMPARTIR LA ASIGNATURA

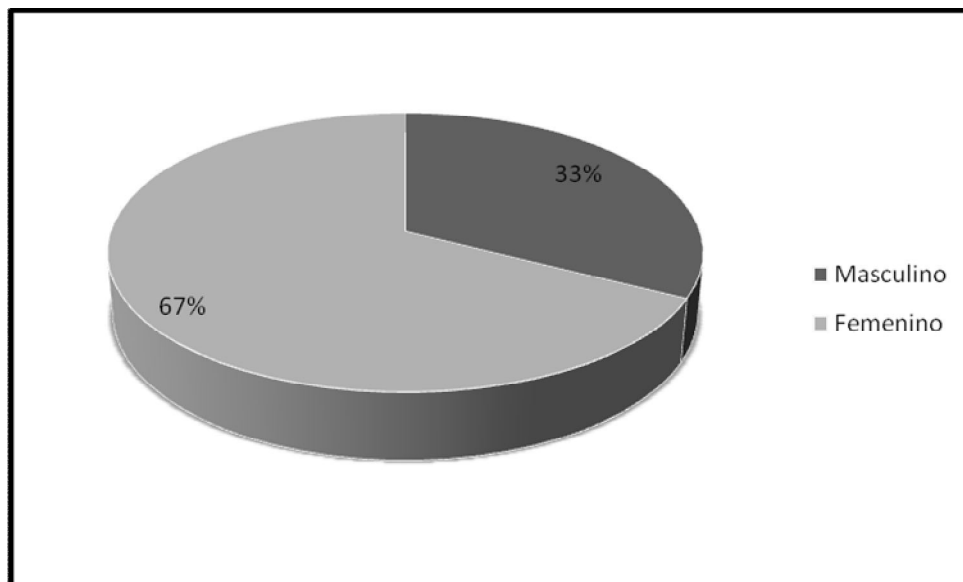
Es recomendable que el curso sea impartido por profesionales egresados de carreras equivalentes que cuenten con amplia experiencia en el área de las ciencias forenses.



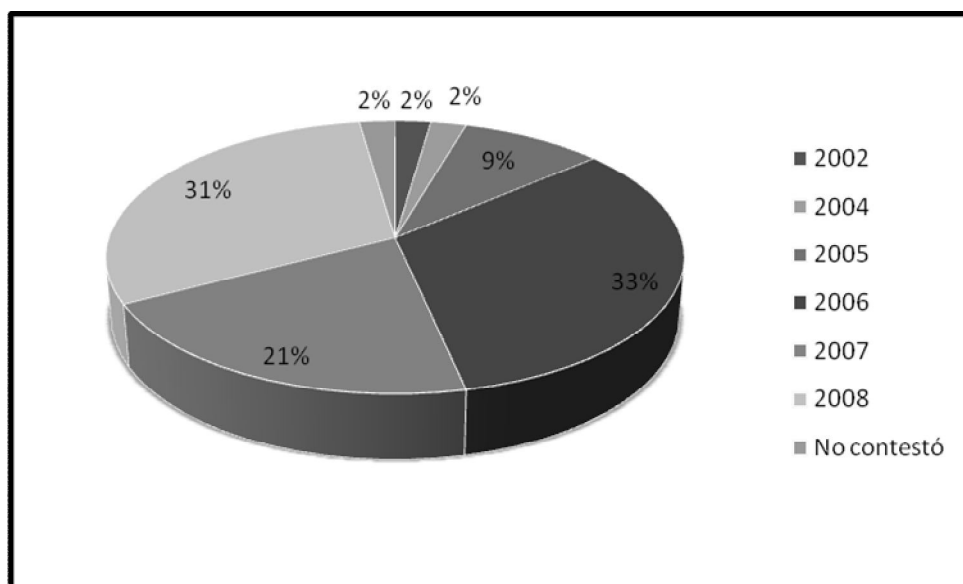
### RESULTADOS ENCUESTA

La aplicación de la encuesta se realizó vía correo electrónico a un total de 43 alumnos. Los resultados obtenidos de la misma se muestran a continuación de manera gráfica.

#### Género

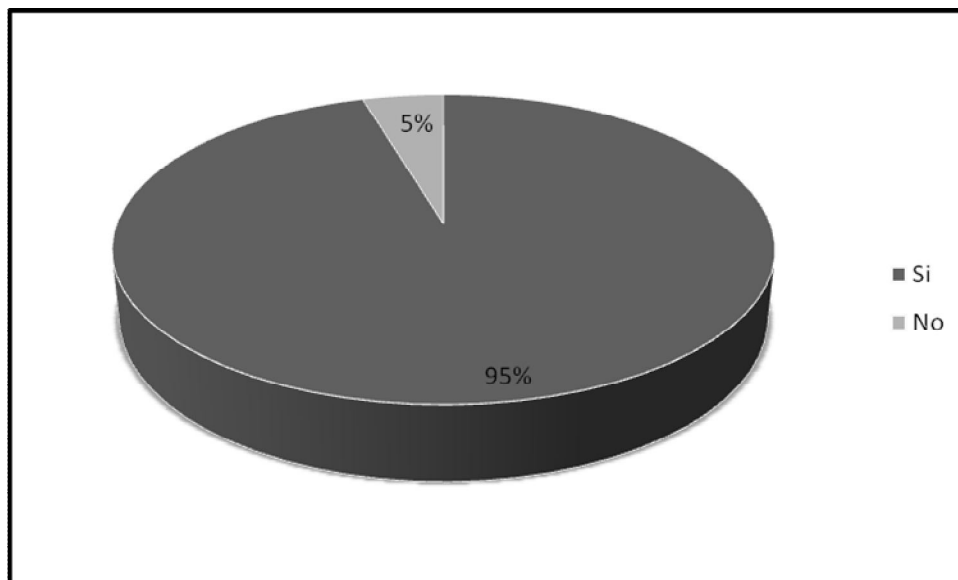


#### Generación

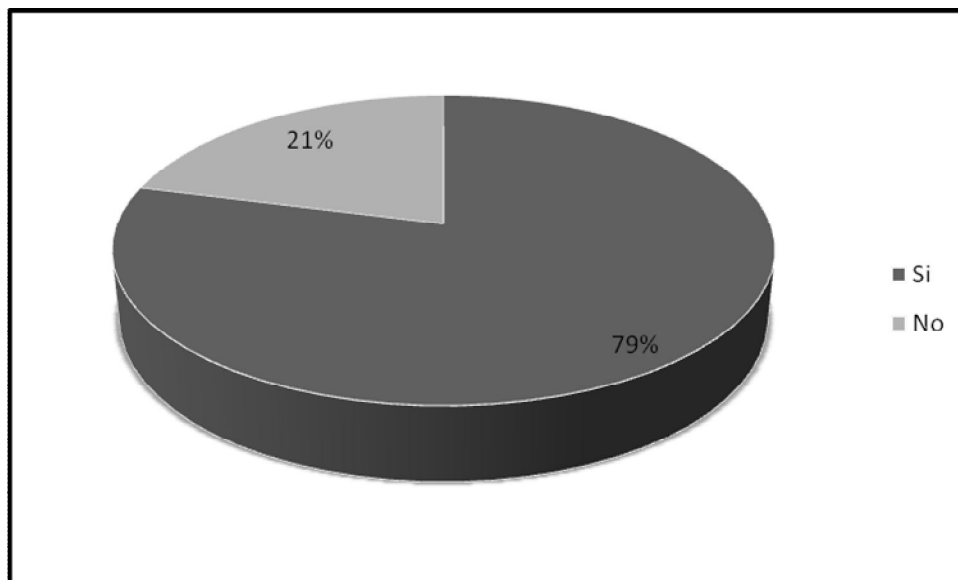




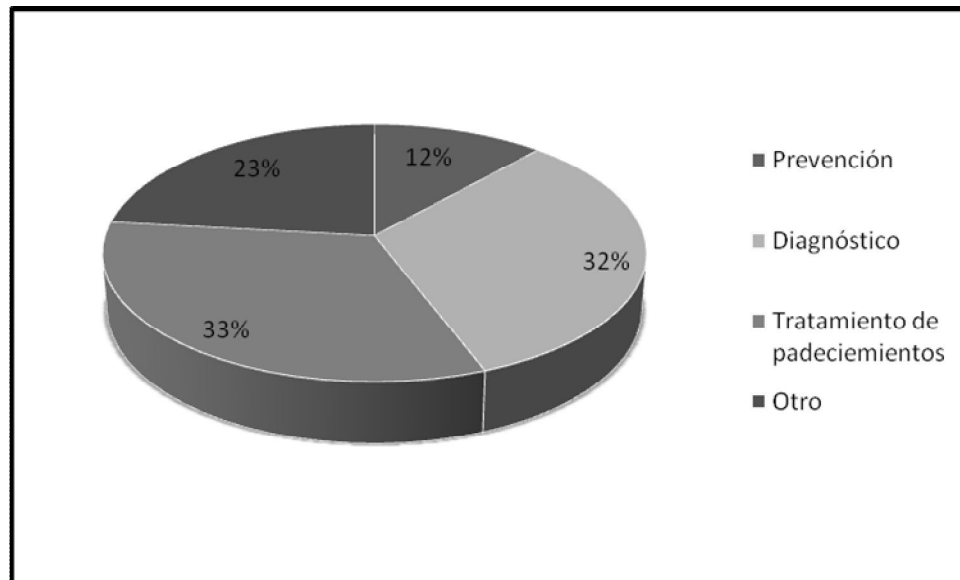
1. ¿Conoces las asignaturas optativas disciplinarias de los tres paquetes terminales de tu plan de estudios?



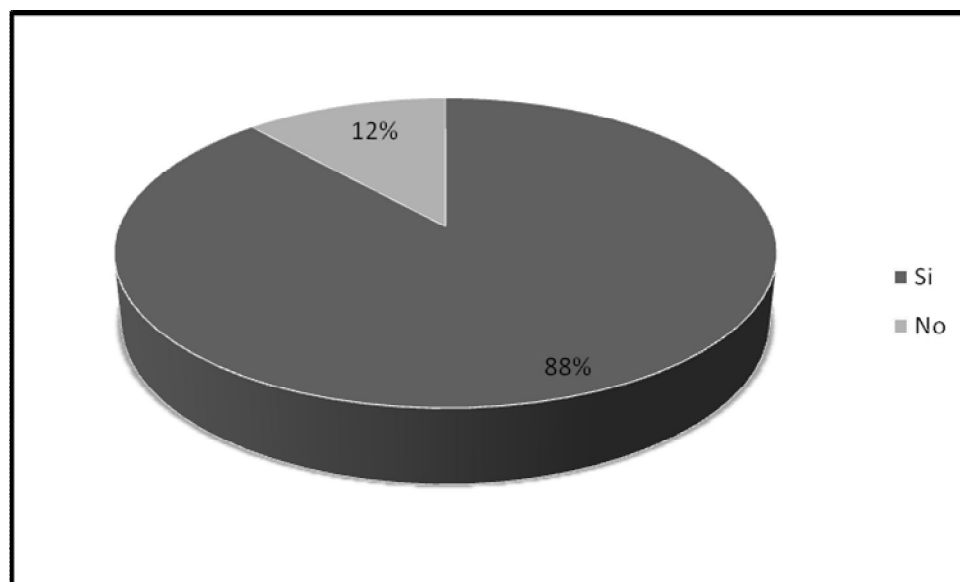
2. ¿Ya tienes decidido cuales de ellas vas a cursar?



3. En cuál de las tres principales actividades que desempeñan los egresados de la carrera de QFB te interesaría incursionar

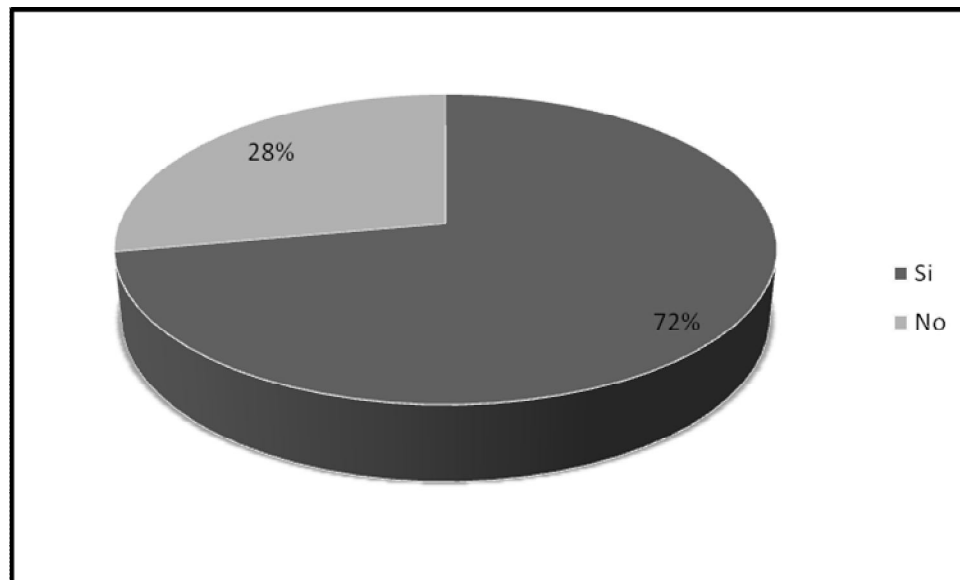


4. ¿Sabías que el egresado de la carrera de QFB puede participar en actividades involucradas con la Química Forense?

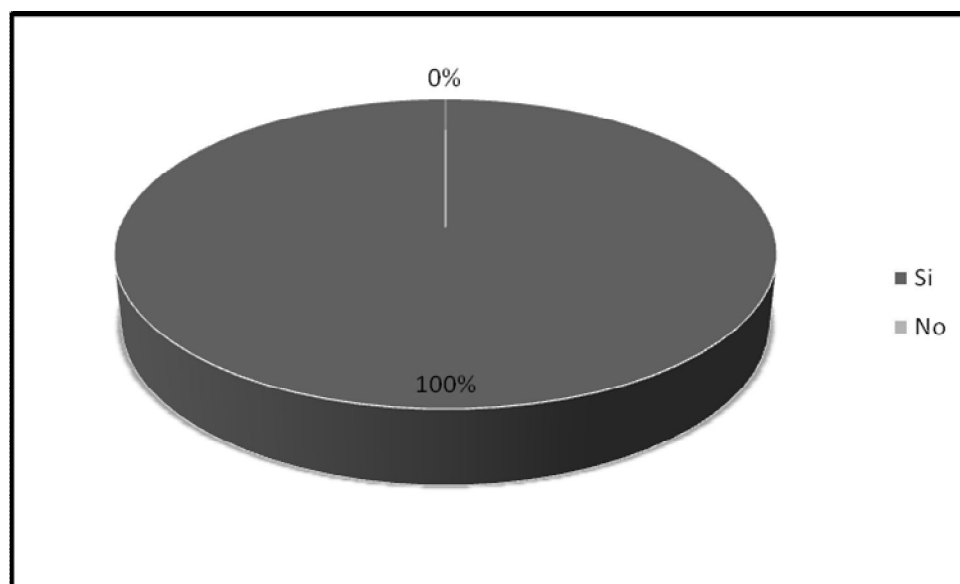




5. ¿Conoces cuáles son las actividades que desempeña un Químico Forense?

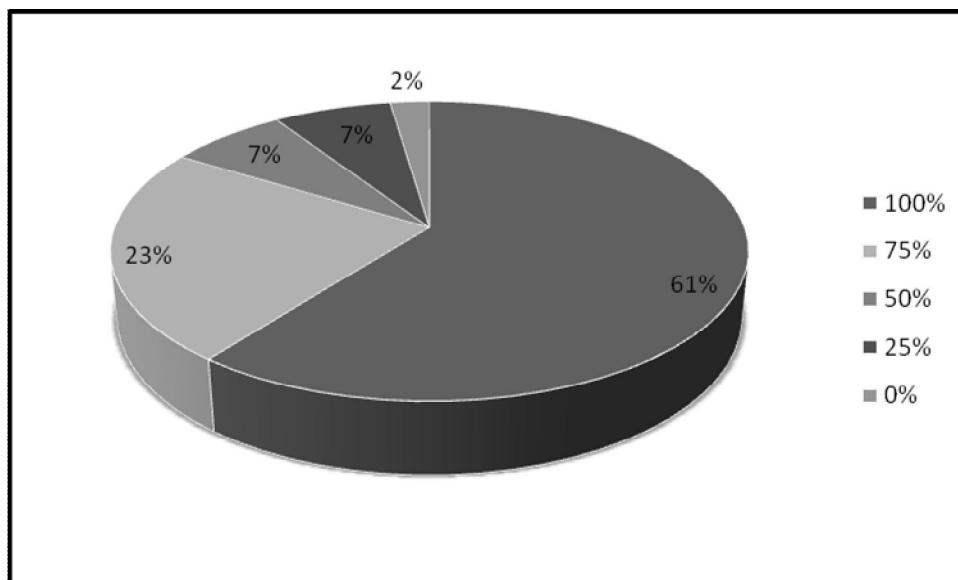


6. ¿Te gustaría que en la Facultad se implementara una asignatura relacionada con la Química Forense?

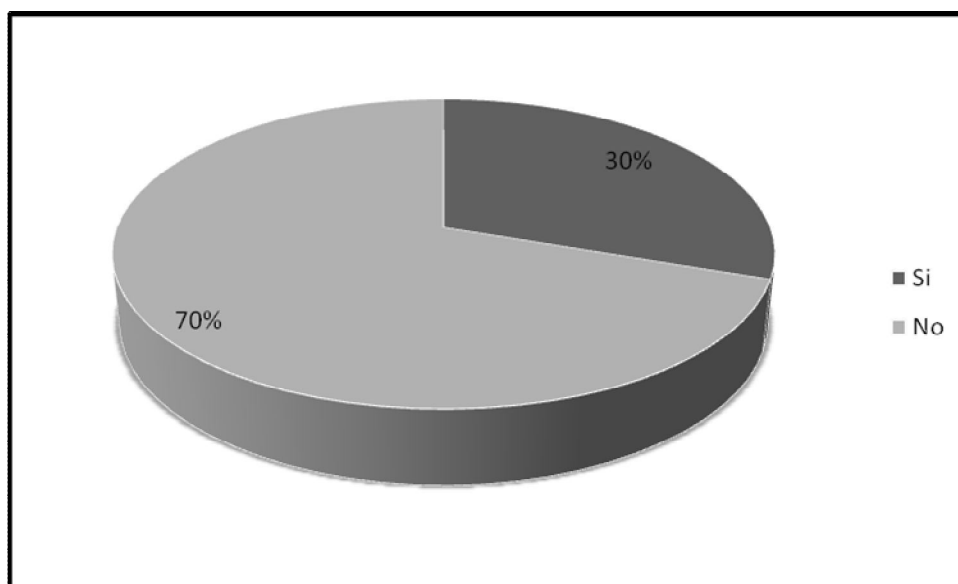




7. En caso de que se incluyera una optativa disciplinaria relacionada con la Química Forense, ¿que probabilidad habría de que la cursaras?

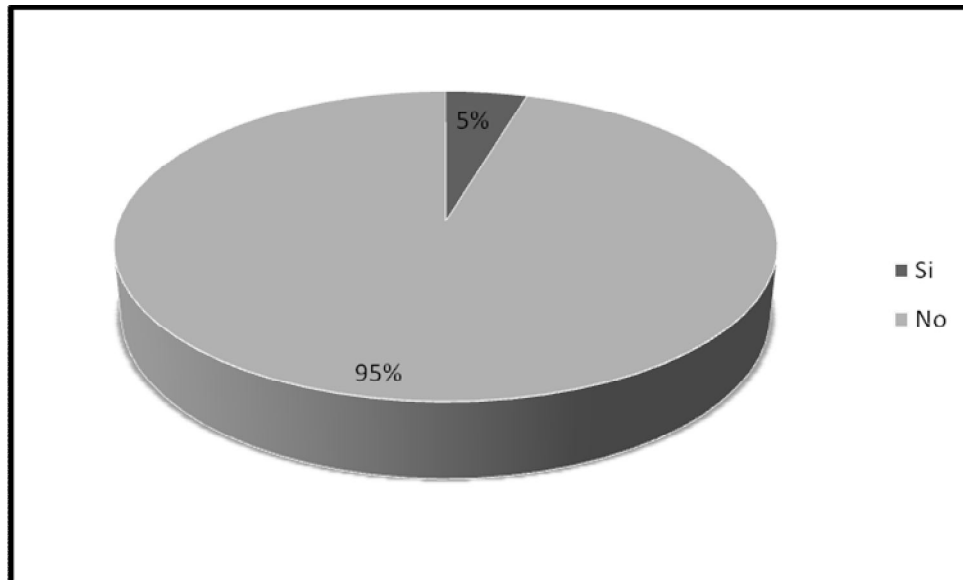


8. ¿Conoces alguna carrera universitaria en la que se impartan asignaturas relacionadas con la Química Forense?

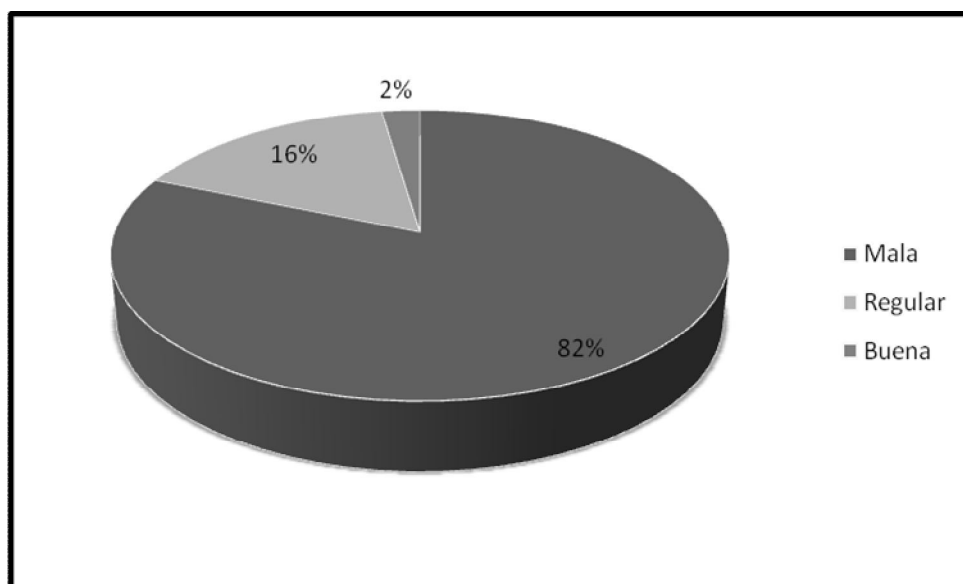




9. ¿Consideras que las ciencias forenses no presentan mucha atención por parte de las instituciones encargadas de impartir justicia?



10. Consideras que la difusión en México a nivel educativo sobre las ciencias forenses es:

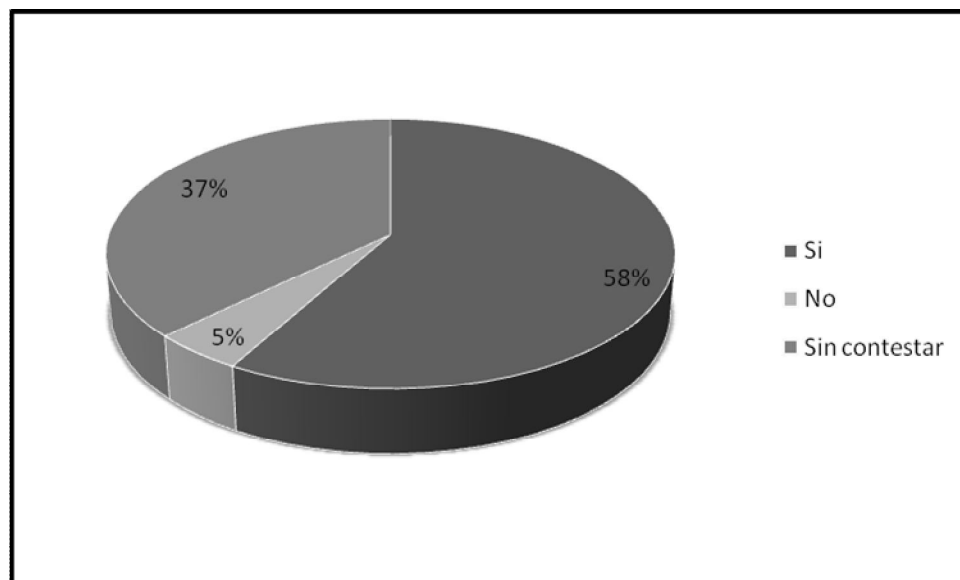




## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



11. En el caso de ser egresado de la Facultad de Química, ¿te hubiera gustado cursar alguna asignatura relacionada con las ciencias forenses?



De acuerdo a la encuesta aplicada en el presente trabajo, los resultados arrojan que el 100% de los alumnos encuestados están interesados en que se implemente una asignatura del área de ciencias forenses en el plan de estudios 2005, ya que es una disciplina de gran interés, donde el QFB puede participar activamente así como aplicar los conocimientos adquiridos durante sus estudios profesionales.

La encuesta también evidenció que la mayoría de los alumnos conoce cuales son las actividades que puede desempeñar un químico forense y consideran que el egresado de la carrera de QFB puede participar en actividades involucradas con las ciencias forenses.



## VII. CONCLUSIONES



- ➡ Las ciencias forenses constituyen actualmente un área de interés para las instituciones encargadas de impartir justicia en nuestro país
- ➡ Entre los diferentes campos de ejercicio profesional de los egresados de la carrera de QFB destaca su participación en el área de la Química Forense
- ➡ Se evidenció la relevancia de proponer la implementación de una asignatura optativa disciplinaria en el plan de estudios de la carrera de QFB que permita dar un panorama de la Química Forense y de esta manera, los alumnos conozcan el campo profesional en esta disciplina
- ➡ Se realizó la estructuración del contenido programático para la implementación de la asignatura en el plan de estudios 2005 de la carrera de QFB con base en lo especificado por el COMAEF
- ➡ Los alumnos encuestados manifestaron su interés por la implementación de la asignatura relacionada con las ciencias forenses



### Sangre

Constituye el vestigio de mayor interés por que de su estudio se puede deducir la identidad del autor de delitos tales como homicidios, lesiones, violaciones, etc. Los objetivos de su estudio son los siguientes [20]:

- Estudio morfológico.- Permite diferenciar el mecanismo mediante el cual se produjo la mancha de sangre: proyección (caída perpendicular, oblicua o describiendo curva parabólica), escurrimiento, contacto, impregnación y limpiadura
  - Estudio topográfico.- Ayuda a la reconstrucción de los hechos, se pueden presentar distintos tipos de manchas de sangre dependiendo de las circunstancias del hecho delictivo; a continuación se mencionan algunas de ellas [105]:
- ✓ Manchas de sangre por contacto: Se producen por el contacto directo de la fuente productora y el soporte; el contacto puede ser simple, por ejemplo: manchas de sangre de las ropas que están en contacto directo con la herida. El soporte puede estar constituido por el cuerpo, suelo o piso, murallas, ropas, etc. El contacto puede ser por limpiamiento, al proceder a la limpieza de manos, armas, etc., las manchas aparecen en los objetos utilizados para ello (papeles, paños, géneros, etc.). Las manchas de sangre por arrastre se producen cuando la víctima se arrastra o es arrastrada
  - ✓ Manchas de sangre por limpiamiento: Se produce cuando hay tentativa de limpiado o se observa el enjuagado de un soporte
  - ✓ Manchas de sangre por impregnación: Se produce cuando la mancha de sangre traspasa la textura del soporte como es en casos de violación
  - ✓ Manchas de sangre por proyección: Se producen cuando la sangre es proyectada en forma más o menos violenta sobre el soporte. Si la mancha de sangre proyectada al soporte se presenta en forma de imágenes aisladas y de disposición irregular, constituyen las salpicaduras, distinguiéndose en ellas las gruesas y finas. En general, las salpicaduras gruesas corresponden a la contusión repetida sobre una superficie sangrante. Las



## VIII. APÉNDICE A



salpicaduras finas se observan generalmente en la mano del suicida que se dispara sobre la sien. La rociadura se produce cuando la fuente productora se desplaza linealmente frente al soporte, por ejemplo, herida arterial y movilización de segmentos corporales o armas ensangrentadas

- ✓ Manchas de sangre por goteo de altura: Se producen al caer la gota sanguínea desde la fuente productora hasta el soporte, impulsada por la fuerza de gravedad. La imagen producida tomará caracteres especiales de acuerdo a la altura, al desplazamiento y detenciones del herido y a la inclinación del soporte. A medida que la fuente productora se va alejando del soporte, la forma de la gota sufre variaciones progresivas en su contorno; de muy poca altura el contorno es regular; a medida que se aleja, el contorno se va haciendo irregular, luego presenta salientes en forma de rayos y, posteriormente, se aprecia rodeada de gotas secundarias. El desplazamiento del herido produce un contorno especial que se acentúa con la velocidad: la gota aparece en forma ovalada y con digitaciones (pata de oso) que se acentúan transformándose en proyección
  
- ✓ Manchas de sangre por escurrimiento: La sangre se desliza por el soporte impermeable, desde la fuente productora (herida). Cuando el desplazamiento se hace sobre un soporte inclinado se forma el reguero; cuando el soporte es horizontal o presenta depresiones se forman charcos
  - ➡ Diagnóstico genérico y de especie.- Permite establecer si se trata de una mancha de sangre y si corresponde a sangre humana
  - ➡ Diagnóstico individual.- Mediante el estudio de los polimorfismos genéticos de los grupos sanguíneos eritrocitarios, grupos plasmáticos, enzimas eritrocitarias, grupos leucocitarios y polimorfismos del ADN (homogenética forense)

Algunas pruebas utilizadas en la detección de sangre se basan principalmente en la actividad de las enzimas peroxidasas presentes en este fluido biológico, en las cuales se involucran reacciones colorimétricas empleando agentes químicos como la bencidina, verde de leucomalaquita o fenolftaleína. Sin embargo, una de las pruebas más utilizadas en la



## VIII. APÉNDICE A



química forense para detectar trazas de sangre es la reacción con el luminol. Éste compuesto es un derivado del ácido ftálico que cataliza la oxidación con peróxido de hidrógeno bajo emisión de luz es decir, su mayor importancia reside en la reacción de quimioluminiscencia que da con peróxidos en presencia de complejos de hierro como catalizador [104].

La reacción con la bencidina es una prueba presuntiva que se basa en la actividad peroxidasa de la hemoglobina; una desventaja de esta prueba es que puede dar falsos positivos con manchas que semejan visualmente a la sangre, como yodo o la roya; es por esta razón que la mancha debe ser analizada en un laboratorio forense para confirmar su naturaleza sanguínea [18].

El análisis forense de los indicios de manchas sanguíneas puede ser de dos tipos: reconstructora o identificadora.

- ➡ Reconstructora.- Esta opción determina e interpreta el mecanismo de producción de las imágenes (manchas de sangre); mediante un estudio meticuloso se puede obtener información precisa de la forma como se produjeron los hechos. Se puede determinar la posición de la víctima y del agresor, los movimientos realizados en el sitio del suceso, características del traumatismo, violencia empleada, intensidad del traumatismo, arma usada, movimientos ejecutados con ella, e incluso, señalar o descartar al autor del delito
- ➡ Identificadora.- Permite tener una orientación y certeza, saber de qué especie es, si es de animal o humano, el grupo sanguíneo al que pertenece, e incluso, de qué región corporal procede. Esta parte de la química forense es muy importante sobre todo en casos de criminalística pues se requiere de mucha seguridad al momento de la identificación



### Semen

En general, la evidencia física impregnada de semen, en estado líquido o seco, se encuentra en muchos tipos de investigación criminal, pero en especial debe asociarse a delitos sexuales [57].

La evidencia física de la violación puede encontrarse en las prendas que portaban tanto la víctima como el agresor, en la sábana sobre la cual se perpetuó el hecho, entre otro tipo de elementos, los cuales presentan indicios que se reducen a desgarros o manchas depositadas sobre ellos íntimamente ligados al hecho y ubicados en la escena [12, 64].

Si la víctima luchó con su agresor, sus vestidos estarán rasgados en más de un punto y sobre ellos se podrán hallar una serie de evidencias traza que pueden aportar una valiosa información.

Por esta razón, el examen de las prendas, tanto de la víctima como del indiciado si lo hay, tiene gran importancia. Así, en dicho examen se debe establecer si las prendas que lleva la presunta víctima y el agresor son las que portaban al momento de los hechos o si han sido lavadas [78].

Se buscará macroscópicamente la presencia de manchas sospechosas de semen las cuales dejan una textura acartonada, la mancha presenta bordes irregulares semejjando un mapa, es de color blanco o amarillo y de olor *sui generis*.

Se deben tener presentes los siguientes signos generales frente a este tipo de delitos [32, 34].

- Búsqueda de células espermáticas o detección de semen, análisis válidos sólo en los exámenes inmediatos, por lo cual su estudio debe realizarse lo antes posible
- La presencia de vello púbico o vello genital del agresor en la víctima y de la víctima en el agresor condiciona a un cuidadoso examen físico, tanto de la agredida como de su



victimario, que por las estructuras filamentosas tienen una capacidad de adherencia muy alta, permitiendo su fácil transferencia

- ➡ Considerar siempre el estudio de posibles agravantes, como son el embarazo o contagio de una enfermedad de transmisión sexual. En este último caso, deberá confirmarse tanto en la víctima como en el indiciado, contando con el apoyo de los laboratorios clínicos de las entidades promotoras de salud (EPS) de los sujetos involucrados en el hecho

### Otros indicios

Orina.- Este es un fluido biológico raramente utilizado para pruebas de identificación. La prueba presuntiva de orina que se realiza en el laboratorio forense es para determinar la presencia de creatinina, misma que se encuentra en grandes concentraciones en la orina, aunque también la podemos encontrar en concentraciones altas en el sudor. No existe una prueba confirmatoria que se utilice regularmente [18].

Saliva.- Las manchas de saliva no suelen ser evidentes a simple vista. Sin embargo, ciertos tipos de materiales suelen contener restos de este fluido (por ejemplo colillas de cigarros, goma de mascar, marcas de mordeduras, la superficie engomada de los sobres, etc.).

Si el objeto manchado de saliva es transportable, la muestra se conservará intacta; en el caso de que no lo sea, como en el de una mordedura en un cuerpo, se debe recoger la muestra de la saliva de la siguiente manera [79]:

- ➡ Humedecer un hisopo de algodón estéril con agua destilada
- ➡ Agitar el hisopo para quitar el exceso de agua
- ➡ Limpiar suavemente la mancha sospechosa de saliva
- ➡ Dejar que el hisopo se seque un poco antes de su envasado en un sobre de papel con sello
- ➡ Seleccionar alguna zona que no sea sospechosa y recoger una muestra de la misma manera como se describió previamente; este hisopo servirá como control negativo





Para la presencia de saliva en zonas de mordeduras o de contacto con la boca, se determina la actividad de la enzima característica  $\alpha$ -amilasa, mediante el uso de luces forenses para determinar su presencia y toma de muestra para ADN [56].

Sin embargo, ésta no es una prueba específica ya que la enzima también está presente en otros fluidos como es el semen, secreciones vaginales y en la leche materna.

La ventaja de la saliva frente a otros fluidos mencionados anteriormente, es que la enzima se encuentra 50 veces más concentrada en la primera [18].

### **Vestimenta**

Las características de la textura y tejido de las ropas dejan huellas negativas y positivas sobre superficies blandas y lisas, respectivamente cuando se apoyan el codo, rodilla, glúteos y otras regiones del cuerpo cubiertas con tela y queda impresa la figura de los tejidos. En estos casos, se toman grandes acercamientos fotográficos para su estudio.

Por otra parte, cuando hay disparo de proyectil con arma de fuego, que penetre y traspase a la víctima o que afecte la ropa que viste, dicho proyectil puede estar incrustado en algún muro, mueble u objeto, quizá con fibras de la propia tela. Por lo general, las balas disparadas se deforman por el impacto final en la estructura que las detiene, o se fragmentan [44].

Esta situación es útil, por ejemplo, hay dos víctimas y dos armas de fuego similares en calibre; mediante un dibujo, de tejido y de fibras localizadas en la ojiva de la bala se puede determinar cuáles proyectiles, (si es que se cuenta con ellos), penetraron y traspasaron a cada una de las víctimas.

Mediante un estudio microcomparativo, con toma de placas fotográficas de las huellas de campo y estrías de las balas dubitadas se puede comparar con placas fotográficas testigo obtenidas de disparos de prueba con las armas de fuego utilizadas en el hecho, y así identificar a cada una de las armas que se dispararon [44].



### Conservación de indicios biológicos

La adecuada preservación de las muestras desde su recolección hasta su llegada al laboratorio es fundamental, ya que los indicios biológicos, especialmente los indicios húmedos y los líquidos son vulnerables a la degradación del ADN en pocas horas.

Por ello, es fundamental realizar un correcto empaque y que ambos tipos de indicios, así como los de tejidos blandos y los órganos, se mantengan en óptimas condiciones. Además, es imprescindible que todos los recipientes, ya sean tubos, bolsas, cajas, etc., estén correctamente identificados y sellados con cinta, ya que esto permite garantizar la autenticidad y la integridad de las muestras [51].

En todos los recipientes debe haber un espacio reservado para la identificación de las muestras, en el que debe constar:

- ➡ Número de referencia de la muestra
- ➡ Tipo de muestra
- ➡ A quién pertenece y la localización

También debe haber un espacio dedicado a la cadena de custodia, en el que debe constar el nombre o la identificación y la firma de la persona que realiza la recolección, así como la fecha y la hora de la misma.

A continuación se describen algunos sistemas de empaque en función de las muestras o vestigios que se requieren enviar al laboratorio:

- ➡ Frascos o recipientes con indicios líquidos, órganos o tejidos blandos: estos recipientes deben tener un cierre de tapa-rosca o hermético y serán sellados previamente con cinta, correctamente identificados y se mantendrán y enviarán refrigerados al laboratorio lo más rápidamente posible
- ➡ Hisopos estériles en seco.- Una vez recogidos los vestigios biológicos, los hisopos serán empacados en cajas de cartón pequeñas comercializadas de forma especial



para tal fin. Este tipo de cajas permite que los hisopos estén protegidos y se sequen totalmente. Una vez identificadas serán selladas con cinta y enviadas al laboratorio sin refrigerar. Si no es posible disponer de estos estuches, los hisopos, una vez recolectados los vestigios biológicos deben identificarse o numerarse y dejarse secar totalmente a temperatura ambiente, en un lugar protegido, antes de ser introducidos en sus fundas. Posteriormente, se introducen en las fundas que serán correctamente identificadas y selladas con cintas para su envío al laboratorio

- Muestras con manchas secas.- Cada muestra se colocará sobre un papel (para que no se pierdan indicios biológicos como pelos, costras, etc.), que se doblará e introducirá en una bolsa de papel sellada con cinta y correctamente identificada para su envío al laboratorio sin refrigerar.
- Pelos.- Se deben recolectar en papeles pequeños que se doblarán con cuidado y serán posteriormente introducidos en bolsas de papel con cinta, identificándose para su envío al laboratorio sin necesidad de refrigerarlos.
- Huesos y dientes.- Se introducen en bolsas de papel y cajas de cartón adecuadas de acuerdo a su tamaño, que deben tener cinta y estar correctamente identificadas; se pueden enviar sin refrigeración al laboratorio. Los huesos, si por algún motivo mantienen restos de tejido putrefacto, se deben introducir en recipientes plásticos con cierre hermético y cinta, correctamente identificados; se mantienen y se envían refrigerados al laboratorio, lo más rápidamente posible.

### **Pruebas para la identificación de indicios biológicos**

En cuanto a los procedimientos preliminares utilizados para determinar la naturaleza de las muestras obtenidas, ya sean manchas, fluidos o restos diversos, destacan las actuales pruebas de orientación y certeza basadas en reacciones colorimétricas, inmunológicas o microscópicas, destacando sobre todo el uso de los kits inmunológicos.

Un ejemplo de este tipo de determinaciones lo constituye el denominado “hexagón”, prueba novedosa empleada para sangre humana; el principio de esta prueba es el siguiente: una muestra de los indicios que se presume que es sangre humana, es transferida al medio de transporte (amortiguador) contenido en un frasco gotero, y esta mezcla es adicionada gota a



## VIII. APÉNDICE A



gota a la inmunocromatoplaaca. Si existe la presencia de hemoglobina humana (Hb) en la muestra, ésta reaccionará con el reactivo formado por un conjugado móvil entre un agente de color ligado a anticuerpos monoclonales anti-Hb humana. El inmunocomplejo migra a la zona de ensayo donde es capturado por un segundo anticuerpo policlonal fijo dirigido contra la hemoglobina humana formando una línea azul indicando un resultado positivo [95].

Otra prueba inmunológica muy importante es la del “PSA” (Prostatic Specific Antigen, por sus siglas en inglés), utilizada para la identificación de semen. Tanto el PSA como el hexagón son caracterizados por su gran sensibilidad, especificidad y rapidez, aunque hay que tener presente la posibilidad de “falsos negativos” o “falsos positivos”, documentándolos con la bibliografía y con los estudios de validación de los ensayos [57].

Otras determinaciones que se realizan son las denominadas pruebas de orientación y las pruebas específicas. Las primeras son ensayos que permiten revelar la posible naturaleza de la mancha, pero no la aseguran; es decir, sirven sólo para descartar, pero no para concluir.

Por ejemplo, la llamada reacción de aminofenazonas es una prueba colorimétrica sencilla que, cuando resulta positiva, orienta a pensar que se trata de una mancha de sangre, pero sin asegurarlo, pues existen otras sustancias (jugos, vegetales, óxido lejía) que también dan positiva esta reacción. Si la prueba resulta negativa se puede asegurar que el resto que se está analizando no es sangre. Estas pruebas son sencillas de realizar, de bajo costo, muy rápidas y ayudan a seleccionar las manchas a analizar [57].

Las pruebas de orientación sobre manchas permiten, por una parte, localizar muestras latentes y, por otra, orientar la investigación. En el caso de las manchas de sangre se ha comprobado en estudios anteriores que algunos factores ambientales influyen en el resultado de las mismas [23].

Por otro lado, las pruebas específicas permiten determinar el tipo de organismo al que pertenece el material biológico. Una vez que se ha determinado el tipo de muestra que se ha de analizar, interesa saber si se trata de una muestra humana o no. Existen principalmente



## VIII. APÉNDICE A



dos tipos de pruebas específicas: unas basadas en reacciones antígeno-anticuerpo y otras en el estudio de ciertas regiones del ADN. En cierto tipo de muestras (pelos, restos óseos) puede realizarse un estudio de las características morfológicas para determinar el tipo de organismo [57].

### Posiciones del cadáver [26].

**Decúbito supino.-** El cuerpo se halla de espaldas al suelo o sea boca arriba; también se le conoce como decúbito dorsal



Figura 12. Posición del cadáver, decúbito supino

**Decúbito ventral.-** Es cuando el cuerpo esta tendido horizontalmente boca abajo



Figura 13. Posición del cadáver, decúbito ventral

**Decúbito lateral.-** El cuerpo descansa sobre cualquiera de los lados: puede ser así lateral derecho o lateral izquierdo



Figura 14. Posición del cadáver, decúbito lateral



Figura 15. Posición del cadáver, decúbito lateral

**Genu-pectoral.-** El cuerpo se halla apoyado sobre las rodillas y el pecho



Figura 16. Posición del cadáver, genu-pectoral

**Cuerpo en suspensión.-** Esta posición se encuentra en personas que se suicidan, pero también ocurre en homicidios que ocultan el verdadero motivo del mismo. El cuerpo se puede encontrar suspendido de una cuerda (inclinación de la cabeza; color de la cara, examen del nudo, longitud de la cuerda, separación de los pies al suelo o si descansan en él, etc.)



Figura 17. Posición del cadáver, cuerpo en suspensión

**Sedente.-** Cuando el cuerpo parece sentado; posición de la cabeza, de las manos, etc.



Figura 18. Posición del cadáver, sedente

**Posición geno-cubital.-** En esta posición el cadáver se encuentra posado sobre sus rodillas y con ambos brazos bajo el tórax



Figura 19. Posición del cadáver, geno-cubital

**Signos relativos a la identificación del cadáver.-** Se comienza por evaluar la edad aparente, determinar la talla y anotar el sexo del cadáver. Los elementos identificadores de mayor interés son los vestidos y objetos de uso personal (calidad, estado de conservación, marcas iniciales, etc.), los caracteres mas sobresalientes del retrato hablado, el color y la forma del cabello, color del iris, estado y peculiaridad de la dentadura, presencia de cicatrices, tatuajes, estigmas profesionales, o deformidades, nevos, etc. En un segundo plano, también interesa el grado de desarrollo del esqueleto, del tejido muscular, del adiposo, etc.





## X. APÉNDICE B



Cuando sea posible el perito obtendrá las huellas dactilares y fotografías del cadáver, siendo mejor si se obtiene una de frente y otra de perfil. Así mismo, pueden obtenerse las primeras muestras para proceder a la filiación genética, si fuera precisa [24].

El cuerpo se observa macroscópicamente y se mide para confirmar o averiguar su identidad [17]:

- Se hace un registro odontológico, fotográfico y antropométrico, describiendo señas particulares como cicatrices, tatuajes, perforaciones y anomalías congénitas (1)
- Se lava el cuerpo, salvo, por ejemplo, en el caso de disparos a quemarropa para no eliminar el humo o la pólvora de la piel (2)
- Se hace una descripción somatométrica (peso, talla, perímetro abdominal y torácico) (3)
- Se realiza una descripción de los signos teratológicos (rigidez, enfriamiento –se toma la temperatura rectal del cadáver- deshidratación, coloración, presencia de insectos, etc.) (4)

De acuerdo con la numeración anterior, en la figura 18 se muestra un esquema de la identificación correspondiente al examen externo del cadáver:

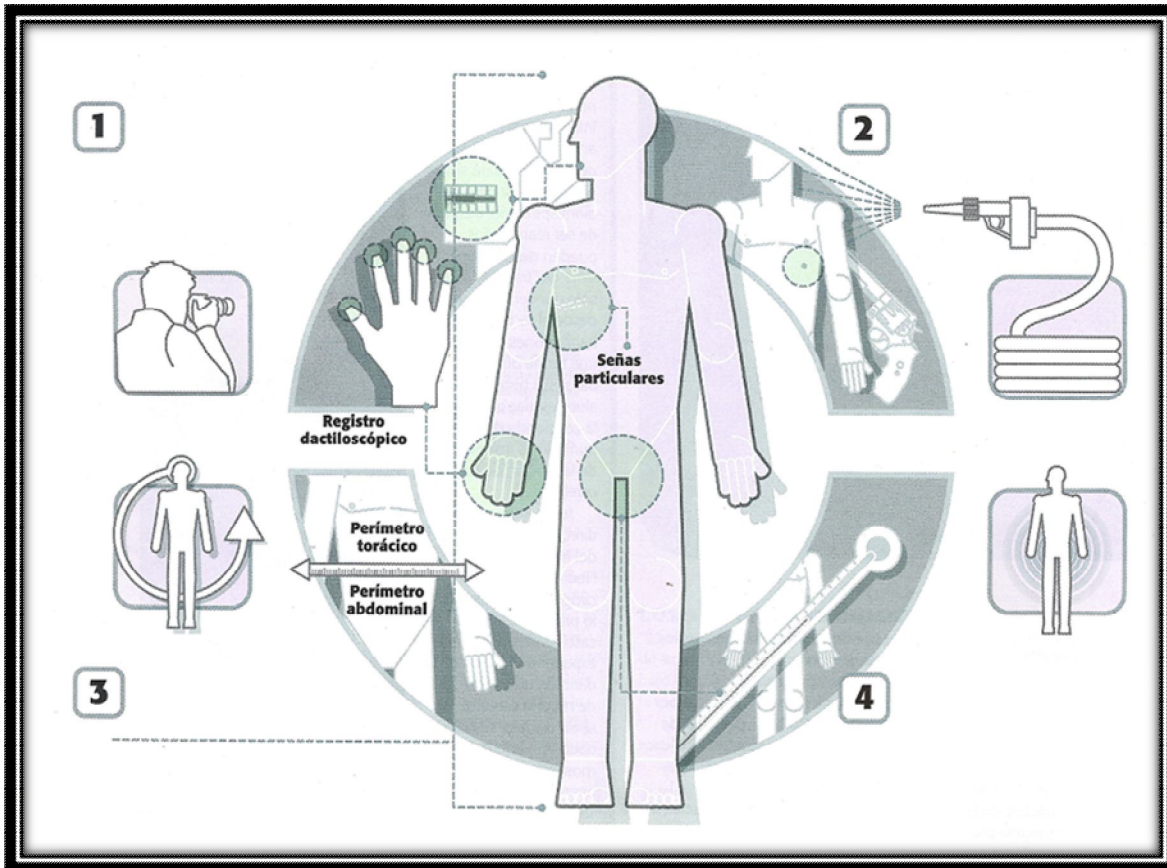


Figura 20. Identificación, examen externo del cadáver (Tomado y adaptado de [17])

**Signos relativos a la data de la muerte.-** Aun cuando el diagnóstico de la causa de muerte exige siempre la autopsia completa, con el examen interno de todas las cavidades, en ocasiones el examen externo proporciona valiosos indicios que se pueden agrupar en tres apartados: lesiones traumáticas, otros signos de origen no natural y signos externos de procesos patológicos espontáneos [24].

- Lesiones traumáticas.- Su cuidadosa descripción permitirá, además del diagnóstico de la causa de la muerte, la resolución de diversos problemas médico-legales de interés, como son: posición de la víctima en el momento de producirse la muerte, diferenciación entre suicidio, homicidio y accidente, instrumento causante de la violencia, etc. Se debe hacer constar en el informe:
  - Naturaleza de las lesiones (contusión, escara, surco, etc.)
  - Número de éstas



- Región en la que se localiza cada una de ellas
- Medida exacta de distancias a puntos fijos (relieves óseos, inserciones de órganos superficiales, orificios naturales)
- Forma de la lesión
- Dimensiones.- Éstas no se darán nunca aproximadas sino exactas, indicando la dimensión máxima y la mínima, cuando se trate de formas irregulares
- Dirección de la lesión cutánea, es decir, la correspondiente en la superficie al eje mayor de aquella. Se indica siempre suponiendo en el cadáver la posición anatómica normal, con las palmas de la mano dirigidas hacia delante. Con relación a los habituales términos <<hacia dentro>> y <<hacia fuera>>, debe hacerse constar si se refiere al eje del cuerpo o al eje del órgano
- Caracteres de los alrededores de la lesión.- Bordes (lisos, regulares), periferia (tatuaje, quemadura, equimosis, cauterizaciones) y los líquidos que existan (sangre, pus, exudados)
- Por último, si la herida se continúa en profundidad, debe disecarse la región por planos para seguir su trayecto

De todas las lesiones deben quedar documentos gráficos en los que se habrán utilizado testigos métricos [24].

- ◆ Signos de origen no natural.- Aunque el origen definitivo deberá establecerse a la conclusión del examen, su presencia es orientadora:
  - Coloraciones anormales.- Entre ellas destaca la coloración de la piel en las intoxicaciones por monóxido de carbono, ácido cianhídrico o por productos metahemoglobinizantes. En las mucosas también pueden encontrarse otros signos como el ribete de Burton en las intoxicaciones por plomo
  - Olores.- El más característico es el olor a almendras amargas de las intoxicaciones por ácido cianhídrico, aunque pueden aparecer otros olores como en las intoxicaciones por benzol



➡ Procesos patológicos espontáneos: Su descripción hará más comprensibles las lesiones internas: Los signos externos de estos procesos mas frecuentes en la práctica, son:

- Coloraciones anormales como lo son la ictericia o melanodermia
- Desnutrición
- Edemas
- Varices y úlceras varicosas
- Úlceras de decúbito
- Procesos sépticos locales

**Signos relativos al medio en que haya permanecido el cadáver.-** Cuando el cadáver ha permanecido al aire libre, no suele haber datos significativos, en otros casos, los procesos de momificación y saponificación pueden proporcionar información. Lo mismo puede decirse en los casos de sepultamiento, en los que el medio sepultante (harina, yeso, carbón) puede encontrarse sobre el cadáver [24].

**Signos relativos a las circunstancias de los hechos.-** A continuación se mencionan algunos de estos signos [24]:

- ➡ Estado de los orificios naturales del cuerpo, sobre todo boca, ano y vulva
- ➡ Existencia de señales características de maniobras de inmovilización
- ➡ Estado del cabello y cuero cabelludo, con especial atención a los arrancamientos traumáticos

### Apertura y estudio de cavidades

Para realizar el examen interno del cadáver, Dorantes (2010) muestra un esquema (Figura 19) para indicar la apertura y estudio de cavidades las cuales se describen a continuación.

#### ➡ Cráneo

- Se realiza un corte coronal que va por atrás de los pabellones auriculares de las apófisis mastoides, por la coronilla, de lado a lado



- Se hacen dos colgajos de piel, anterior y posterior, hasta los rebordes orbitarios
- Se cierra el cráneo en forma circular y se retira, como una tapa
- Se separa el encéfalo, se pesa y se hacen dos cortes ventriculares, en busca de infecciones, lesiones, edemas, hemorragias

### ➡ Cuello, tórax y abdomen

- Regularmente se hace un corte del mentón al pubis; este corte también puede ser en forma de T, de las clavículas al centro y hacia abajo; o en forma de V, de las clavículas al esternón y hacia el pubis (para que no se vea el corte en el cuello), o incluso en forma de U, partiendo de las axilas, lo cual es todavía menos visible (1)
- Se extraen las estructuras blandas y óseas del cuello para ser revisadas macroscópicamente (2)
- Se retira la parrilla esternocostal -se cierra a nivel de los cartílagos costales para tener acceso a las vísceras (3)
- Se recomienda examinar los órganos primero *in situ*, y después disecarlos, pesarlos y revisarlos por separado (corazón, pulmones, hígado, bazo, riñones) (4)
- En cadáveres de sexo femenino se recomienda no pasar por alto la revisión de mucosa gástrica, vesícula, páncreas, asas intestinales, colon, estructuras de la pelvis, y genitales internos (5)
- Se toman muestras de líquidos corporales (sangre, orina, contenido gástrico, humor vítreo, fragmentos de órganos y tejidos) para estudios histológicos y quimicotóxicológicos (6)

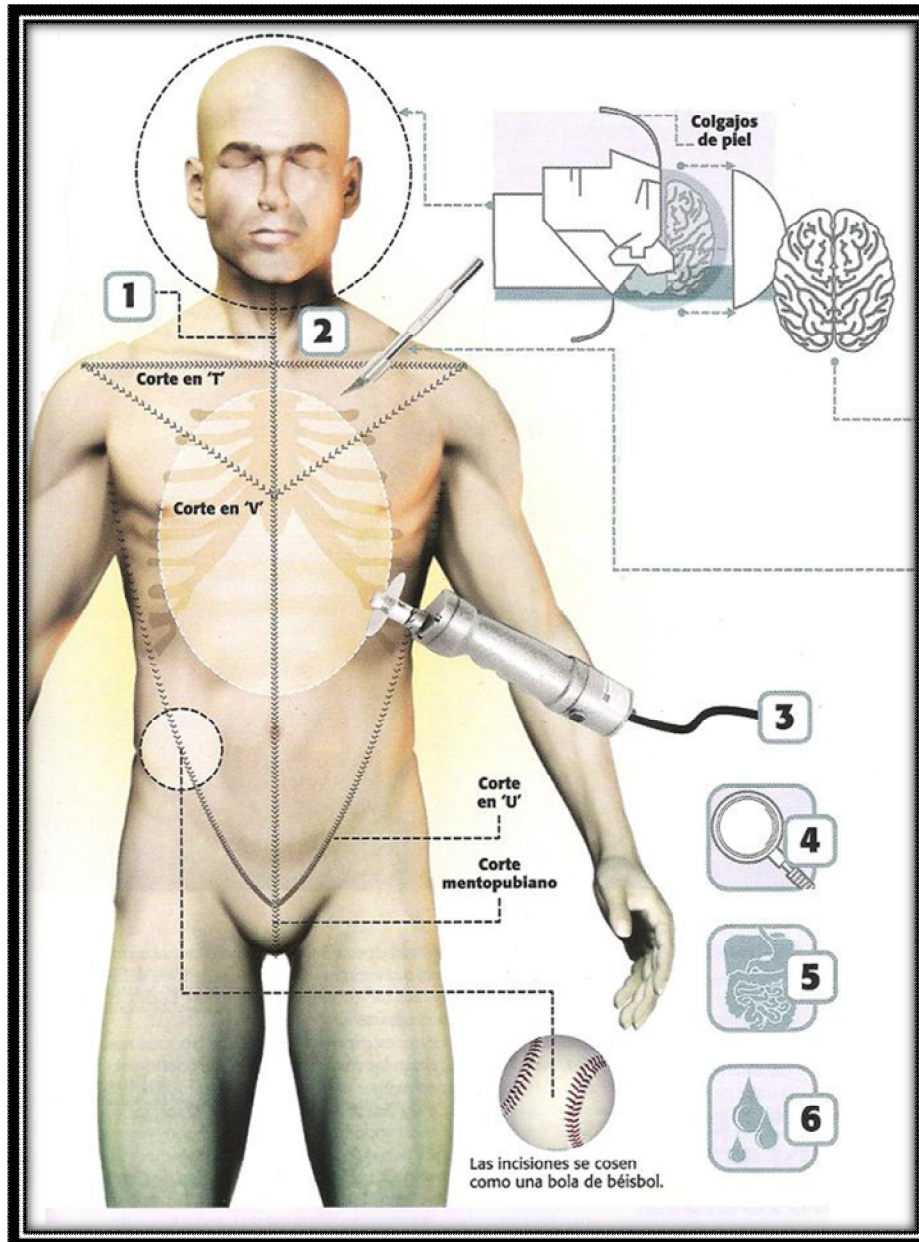


Figura 21. Apertura y estudio de cavidades, examen interno del cadáver (Tomado y adaptado de [17])



### Clasificación de las armas de fuego

- Armas de fuego cortas: Son las que intervienen con mayor frecuencia en los asuntos criminales. Entre ellas figuran pistolas ordinarias, revólveres, pistolas automáticas y pistolas ametralladoras
- Armas de fuego largas: Se utilizan para la caza y con fines de guerra. Entre ellas figuran: escopetas, fusiles, carabinas, fusiles ametralladores, subfusiles y metralletas

Otro criterio de clasificación es según la carga que disparan [24]:

- Armas de proyectiles múltiples
- Armas de proyectil único

En el primer grupo se incluyen las escopetas y algunas de guerra. Los proyectiles que disparan estas armas se denominan, según su naturaleza, metralla, postas o perdigones. Al segundo grupo, más numeroso, pertenecen el resto de las armas de fuego que en cada disparo lanzan un solo proyectil o bala.

Un tercer criterio de clasificación es según la constitución de las armas. Las armas de fuego que intervienen en los peritajes médico-legales pueden diferenciarse por su constitución en:

- Armas típicas: Se engloban bajo esta denominación todas las armas comerciales fabricadas en serie por las distintas marcas
- Armas atípicas: Son armas irregulares e improvisadas, que resisten a toda descripción. Algunas ocasiones se fabrican caseramente con tallos huecos o con llaves grandes y otras veces se trata de viejos mecanismos, a menudo transformados o arreglados. Su carga es muy irregular y, a menudo, de efectos brutales. Tienen un gran valor diagnóstico, pues son casi exclusivas del suicidio

Una cuarta clasificación se basa en el tamaño del arma de fuego. Existen cinco tipos de armas pequeñas [41]:



- Armas cortas
- Rifles
- Escopetas
- Metralletas
- Ametralladoras

Todas estas armas, excepto las escopetas, tienen estrías en ánima. La estriación, como ya se mencionó anteriormente, consiste en una serie de surcos espirales, paralelos, dispuestos a lo largo de la longitud del ánima. La parte de metal que queda entre las estrías se denomina cresta.

El número de estrías puede variar entre 2 y 20, en sentido horario (derecha) o anti horario (izquierda); prácticamente todas las armas cortas tienen 5 ó 6 estrías con el giro en sentido horario; en el colt giran hacia la izquierda. En el caso de los fusiles la mayoría de ellos tienen el giro hacia la derecha y el número de surcos varía entre 4 y 6. Las armas de calibre 22 tienen el giro a la derecha con 4, 5 ó 6 surcos.

Las estriaciones provocan un movimiento rotacional del proyectil a medida que se desplaza por el cañón. El giro estabiliza su trayecto evitando que se aparte de su trayectoria [41]. Como se mencionó anteriormente, las armas cortas pueden dividirse en dos grupos:

- Revólveres.- La munición se mantiene en un cilindro o tambor que gira cuando se aprieta el gatillo
- Pistolas semiautomáticas ó automáticas.- La munición se almacena en un cargador; el primer disparo tiene que ser cargado manualmente en la recámara

Los fusiles y escopetas están diseñados para que el disparo se realice desde el hombro; en el caso de las escopetas, éstas difieren de los fusiles en que su ánima es lisa [41].

- Una escopeta está diseñada para disparar múltiples proyectiles, mientras que el fusil lo está para disparar un único proyectil





- Un fusil de asalto es un arma de carga automática, capaz de realizar fuego continuo, tiene gran capacidad de carga (20 proyectiles o más) y tiene un cargador para la munición con capacidad intermedia entre el de un fusil estándar y el de una pistola
- Un subfusil es un arma capaz de realizar fuego automático con el compartimento adecuado para la munición de una pistola
- Una ametralladora dispara munición de fusil y es capaz de realizar fuego automático

### Prueba de Walker

Considerando que la prueba de Walker es una de las más empleadas en la actualidad, a continuación se menciona la metodología básica [71] para la determinación de un disparo por arma de fuego.

Reactivos: Se deben de preparar las siguientes soluciones en agua desionizada, solución saturada de tiosulfato de sodio, ácido sulfanílico al 0.5%,  $\alpha$ -naftilamina 0.5% en metanol y ácido acético al 25%.

Esta prueba comienza con la desensibilización de papel fotográfico con una mezcla de ácido sulfanílico y  $\alpha$ -naftilamina. El papel fotográfico no debe ser muy sensible a la luz pero debe ser reactivo a la presencia de nitritos. Posteriormente en este papel se coloca la huella del disparo proveniente de la prenda, y se marca con un lápiz, el papel se coloca boca abajo en el centro del papel fotográfico tratado.

Después se coloca un lienzo humedecido con ácido acético y enzima de éste dos lienzos limpios y secos, se plancha durante 5 minutos a la temperatura máxima. Los vapores de ácido acético penetran en el papel fotográfico. Se retiran cuidadosamente los materiales puestos sobre el papel fotográfico, y si se observan puntos de color rojizo o rosado la prueba se considera positiva, si no existe un cambio de color en 30 segundos la prueba se considera negativa.

En la prueba de Walker la reacción en la que se basa el cambio de coloración es la siguiente:



Figura 22. Reacción química que se lleva a cabo en la prueba de Walker [71]

En la reacción anterior los nitritos reaccionan con ácido sulfanílico formando el ácido 4-diazobencenosulfónico, el cual se condensa con  $\alpha$ -naftilamina formando la coloración rojo violeta.

### Prueba de rodizonato de sodio

Para realizar la prueba del rodizonato de sodio se necesitan los siguientes materiales y reactivos [44]:

- Fragmentos de tela blanca de algodón, lavada
- Portaobjetos de cristal
- Goteros limpios
- Guantes desechables
- Microscopio estereoscópico

Reactivos:

- Solución acuosa de HCl al 1%
- Solución buffer pH=2.79, constituida de: Bitartrato de sodio 1.9 g, Acido tartárico 1.5 g y Agua destilada c.b.p. 100 ml
- Solución acuosa reciente de rodizonato de sodio al 0.2%

Por lo general, el matraz con solución de rodizonato de sodio se envuelve en papel negro y se mantiene en refrigeración.

Método [44]:

Se debe tener presente en forma física a la persona que se supone disparó con arma de fuego.



## X. APÉNDICE C



- Se humedece un fragmento de tela blanca de algodón, lavada, con HCl al 1%
- El químico forense, con las manos enguantadas, sujeta un fragmento de tela y limpia para recoger los elementos de bario y plomo; primero la región superior dorsal de la mano derecha del individuo, con movimientos únicos de la muñeca hacia las puntas de los dedos
- Enseguida, con otro fragmento de tela humedecida de HCl al 1%, realiza el mismo procedimiento sobre la región palmar superior de la misma mano
- A continuación, se colocan los fragmentos utilizados para la limpieza de la mano derecha sobre dos portaobjetos de cristal limpios y se individualiza el de la región dorsal y el de la región palmar, y se identifica con alguna marca
- Se toma un tercer fragmento de tela humedecida de ácido clorhídrico al 1%, y se procede, a limpiar con movimientos únicos de la muñeca hacia las puntas de los dedos, la región dorsal superior de la mano izquierda del individuo, y con un cuarto fragmento de tela, también humedecida con HCl al 1%, se limpia de la misma manera la región palmar superior de la misma mano
- Se colocan los fragmentos de tela utilizados para la limpieza de la mano izquierda sobre dos portaobjetos de cristal limpios, se individualiza el de la región dorsal, el de la región palmar y se identifica con alguna marca
- Sobre la superficie de cada fragmento depositado sobre los portaobjetos de cristal, se aplica, con un gotero, dos gotas de solución buffer pH = 2.79 para darles base
- A continuación con otro gotero a cada fragmento de tela se le aplican dos gotas de la solución acuosa reciente de rodizonato de sodio al 0.2%
- Por último debe estarse atento a los resultados, tras un lapso de dos a tres minutos máximo y de inmediato se observa en el estereoscopio las telas para reconocer la presencia o ausencia de macropartículas de bario y/o plomo, hasta que desaparezca la coloración clásica amarilla del rodizonato de sodio

Interpretación de resultados:

- Si se observa una coloración rosa en cualquiera de los fragmentos de tela bajo tratamiento químico, la prueba es *positiva* para bario



- Si se observa una coloración rojo escarlata en cualquiera de los fragmentos de tela tratados en forma química, la prueba es *positiva* para plomo
- Si se observa una mezcla de ambos colores en cualquiera de los fragmentos de tela sometidos a tratamiento químico la prueba es *positiva* para plomo y bario
- Si no se observa ninguna de las coloraciones indicadas en cualquiera de los fragmentos de tela tratados químicamente, la prueba es *negativa*

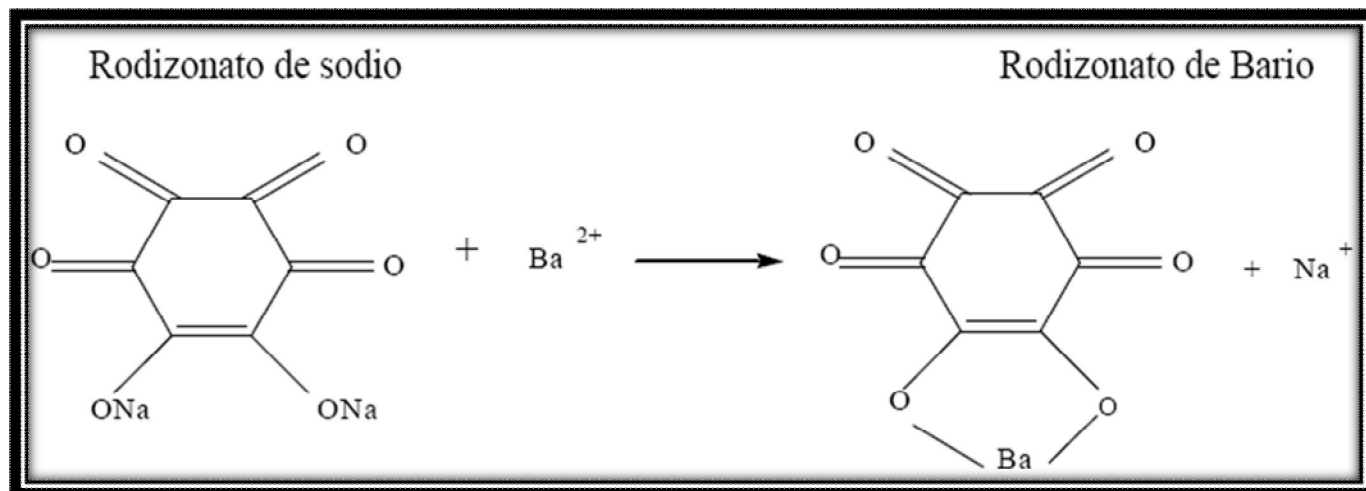


Figura 23. Reacción de la prueba del rodizonato de sodio [55]



### INCENDIOS Y EXPLOSIONES

En el lugar de los hechos las investigaciones criminalísticas consisten en la búsqueda de indicios como manchas, rastros, restos, huellas, residuos de productos químicos, etc. que permitan [5]:

- En el caso de los incendios localizar el foco inicial, determinar las causas de la combustión e identificar la naturaleza del combustible
- En las explosiones, reconstituir, a partir de los análisis de los fragmentos y las circunstancias, la naturaleza del aparato explosivo (dispositivo de detonación, carga y envoltorio eventual)

El experto llevará a cabo la preservación y observación del lugar del siniestro, donde realiza la revisión criminalística y técnica para localizar el foco del incendio o cráter de la explosión, fijando fotográfica y planimétricamente los indicios relacionados con la investigación, clasificándolos y embalándolos para enviarlos a su estudio y análisis.

Encuadramiento de sustancias y artefactos.- En el estudio de gabinete, el experto determina el tipo de sustancia problema con auxilio del análisis practicado en el laboratorio por el químico forense, siendo las más comunes la dinamita, el nitrato de amonio y la pólvora.

Puede utilizarse la termografía infrarroja para determinar el valor y la distribución de las temperaturas en la zona invadida por el fuego. Estos datos pueden resultar importantes cuando se trate de:

- Examinar la posibilidad de intervención de socorristas en la zona incendiada, así como indicarles las vías de acceso más seguras para llegar hasta las víctimas, los documentos importantes, los aparatos o instalaciones de los interruptores eléctricos, los puntos de llegada al agua, etc
- Tomar una decisión por lo que respecta a la extensión y genero de acción que se debe emprender en el lugar, hay que tratar de sofocar el fuego o bien evacuar las personas,



instalaciones y máquinas, o incluso abandonar sin demora el lugar amenazado de explosión o derrumbe

- Determinar el grado de ignición en el interior de muros insonorizados y aislados térmicamente por añadidura de poliuretano
- Determinar las temperaturas en la zona siniestrada, antes de dejar penetrar a los investigadores

En el lugar del siniestro hay que tener claro que es la zona del foco inicial donde se observan los destrozos más importantes.

El estudio se vuelve más delicado cuando los focos son múltiples es decir, con intercomunicación. En esta fase son imperativas las tomas de muestra de materiales carbonizados y restos diversos, que deben ser los más numerosos posibles. Estas muestras están destinadas a *posteriori* para ser analizadas en el laboratorio por el químico forense para buscar la presencia de una o varias sustancias que aceleren la combustión y prueben el origen del delito.

El principio de este examen consiste en buscar los rastros “no quemados” de un líquido inflamable por la técnica de la “zona de arranque” para los compuestos volátiles. Cuando un material estuvo en contacto con un acelerador de combustión, la atmósfera en equilibrio sobre un material (zona de arranque) encierra, a una temperatura determinada, los constituyentes ligeros. Por lo que respecta a los constituyentes pesados, estos deben ser tratados con un disolvente de extracción apropiado.

Una técnica actualmente empleada es la cromatografía en fase gaseosa acoplada a la espectrometría de masas, que es un método de análisis en el cual la técnica de separación precede a la técnica de análisis y donde la señal observada traduce la simultaneidad de dos parámetros independientes: el tiempo de retención y los iones observados característicos del compuesto estudiado, lo que suministra un espectro representativo de la molécula inicial. Este espectro, comparado con espectros de referencia, permite conocer la identidad del producto.



### **Examen de los fragmentos y esquirlas que se extraen del lugar**

Durante una explosión, algunos elementos del artefacto son proyectados a varias decenas de metros. A partir del cráter, conviene avanzar en círculos concéntricos para recuperar los fragmentos, restos, o esquirlas, ya sea de un mecanismo de combustión clásico (detonador, encendedor, cordel detonante), de un dispositivo de retardo, reloj u otros, o de un radiocomando.

### **Estudio de laboratorio**

El análisis realizado por el químico forense mediante diversos métodos para el estudio de las muestras en el laboratorio (métodos cromatográficos, espectrometría de masas, entre otros) permite en muchos casos, identificar los constituyentes de la carga explosiva y sus residuos. Sin embargo, la dificultad reside no tanto en el método analítico, si no en la extracción de los micro rastros de explosivos presentes en los restos y/o residuos de diversa naturaleza. La elección del disolvente de extracción es primordial para obtener resultados nítidos y claros. En ocasiones ocurre que el artefacto lleve inscripciones manuscritas, o huellas digitales, las cuales, deben ser objeto de una investigación profunda. La recopilación de los resultados derivados del análisis, características del cráter, naturaleza de los fragmentos extraídos, circunstancias de la explosión entre otros, permite una reconstrucción exacta del artefacto explosivo.

### Examen macroscópico de los documentos [53]

Se lleva a cabo, en primer lugar, una primera toma de contacto con los documentos, examinándose fundamentalmente en relación a su idoneidad para el fin de que han de ser objeto. Se realiza el examen en cuanto a su extensión, calidad y fiabilidad en lo que se refiere a la espontaneidad o sinceridad en el momento de su extensión. En los que se refiere a los indubitados, además, ha de procurarse la coetaneidad.

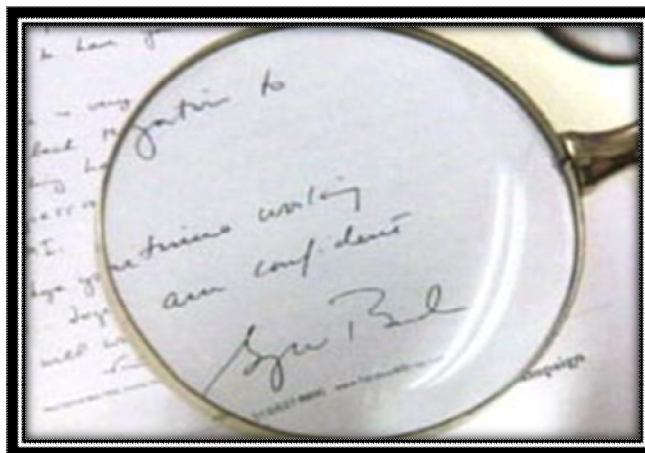


Figura 24. Estudio de documentos [106]

El manuscrito, en este sentido ha de ser:

- Original: Porque tanto la fotocopia como cualquier tipo de copia llevada a cabo por alguno de los modernos métodos de reproducción puede contener elementos que disimulan, distorsionan u ocultan características gráficas esenciales con respecto al original, y que pueden confundir al técnico más experimentado, al no poder hacer una valoración correcta de los mismos. De ahí que haya que ser muy exigente en la búsqueda y obtención del documento original para llevar a cabo un estudio lo más completo posible, sin embargo, en aquellos casos en que no existe documento original y se trate de una firma o escrito con la riqueza gráfica suficiente y que se contenga en una fotocopia de calidad aceptable en la que se puedan observar, cotejar, y valorar adecuadamente la mayor parte de los elementos gráficos, podrá llegarse a una conclusión sobre la común o dispar autoría, aunque afectada de las correspondientes





reservas, como consecuencia de las limitaciones que conlleva el tener que realizar los estudios sobre un documento no original

- ➡ Suficiente: En cuanto a su extensión para que pueda comprobarse la existencia y persistencia de características gráficas individualizadoras. En relación al documento dubitado, se tienen que adaptar los estudios a la muestra de escritura o firma que este dada por el mismo; lo que en ocasiones supone un límite a la realización de la pericia en aquellos casos en que la firma o escrito, además de ser breve, no incorpore los suficientes elementos para determinar las características gráficas del autor. Sin embargo respecto del material indubitado, se debe ser exigente para que sea lo más extenso posible, sin que exista una norma fija en cuanto a la cantidad de escritura de la que se debe disponer, escritura que preferentemente deberá estar realizada sin fines de cotejo, pero en caso de no ser posible habrá que recurrir a la formación de un cuerpo de escritura que deberá tener una extensión mínima de tres folios, en los que deberán aparecer la totalidad de las expresiones dubitativas intercaladas en un texto que se confeccionara al efecto, que se dictara en momentos escriturales distintos y a velocidades diferentes. En el supuesto de que el elemento dubitado sea una firma, las indubitadas del cuerpo de escritura deberán aparecer en un número aproximado de quince e intercaladas cada una de ellas entre párrafos cortos, con el fin de que puedan aparecer las variables gráficas normales que incorporan los escritos y formas espontáneas, y así poder determinar tanto el grafocinetismo como las equivalencias gráficas propios de esa personalidad escritural
- ➡ Fiable. Tanto en lo que se refiere a la procedencia cierta de autor, como a la sinceridad y espontaneidad del manuscrito; ya que la artificiosidad con la que suelen realizarse las letras de determinados escritos, como pueden ser los anónimos, podrá llevar a la imposibilidad técnicas de establecer sus constantes gráficas y, en consecuencia, impedir la realización de cualquier estudio de cotejo
- ➡ Coetáneo. El incuestionado ha de ser de la época del auténtico o ligeramente anterior a la data, ya que hay edades de las personas en las que el lapsus de tiempo influye de modo sustancial en la ejecución de ciertas grafías, con gran variabilidad entre dos fechas.



Para la determinación de la idoneidad tanto del documento dubitado como del indubitado en relación a la sinceridad y espontaneidad, se deben conocer algunos signos de este tipo de escrituras. Para determinar la sinceridad de la escritura debe tenerse en cuenta la rapidez de redacción la cual es evidenciada por la presencia de:

- Arpones iniciales
- Gancho superfluo al final del poligrama orientado hasta el principio de la letra siguiente
- Grafías de contorno limpio
- Desplazamiento de las barras de las <<t, t>> a la derecha, etc

No hay que olvidar, que los escritos lentos también pueden ser sinceros; para averiguarlo, habrá que analizar y contrastar las verdaderas características escriturales del autor, su dominio y calidad escriturales, etc. así como la homogeneidad de la grafía en toda la longitud del texto.

Por el contrario, las alternativas entre la firmeza del pulso en ciertas palabras, lentitud y torpeza en otras, lo bastante próximo a las primeras, puede ser un elemento ciertamente sospechoso, que requiere, al menos, un estudio cuidadoso.

Dice Gayet [50] << El falsificador pone su esfuerzo al principio de la inscripción, pero no tarda en prestar menos atención, y vuelve más o menos inconscientemente, a su escritura primitiva, más rápida y más fácil. En cuanto advierte su descuido momentáneo, vuelve a aplicarse con empeño. De este modo se producen alternativas entre rasgos laboriosos y sencillos>>.

Continuidad en los rasgos.- En su doble aspecto, de realización de las letras y de permanencia de las características gráficas propias de cada persona. La continuidad de dichos caracteres o constantes gráficas en un escrito supone un índice complementario de sinceridad de gran valor, ya que en su conjunto son imposibles de disimular para su autor e inimitables para el falsario; baste recordar en este sentido el principio de Saudek [50].



*<< Nadie es capaz de fingir al mismo tiempo estos cinco elementos del grafismo: riqueza y variedad de formas, dimensión, enlaces, inclinación y presión >>*

Ausencia de retoques.- La aparición del retoque puede tener su origen, por un lado, en una actitud intencionada, que se produce en el proceso de imitación de una firma para conseguir mayor parecido entre el producto de la falsificación y la firma imitada y, por otro, en una actuación inconsciente, que aparece repetido en los escritos de personas que padecen determinadas enfermedades de tipo nervioso.

Ausencia de temblores.- Pueden existir temblores naturales, producidos por edad o enfermedad. Generalmente se produce en algunos rasgos o <<gestos>> más difíciles de ejecutar (cambios de dirección, regresivos, etc.).

Dice Gayet << El temblor senil se advierte sobre todo en los rasgos iniciales y disminuye cuando el anciano ha podido afirmar su pluma sobre el papel. Es homogéneo y se encuentra en todo el escrito, aumentando incluso por efecto de la fatiga>>.

De una manera general, se puede afirmar que una escritura rápida, fácil, muy ligada y que tenga, además, mucha personalidad en el dibujo de las letras, es mucho más difícil de imitar que una escritura de dibujo estudiado, lenta, torpe, y con frecuentes interrupciones. Además, las dificultades del falsificador aumentan en proporción a la longitud de su obra.

### **Examen óptico e instrumental [50]**

Tras la primera toma de contacto que tenía por objeto únicamente la determinación de la adecuación de los documentos al objeto del informe, es en este momento en el que se han de someter, por separado, a un examen en profundidad y pormenorizado de sus características gráficas externas e internas.

Para ello, el documento dubitado ha de ser examinado bajo la luz ultravioleta y/o infrarroja con la finalidad de determinar la existencia de residuos de tratamiento con productos químicos que denoten alteración, supresión o adición fraudulentas, también se debe de



examinar con los instrumentos ópticos de que se disponga entre los que no debe faltar un microscopio o lupa binocular y lupas manuales de diferentes aumentos bajo luz a diversos grados de incidencia. Con estos instrumentos se pueden obtener datos relativos a aquellos datos morfológicos observables, en general, con medios ópticos (presión, nitidez de trazos etc.). También el examen microscópico permitirá la observación de posibles irregularidades, como son: raspados, borrados, temblores, paradas, retoques, reenganches, surcos del papel, carbón o calco etc.

### **Análisis comparativo**

En esta fase se analizan, de forma pormenorizada, todas las características del grafismo, señaladas anteriormente: por un lado, toda la escritura considerada como una unidad, la forma de escribir en general de la persona, el examen de las << características morfológicas de conjunto >>; por otro, los << gestos-tipo >>, todas aquellas peculiaridades personalísimas identificadoras de la escritura de una persona, tanto en el documento dubitado como en el indubitado para realizar, acto seguido, el cotejo propiamente dicho entre unas y otras grafías, estableciéndose las analogías o diferencias que existan entre ellas. Sin embargo no debemos olvidar que antes de realizar el cotejo entre el material cuestionado y el incuestionado, se debe comparar entre si el escrito o escritos dubitados, con el fin de determinar la existencia de una o más personalidades escriturales. Esta fase del proceso es fundamental en la formación del criterio que de forma abreviada se expondrá en la conclusión, por lo que todos los estudios y cotejos deberán hacerse de forma rigurosa y con la mayor objetividad posible [53].

En el trabajo grafoscópico se recomienda utilizar lupas de diverso aumento y no necesariamente aquellas de grandes aumentos sean las que convienen, puede suceder que por su deficiente calidad distorsionen la imagen y, además, las lupas de gran aumento que sean de calidad suelen ser costosas. Conviene, al utilizar las lupas, contar con iluminación suficiente; algunas cuentan con iluminación anular propia que facilitan la labor de observación.



## X. APÉNDICE E



En ocasiones se requiere luz indirecta o lateral que permite constatar los surcos de la grafía en el papel cuando se escribe con presión muscular fuerte o acentuada, observar al reverso del papel y destacar la existencia de los surcos, situación que puede poner de relieve la falsificación por calco. La lupa ayuda a la observación detallada, y con la lupa apropiada y la iluminación suficiente, que puede bastar la luz del día, se pueden detectar algunas características de la grafía como son: las acumulaciones de tinta en las retenciones, en las enmiendas, en los retoques, en las adiciones, borrados y raspaduras, en los temblores, etc. Así pues es prudente contar con un gabinete que estará provisto generalmente de lupas manuales y de apoyo, de dos a cuatro aumentos, que serán los elementos mas frecuentemente usados, y de una lupa pequeña de mayor aumento.

El empleo del microscopio estereoscópico permite estudiar problemas grafoscópicos relacionados con los surcos que la presión muscular imprime en el papel o soporte gráfico; con el problema del entrecruzamiento de trazos de escritura para establecer cual trazo esta superpuesto a otro, etc.

Sin embargo, conviene hacer énfasis que a veces son innecesarias grandes amplificaciones de la escritura o firma, o parte de ellas, pues con lo excesivo del aumento se corre el riesgo de perder detalles, así pues, en estos casos “a mayor aumento, menor ángulo de cobertura y viceversa”

El autor mexicano Orellana Ruíz (2008) señala la conveniencia del empleo del microscopio al estudiar escritura impresa con bolígrafo, tanto en los surcos que quedan impresos en el papel, como el color de la tinta. Otro tipo de microscopio utilizado en balística y dactiloscopia, que también ha encontrado campo en la grafoscopia, es el microscopio de comparación que permite la confrontación tangencial o bien la yuxtaposición de escritura cuestionada e indubitable, en forma simultánea.

En el peritaje documentológico las radiaciones ultravioleta constituyen ayuda importante en el estudio de papeles y tintas, y en la verificación de la integridad material de los escritos o bien en la lectura de escrituras secretas.



## X. APÉNDICE E



En la alteración o supresión de textos manuscritos o impresos con máquina o impresoras, se analizan mediante el procedimiento de *lavado* o utilizando sustancias químicas que se venden en el mercado para colocarlos sobre texto y que comúnmente se les denomina “correctores” y que son generalmente de un color blanco, estos tipos de procedimientos que pueden emplearse para falsificar documentos pueden detectarse por medio del empleo de rayos ultravioleta.

En el caso del *lavado* la sustancia empleada actúa sobre la grafía impresa con tinta y sobre la zona de papel en que la grafía se ubica, y la acción corrosiva de la sustancia al ser aplicada transforma la celulosa del papel en oxixelulosa, y la luz fluorescente al ser aplicada en esa zona por el fenómeno de la fluorescencia pone en evidencia la existencia de la alteración por lavado químico; y eso mismo sucede al detectar la sustancias químicas de los “correctores”, e inclusive, a veces, es posible constatar el texto de la escritura original al que generalmente se le sobrepone el texto oculto por el corrector.

Muchas veces el empleo de este tipo de procedimientos es únicamente para “corregir” errores mecanográficos o de redacción sin intención de una falsificación ideológica del documento. El químico forense podrá aportar como prueba de la existencia de alteraciones en el documento cuestionado y puesto en evidencia por el empleo de luz ultravioleta, utilizando película especial para tomar fotografías.

Los rayos infrarrojos permiten llevar a cabo el estudio de manuscritos y establecer su existencia, por ejemplo, de dos tintas diferentes o de que trazo de tinta esta sobrepuesto a otro; sin embargo, debe tenerse presente la posibilidad que en unos trazos se haya depositado mas tinta al escribir, al variar la presión muscular, en retoques o retenciones.

El método depende de la intensidad con que los diferentes colorantes y otras materias reflejan los rayos infrarrojos. Así un documento alterado que tenga dos tintas diferentes dará un cuadro en el que una tinta se verá más pálida que otra, debida a la susodicha diferencia en la intensidad del reflejo. En la luz ultravioleta y en la luz infrarroja se pueden emplear películas de cada tipo para obtener fotografía del documento examinado.



## X. APÉNDICE E



Si se realiza el examen de un documento con sustancias químicas, se requiere la autorización del juez; para tal efecto deben sacarse dos pequeños fragmentos de papel de 1 ó 2 cm, de cada porción de escrito a estudiar. El químico forense corta una muestra de papel en que aparezca el trazo de tinta para buscar la difusión de cloruros y otra para la de sulfatos. Se insiste en que los tratamientos químicos casi nunca tienen aplicación en el peritaje forense por su carácter destructivo.

Las técnicas cromatográficas conllevan un alto grado de importancia en documentología, especialmente por la agresión que sufre el documento mediante su empleo, ya que pequeñas cantidades de muestra al ser analizadas arrojan resultados altamente satisfactorios. Ello facilita la no destrucción o alteración de alguna pieza única motivo de cuestionamientos.

Este método puede resolver supuestos de adulteraciones o modificaciones de documentos debidos a textos agregados, añadiduras, correcciones, etc. de índole manuscrita, debidas a tintas diferentes empleadas en el texto. La modificación no necesariamente será fraudulenta, pues para ellos cada caso deberá examinarse en su contexto.

La cromatografía puede ser empleada con otras técnicas, en relación al problema de la determinación de “edad de tintas” donde además de esta técnica se pueden emplear electroforesis, rayos ultravioleta, espectrometría de masas, resonancia magnética nuclear y de rayos infrarrojos, que generalmente están fuera del alcance del laboratorio de grafoscopia por lo costoso de estos aparatos y por su manejo muy especializado.

La cromatografía en una explicación muy esquemática consiste según el método particular, en colocar una muestra de la tinta del manuscrito (pequeño pedazo de papel) en la base de un papel filtro aplicándole una solución química y por un proceso lento de difusión en el papel se va coloreando una franja o barra de abajo (de la base) hacia arriba en bandas coloreadas (según los componentes químicos de la tinta). Así, si las franjas presentan uniformes barras coloreadas se puede afirmar que la tinta de las muestras corresponda a una misma tinta; en caso contrario que pertenecen a dos clases distintas de tinta.



## X. APÉNDICE E



Estos estudios requieren del químico forense que opere este tipo de técnicas químicas, de ahí que el grafóscopo acuda a este tipo de personal profesional para despejar las cuestiones inherentes al problema.





### DACTILOSCOPIA

Los tipos fundamentales de la dactiloscopia son cuatro, y se describen de la siguiente manera: arco, presilla interna, presilla externa y verticilo (Tabla 3).

<b>Arco</b>	Letra A para los pulgares	Cifra No. 1 para los demás dedos
<b>Presilla interna</b>	Letra I para los pulgares	Cifra No. 2 para los demás dedos
<b>Presilla externa</b>	Letra E para los pulgares	Cifra No. 3 para los demás dedos
<b>Verticilio</b>	Letra V para los pulgares	Cifra No. 4 para los demás dedos

Tabla 3. Sistema Vucetich

El sistema dactiloscópico Vucetich, se compone de 1,024 series, divididas de la siguiente forma:

- 256 series para la A (arcos)
- 256 series para la I (presillas internas)
- 256 series para la E (presillas externas)
- 256 series para la V (verticilo)

Cada serie de arcos, presillas internas y externas, así como de verticilos se combina con 1,024 secciones, obteniéndose así un dato de 1,048,576 combinaciones absolutamente diferentes.

### Sistema Henry

Este sistema dactiloscópico perfeccionó el sistema Galton y dividió los dibujos dactilares, arcos, presillas y verticilos en ocho tipos principales que son:

- Arcos simples (plain arches)
- Arcos tendidos (tended arches)
- Lazos o presillas de bolsillo central (central pocket loops)
- Lazos o presillas de bolsillo lateral (lateral pocket loops)
- Lazos o presillas gemelos (twinned loops)



- Lazos o presillas radiales y lunares (radial and lunar loops)
- Espirales o verticilos (Whorls)
- Espirales o verticilos accidentales (accidentals)

Este sistema tiene como base clasificaciones y subclasificaciones compuestas de la siguiente manera:

- Clasificación primaria: se refiere a los verticilos
- Clasificación secundaria: se refiere a la clasificación de los dedos índices de ambas manos y de las presillas radial y lunar
- Clasificación subsecundaria: se refiere a los dedos índices y medios de ambas manos en casos especiales
- Clasificación final: se refiere a los auriculares y solamente cuando uno de ellos tiene presilla

### **Sistema Batley**

Se clasifica en tres puntos principales [1]:

- Primero.- La impresión debe de tener un área definida para su examen
- Segundo.- Se debe seleccionar como base de clasificación algún punto encontrado en las impresiones digitales no importando las imperfecciones de la impresión
- Tercero.- Debe de contarse con una colección de impresiones monodactilares, que pueda ser archivada por si mismas, además de las otras impresiones que pertenezcan a la misma colección del sujeto o cadáver que se pretende identificar

La crítica que se hace a este sistema dactiloscópico radica en que es demasiado incompleto por lo cual no resulta confiable para ser utilizado en la identificación de personas humanas vivas o en cadáveres [1].



### Sistema Bertillón

Las medidas corporales que se tomaban en cuenta para el estudio e individualización de personas en este sistema son las siguientes:

- Talla, busto y brazos
- Ancho de la cabeza
- Diámetro bizigamático
- Longitud de la cabeza
- Longitud del auricular izquierdo
- Longitud del codo
- Longitud del pie
- Longitud del dedo

El sistema antropométrico se basaba en cuatro principios: señalamiento antropométrico, señalamiento descriptivo, señalamiento de marcas particulares y fotografía.

La crítica que se hace a este sistema, se basa en la variabilidad de medidas de las tallas, diámetro, longitud que varían de acuerdo a la edad, constitución física e incluso raza a la que pertenecen los individuos, sobre los cuales se aplica [1].

### Clasificación sistemas crestales

**Sistema basilar.-** Se encuentra en la parte inferior de cualquier impresión digital y esta formado por un conjunto de crestas papilares, las cuales hacen su recorrido de modo transversal e inclinadas en forma ligera de un extremo a otro del dibujo digital, y estas ascienden hacia la parte superior hasta aproximarse a los sistemas nuclear y marginal. Este sistema crestal, por estar ubicado en la base del dibujo, recibe el nombre de sistema basilar.

**Sistema nuclear.-** Se encuentra en la parte central de cualquier impresión digital. Este grupo crestal está ubicado entre los sistemas basilar y marginal, y presenta figuras de diversas clases y distintas a las de los otros sistemas debido a su formación general; estas pueden ser gazas, circunferenciales, espirales con recorrido a la derecha (dextrógiros) o espirales

con giro a la izquierda (sinistrógiros), ovoidales, sinuosos en forma de “s” o sinuosos en forma de “z” etc. Este sistema crestal, por encontrarse en el centro del dibujo, recibe el nombre de sistema nuclear.

**Sistema marginal.-** Ubicado en la parte superior de cualquier impresión digital y formado por un grupo de crestas papilares que en general comienzan en el extremo del dibujo y hacen su recorrido en forma paralela al sistema basilar, las cuales se apartan para elevarse hacia la parte superior; describen curvas muy acentuadas con convexidad superior y luego descienden hasta aproximarse al sistema basilar por el costado opuesto al de partida. Este sistema crestal por hallarse en la parte superior del dibujo, recibe el nombre de sistema marginal.

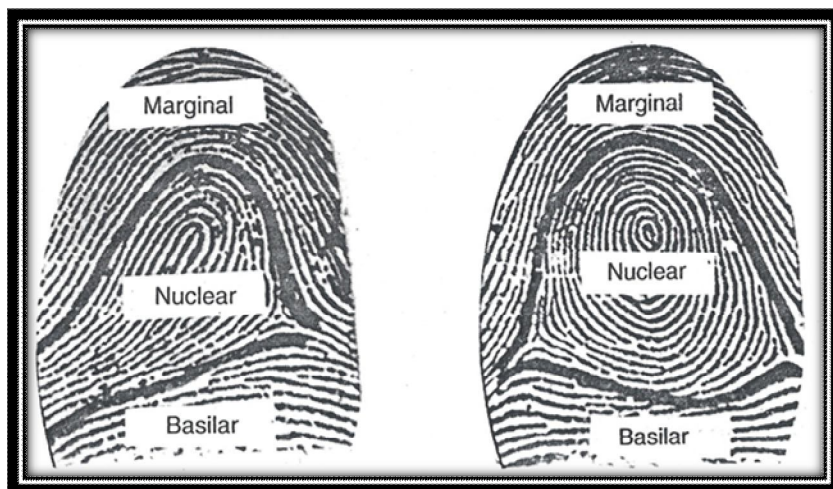


Figura 25. Sistemas crestales [61]

### Clasificación deltas

**Delta verdadero.-** El *delta verdadero* se determina cuando en el extremo del dibujo digital nacen las dos líneas directrices, basilar y marginal, y hacen su recorrido equidistante entre sí, y después se separan para seguir en forma paralela a la línea directriz nuclear; el triángulo formado por las líneas directrices se denomina delta verdadero, delta abierto total o delta por aproximación de tres líneas directrices.

**Delta cerrado externo.**-Se determina cuando en el extremo del dibujo dactilar nace una línea directriz y en su trayecto se divide en dos líneas directrices basilar y marginal para formar un ángulo agudo y estas continúan de manera paralela a la directriz nuclear; al triángulo formado por las líneas directrices se le denomina delta cerrado externo.



Figura 26. Deltas [61]

**Delta largo total.**- Se configura cuando en el extremo del dibujo digital empieza una cresta papilar y en su trayecto se divide en dos líneas directrices basilar y marginal para formar un ángulo recto u obtuso y estas siguen paralelas al sistema nuclear; el ángulo constituido por la división de las tres líneas directrices se denomina delta largo total, delta largo superior, etc.



Figura 27. Deltas [61]



Los deltas se encuentran formados por las tres líneas directrices en los extremos de las presillas: interna o externa, así como en ambos extremos de los verticilos, definiciones efectuadas por diferentes expertos en dactiloscopia, las cuales se exponen a continuación.

- Se llama *línea directriz* a la cresta papilar que limita cada uno de los tres sistemas crestales de las presillas internas, presillas externas, verticilos, etc
- Se denomina *delta hundido* al pequeño triángulo determinado por el hundimiento en la piel; el cual se encuentra ubicado normalmente en el extremo de la yema del dedo
- Se llama *delta saliente ó en trípode* al que está formado por la confluencia de tres ramas prominentes de la piel, el cual se halla situado normalmente en el costado de la yema del dedo
- Se llama *delta blanco* al espacio triangular formado por las tres
- crestas directrices: basilar, nuclear y marginal, ubicado en el extremo de la yema del dedo, el cual aparece con el color blanco del papel o cartulina, después de haber realizado la impresión de éste
- Se denomina *delta negro* al trípode o estrella formado por la confluencia de las tres crestas directrices: basilar, nuclear y marginal, ubicado en el extremo de la yema del dedo, el cual aparece con el color de la tinta después de haber efectuado la impresión de éste

### Anomalías de los dactilogramas

Debido a una probable mala operación del químico forense con el uso convencional del rodillo de goma y de la plancha tintero (equipos), al tomar e imprimir las huellas dactilares, se pueden presentar los siguientes casos que con la práctica van mejorando [44].

- Empastados.- Las crestas y los surcos interpapilares se empastan por exceso de tinta en el rodillo y en el cristal
- Ilegibles.- Por que en el momento de imprimir el pulpejo del dedo se provoca corrimiento a cualquier lado, por lo que no se dibuja con claridad la figura, o por falta de tinta en cantidad adecuada en el cristal



- ➡ Incompletas.- Por que en el entintado del pulpejo del dedo no se cubren todas las regiones en su anchura y altura
- ➡ Manchas blancas.- Por la existencia de grasa, polvo, sudor, pintura seca etc, en los pulpejos de los dedos que al entintar las crestas no retiene el colorante. Para la que la operación resulte eficaz deben lavarse las manos con jabón antes de efectuar la operación de entintado
- ➡ Superposición de figuras.- Cuando por mala operación se toma dos o mas veces la misma huella dactilar y se utiliza el mismo casillero
- ➡ Tonalidades diferentes.- Cuando el entintado se hace con el rodillo en forma directa sobre el pulpejo del dedo

Estos defectos por mala operación también se pueden evitar con el uso de la almohadilla Easy print® para la toma de huellas dactilares, lo que controla el flujo de tinta y, por lo tanto en cualquier papel se logran impresiones claras, consistentes, con alta definición y además pueden registrarse con facilidad en sistema AFIS (sistema automatizado de identificación dactilar).

Así mismo para la toma de huellas palmares se utiliza el rodillo de tinta Easy print indicator® o el Porta Palm Print® que cubre toda la palma de la mano de la persona a tratar, e imprimen sobre cualquier papel figuras claras, definidas y de alto contraste, útiles para estudios comparativos convencionales o computarizados contra las huellas o fragmentos palmares recolectados en los escenarios y objetos estudiados [44].

### **Anomalías en las manos**

Las anomalías que pueden presentar las manos y los dedos son [44]:

- ➡ Anquilosis.- Se presenta y se observa cuando los dedos de las manos se encuentran sin movimiento, total o parcial, en las articulaciones, para tomar la ficha a las personas que sufren anquilosis, primero deben realizarse varias prácticas y seleccionar la mejor ficha decadactilar que se haya tomado. El experto debe anotar en el casillero correspondiente el dedo o los dedos anquilosados con la abreviatura ANQ



- ➡ Amputación.- Se presenta y se observa cuando la mano carece de alguno de los dedos o de la falangeta o tercera falange de los dedos. El experto anotara la abreviatura AMP en el casillero correspondiente al dedo o dedos amputados
- ➡ Ectrodactilia.- Se presenta y se observa cuando los dedos de una de las dos manos son rudimentarios por no haber logrado su desarrollo normal y aparecen como pequeños colgajos en forma de bolitas colgantes. El experto anotara en el o los casilleros correspondientes la abreviatura ECTRO
- ➡ Polidactilia.- Se presenta cuando la mano tiene más de cinco dedos. Se debe tomar la huella dactilar colocando el dedo extra a un lado del casillero correspondiente del dedo principal donde se encuentra adherido. El experto debe anotar la abreviatura POLI
- ➡ Sindactilia.- Se presenta y se observa cuando los dedos están unidos y forman uno solo, cada uno de ellos se imprimirá en el casillero correspondiente y se anotara la abreviatura SND

Es posible encontrar dos o mas anomalías en la misma mano y, en tal caso, se señala la abreviatura o nombre de las anomalías. Para estas anomalías de las manos o dedos debe crearse un archivo o sección especial en la base de datos dactiloscópicos [44].

### **Huellas latentes y su revelado**

Huella latente.- Genéricamente se entiende por huella como toda figura, señal o vestigio, producidos sobre una superficie, por contacto suave o violento con una región del cuerpo humano o con un objeto cualquiera, impregnados o no de sustancias colorantes.

Referente al término latente la palabra deriva del latín *latens* y su significado es oculto y escondido, es decir que no se manifiesta exteriormente.

Por lo tanto las huellas latentes son figuras invisibles que se producen al contacto con una superficie lisa o pulida por el sudor que emana por los poros sudoríparos de las papilas dactilares.





- Huella dactilar positiva.- Es la impresión artificial de la figura dactilar de alguno de los dedos de las manos sobre alguna superficie utilizando siempre alguna sustancia colorante. Las sustancias colorantes pueden ser tinta negra para huellas, grasa, sangre etc
- Huella dactilar negativa.- Es la impresión artificial de la figura dactilar del alguno de los dedos de las manos sobre materias blandas que registran su relieve. Los cuerpos o materias blandas pueden ser mastique fresco, plastilina, arcilla, masa, yeso fresco, pintura fresca, jabón suave, etc

Actualmente se cuenta con varios reactivos y procedimientos para revelar las huellas dactilares invisibles de acuerdo con el color y las características del objeto o soporte que las contenga. Los procedimientos convencionales y avanzados son [44]:

- Para superficies oscuras se usan carbonato de plomo, aluminio y oxido de zinc
- Para superficies claras se utilizan el negreo de humo y el grafito
- La sangre de drago se utiliza para superficies como porcelana, plata, cobre y latón
- Para objetos y estructuras con superficies lisas se utilizan los vapores de cianocrilato, aplicados con instrumentos portátiles o cámaras de vaporización
- Para superficies lisas de objetos o estructuras de diferentes colores se utilizan los polvos químicos magnéticos fluorescentes resaltándolos con luz ultravioleta o luz xenón
- Para los objetos y estructuras con superficies lisa se usa el rayo laser que propicia la fluorescencia de las secreciones dactilares en la oscuridad y se utilizan químicos para intensificar el efecto
- De igual modo para objetos diversos con superficie lisa se aplica la metalización en vacío con el uso de una cámara hiperbárica a alta temperatura y con filamentos de oro y zinc que reaccionan con el sudor y las grasas orgánicas de las huellas dactilares latentes



Juan Evangelista Purkinje [61], llamado por Locard “padre de la dactiloscopia” puso de relieve la importancia médico legal sobre los dibujos de las yemas de los dedos, y los divide en nueve tipos fundamentales:

- *Flexurce transversce* (arco normal). Estos tipos solo tienen el sistema basilar y sus crestas ascienden y forman arcos cada vez más acentuados hasta el vértice del dedo
- *Stria Centralis longitudinalis* (arco en tienda). Presentan los sistemas basilar y marginal sensiblemente marcados por existir una cresta que, apartándose de sus compañeras basilares, se levanta vertical hacia el centro, siguiéndola otra que se extienden hasta la periferia del dedo
- *Stria obliqua* (arco con delta falso). Presentan un núcleo rudimentario y un pseudodelta (delta falso) a la derecha o a la izquierda del observador, con inclinación más o menos oblicua
- *Sircus obliquos* (Presilla interna o externa). Estos tipos presentan núcleos con puntos característicos en las horquillas concéntricas
- *Amigdalus* (presilla interna o externa –ambigua-). Estos tipos presentan núcleos compuestos en forma de almendra
- *Spirula* (verticilo con núcleo espiral). Son dactilogramas cuyo núcleo se desarrolla en espiral
- *Ellipsis* (Verticilo con núcleo ovoidal). Están constituidos por elipses concéntricas
- *Circulus* (Verticilo con núcleo circunferencial). Son los que presentan núcleos en forma de circunferencia o circular
- *Vortex duplicatus* (Verticilo sinuoso). Presentan dos núcleos, uno ascendente y el otro descendente

### Fórmula dactiloscópica

La clasificación dactiloscópica de los tipos fundamentales: arco, presilla interna, presilla externa, verticilo, la fórmula dactiloscópica y la subclasificación se definen de la forma siguiente:



## X. APÉNDICE F



- Se denomina clasificación primaria a las letras mayúsculas: A, I, E y V para los dedos pulgares (iniciales de los tipos fundamentales arco, presilla interna, presilla externa y verticilo) y los números: 1, 2, 3 y 4 para los demás dedos de ambas manos, los cuales se designan sin orden a seguir a las impresiones digitales de la individual dactiloscópica de una persona
- Se llama *fórmula dactiloscópica* a la representación de la forma ordenada por letras y números a las diez impresiones dactilares de la individual dactiloscópica de una persona, como por ejemplo A-1111 A-1111. Para leer la fórmula dactiloscópica se nombra por separado a la letra mayúscula que representa la impresión digital correspondiente al dedo pulgar y a continuación se agrupan de dos en dos los números de la mano en la individual dactiloscópica por ejemplo A-11 (once) 11 (once) A-11 (once) 11 (once)
- Se denomina *línea delto-central* y también *línea galtoniana*, y se encuentra trazada por la parte inferior del cristal de la retícula de la lente dactiloscópica, la cual fue diseñada por el antropólogo Francis Galton
- Se denomina *subclasificación* a la segunda clasificación aplicada a los tipos fundamentales, arco, presilla interna, presilla externa, y verticilo que resulta de la cuenta de crestas papilares y se escriben en la parte inferior de la clasificación primaria en forma de números quebrados, por ejemplo 1111-1122
- Se denomina *subclasificación del trazo* a la segunda clasificación aplicada a los verticilos, la cual se representa como: *introdeltos* 1, que significa interior, *mesodeltos* 2, que indica medio y *extrodeltos* 3, que indica exterior. Esta subclasificación se escribe en la parte inferior de la clasificación primaria
- Se denomina *tipo pseudodelto* al dibujo digital que presenta un delta falso a la izquierda o la derecha del observador, el cual se determina por medio de la aplicación de la regla básica
- Se llama *tipo ambiguo* al dibujo no bien definido del todo y se determina por medio de la aplicación de la regla básica



### Alcaloides

Los alcaloides son un grupo de aminas biológicamente activas, sintetizados en su mayoría por las plantas para protegerse de los insectos y otros animales. A pesar de que algunos alcaloides se utilizan en medicina principalmente como sedantes, la mayor parte de los alcaloides son tóxicos y producen la muerte si se ingieren en grandes dosis. Los alcaloides consumidos en pequeñas dosis pueden producir efectos sobre el sistema nervioso central provocando sedación, euforia, alucinaciones. Las personas que buscan estos efectos suelen desarrollar adicción a los alcaloides, ya que con el consumo de estos se adquiere una dependencia física de los mismos lo cual es muy difícil de superar. La adicción a los alcaloides con frecuencia produce la muerte a corto, medio o largo plazo, dependiendo del grado de intoxicación [62].

Químicamente los alcaloides se definen como compuestos heterocíclicos que contienen nitrógeno en su estructura química. La mayoría de los alcaloides son insolubles o muy poco solubles en agua, pero se disuelven bien en el alcohol, éter, bencina y cloroformo [19].

El envenenamiento por alcaloides es poco frecuente, debido a que solo se conocen las propiedades venenosas de un número reducido de alcaloides y también porque no es fácil conseguir este tipo de sustancias. También es posible que los envenenamientos por alcaloides pasen inadvertidos por desconocimiento de los cuadros clínicos que producen. Los envenenamientos de esta clase se producen casi siempre entre individuos de una cierta cultura, capaces de conocer bien las propiedades de estas sustancias e incluso, de obtenerlas por si mismos. Por todo ello el interés toxicológico de los alcaloides queda centrado en unos cuantos alcaloides. Ejemplos de ellos son la cocaína, nicotina, morfina, y también alcaloides sintéticos como las anfetaminas [24].

**Cocaína.-** La cocaína junto con los opiáceos, son las drogas de abuso más consumidas, y su uso ilícito ha impulsado un considerable interés en el desarrollo de métodos para la detección de las mismas. El humor vítreo es una muestra de gran interés toxicológico, sobre todo en el ámbito forense porque, frecuentemente se dan casos en los que están ausentes en la orina y



la sangre (shock hemorrágico, traumatismo) o alteradas por fenómenos cadavéricos *postmortem* (descomposición) [58].

- Determinación de cocaína por espectrofotometría de luz infrarroja.- A la muestra se realiza una extracción clorofórmica alcalina esto se realiza tomando una pequeña cantidad de cloroformo, se evapora casi a sequedad y se aplica en forma de película en la tableta de KBr y se procede a leer la muestra en el equipo infrarrojo
- Análisis Químico para cocaína.- En un tubo de ensaye adicionar una pequeña cantidad de la muestra de interés y adicionar de 1 a 2 ml de la solución de Bouchardat la cual se encuentra compuesta por yoduro potásico, disuelto en agua, más yodo metálico. Si se observa un precipitado café indica la presencia de un alcaloide (precipitado complejo yodo-alcaloide)
- Tiocianato de cobalto.- En un tubo de ensaye adicionar una pequeña cantidad de la muestra de interés y adicionar de 0.5 a 1.0 ml de la solución de tiocianato de cobalto. Una coloración azul indica la presencia de cocaína [55].

La cocaína también se puede identificar por medio de su metabolito principal que es la benzoilecgonina en fluidos corporales como la orina y el suero, esto se realiza por medio de análisis inmunológicos y químicos.

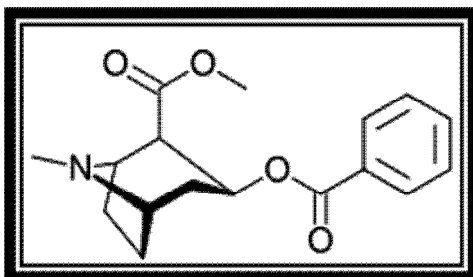


Figura 28. Estructura química de la cocaína [66]

### Depresores del sistema nervioso central

Los fármacos que tienen efecto tranquilizante o depresor del sistema nervioso central (SNC) se denominan sedantes o hipnóticos dependiendo del grado en que inhibe la transmisión de los impulsos nerviosos hacia el SNC [35].



## X. APÉNDICE H



Es importante mencionar que dentro de los depresores del SNC figuran drogas ilegales y un ejemplo representativo de estas drogas es la heroína.

La heroína o diacetylmorfina es un derivado sintético que constituye el principal opiáceo utilizado como droga de abuso. La heroína es un alcaloide liposoluble que tiene una alta afinidad por el SNC. Actúa mediante la estimulación de los receptores opioides cerebrales [6].

La heroína, al igual que la codeína, produce morfina en el metabolismo que es eliminada por la orina. La detección de morfina en una muestra de orina no permite establecer cuál ha sido el producto causante de la intoxicación/muerte. En estos casos habría que utilizar las concentraciones urinarias de droga libre y los metabolitos para poder diferenciar entre el consumo de morfina, heroína y codeína [24].

Químicamente se puede detectar heroína con la prueba de Marquis, constituida por una disolución que contiene formaldehído, ácido acético glacial y ácido sulfúrico concentrado. La presencia de un color morado a violeta, indica reacción positiva. Otra prueba química es la prueba de Mecke, esta es una disolución de ácido selénico ( $H_2SeO_4$ ), que da una coloración azul que indica presencia de morfina, codeína o heroína. Como respaldo de las dos pruebas químicas anteriormente descritas se tiene la prueba de ácido nítrico la cual da como resultado, color amarillo o verde claro lo cual indica presencia de heroína positiva [15].

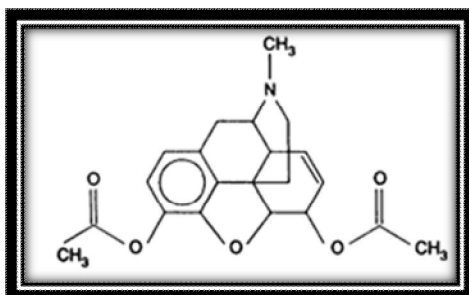


Figura 29. Estructura química de la heroína [74]



### Canabinoides

Los canabinoides son compuestos químicos que se encargan de activar receptores canabinoides en el organismo humano. Uno de los canabinoides más conocidos es el THC (tetrahidrocannabinol), ingrediente psicoactivo de la marihuana.

Para detección de cannabis se utiliza la prueba de Duquenois Levine la cual consta de un reactivo de una disolución de vainillina en acetaldehído con ácido clorhídrico concentrado y cloroformo. La prueba es positiva para cannabis cuando se obtiene una coloración violeta e la capa inferior del cloroformo [15].

**Marihuana.-** Es una droga de abuso la cual se extrae de la planta *Cannabis sativa*, originaria de las cordilleras del Himalaya, Asia. Además de la prueba de Duquenois para la detección de cannabis, se puede aplicar la prueba de p-dimetilaminobenzaldehído, los canabinoides (marihuana) reaccionan dando una coloración roja que cambia a violeta.

Al igual que con la cocaína la marihuana se puede detectar por medio de la orina realizando pruebas inmunológicas y químicas.

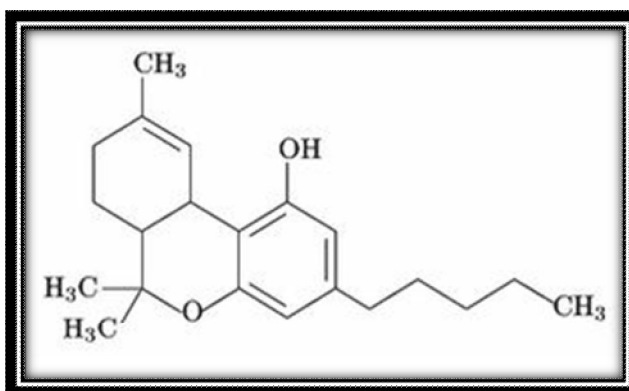


Figura 30. Estructura química del tetrahidrocannabinol [82]

### Alucinógenos

Los alucinógenos también conocidos como psicodélicos ó psicotomiméticos, pueden dividirse a grandes rasgos en dos grupos con base en su estructura química: las indolalquilaminas, como el LSD, y las fenialquilaminas como la mescalina. Aunque cada droga es algo distinta



en cuanto a sus efectos, las semejanzas de estas sustancias son suficientes como para considerarlas en un solo grupo. Con la excepción de la dimetiltriptamina (DMP), que ha de ser fumada o inyectada, todos los alucinógenos se suelen tomar por vía oral [46].

**LSD.-** Su nombre químico es dietilamida del ácido lisérgico. Es considerado una de las drogas más peligrosas ya que tiende a producir pánico, delirio y en algunas ocasiones, actos irracionales. El LSD ataca múltiples sitios del SNC. Es una droga semisintética derivada del ácido lisérgico, alcaloide que se encuentra en el hongo del centeno *Claviceps purpurea* [15].

Para la determinación de LSD en el organismo es posible calcular la concentración plasmática del mismo que se correlaciona bien con la gravedad del cuadro clínico. El LSD no se puede detectar en orina por cromatografía en capa fina. Se requieren técnicas de detección como el inmunoensayo, radioinmunoensayo, cromatografía de líquidos o gases. Tanto el LSD como sus metabolitos pueden detectarse en orina hasta 120 horas después de la ingesta [43].

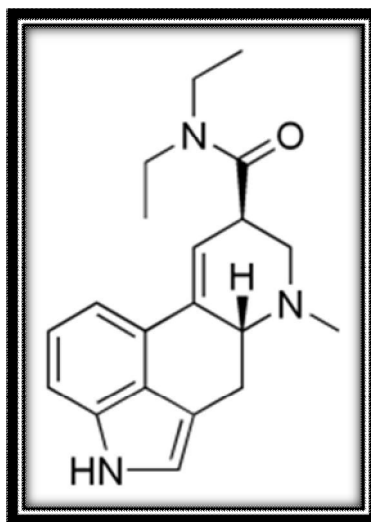


Figura 31. Estructura química LSD [77]

### Gases tóxicos

**HCN.-** La intoxicación por cianuro de hidrógeno (HCN) se produce por su inhalación, ingestión, y por exposición cutánea o parenteral. Esta sustancia está presente en laboratorios químicos y se emplea en refinado de metales, galvanoplastia, fotografía, limpiadores de





joyería, fertilizantes y en fumigación. Es una causa frecuente de exposiciones tóxicas en incendios que implican la combustión de muchas sustancias [27].

**Monóxido de carbono.-** El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, e inodoro al estado puro, aunque en mezclas con otros gases puede tener un olor característico. En el primer caso es origen de gran número de intoxicaciones accidentales, al no darse cuenta la víctima del peligro que le amenaza. La toxicidad del monóxido de carbono se debe a su combinación con la hemoglobina para formar carboxihemoglobina (COHb) [24].

Existe un método cualitativo para detección de carboxihemoglobina la cual consiste en diluir una muestra de sangre 1:20 con una solución de amoníaco 0.01 M y comparar el color con una muestra normal tratada similarmente. Un resultado positivo es la presencia de una coloración rosa que sugiere la presencia de carboxihemoglobina. También se puede detectar por medio de métodos químico analíticos como la espectrofotometría ultravioleta [55].



### BIBLIOGRAFÍA

#### Referencias bibliográficas

1. **Artola, S. R. N.** *La dactiloscopía como prueba eficaz dentro del proceso penal guatemalteco, para la identificación de personas que intervienen en un hecho delictivo*; Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ciencias jurídicas y sociales: Guatemala, 2009; pp 23-30.
2. **Baños, D. J. E.; Farré, A. M.** *Principios de farmacología clínica, bases científicas de la utilización de medicamentos*; Masson: Barcelona, 2002; pp 317.
3. **Bell, S.** *Encyclopedia of forensic science*; Revised edition: Estados Unidos, 2008; pp 66.
4. **Bell, S.** *Forensic Chemistry*; Pearson Prentice Hall: Estados Unidos, 2006; pp 1-2.
5. **Buquet, A.** *Manual de criminalística moderna*; Siglo XXI Editores s.a de c.v.: México, 2006; pp 91- 97.
6. **Bataller, S. R.** *Toxicología clínica*; Ed. PUV: Valencia, 2004; pp 87.
7. **Cabrera, J.** *Crimen y castigo investigación forense y criminología*; Ed. Encuentro S. A.: Madrid, 2010; pp 180.
8. **Casarett, L. J.; Doull, J.; Curtis, D. Klaassen.** *Toxicology the basic Science of poisons Seventh Edition*; Mc Graw Hill: E.U.A; 2008; pp 11-12.
9. **Ceccaldi, Pierre F;** *La criminalistique*, Oikos Tau, España, 1971, pp. 48.



## XI. BIBLIOGRAFÍA



- 10. Connors, K. A.** *Curso de análisis farmacéutico: (ensayo del medicamento)*; Reverte: Barcelona, 1981; pp 601-602.
- 11. Cortes, C. C.** *Tratado de medicina legal 3° Edición: Juristas y medicina*; Bucaramanga: España, 1996; pp 306.
- 12. Dennis A. Castro B.** *Investigación en delitos sexuales*; American Colleges of forensic examiners, U.S.A. American Board of forensic medicine, Toncontin, Honduras, 2001.
- 13. Díaz-Ambrona, B. M. D.; Serrano, G. A.; Díaz-Ambrona, H. P.; Cabrera, F. J.; Fuertes, R. J. C.** *Introducción a la enfermería legal y forense*; Díaz De Santos: España, 2005; pp 271-272.
- 14. Díaz, G. J. A.** *Diccionario básico de criminalística*; Segunda edición; Ecoe: Colombia, 2004; pp 33, 34.
- 15. Diaz, G. J. R.** *Importancia de la química, toxicología y farmacología en el campo forense*, UNAM, 2007; pp 55-56.
- 16. Díaz, M. M.** *Invierta con éxito en la bolsa y otros mercados financieros. Curso práctico*; Ed. Gasca Sicco: México, 2003; pp 21.
- 17. Dorantes J. L.** ¿Cómo se hace una autopsia?. *Rev. QUO.* **2010**, pp 36-37
- 18. Dutelle, Aric W.** *An introduction to crime scene investigation*; Jones and Bartlett: Estados Unidos, 2010; pp 232, 217.
- 19. Ege, S.** *Química orgánica: estructura y reactividad, Tomo II*; Editorial Reverte S. A.: Barcelona, 2000; pp 1104.



## XI. BIBLIOGRAFÍA



- 20. Fuertes, R. J. C.; Cabrera, F. J.; Iglesias, F. C.** *Manual de ciencias forenses*; Aran: España, 2007; pp 127, 128, 135, 136, 155-158, 317.
- 21. García, R. S; Giménez M. P.** Recursos humanos e instrumentales en un laboratorio toxicológico forense. *Rev. De Tox.* [Online] **2002**, 002, pp 3, 76-77.
- 22. Garritz, A.; Chamizo, G. J. A.** *Tú y la química*; Pearson Educación México: México, 2001; pp 130.
- 23. Gil, P; Verdú, F; Castelló A; Negre, M. C.** Técnica de criminalística en manchas de sangre: factor ambiental en las pruebas de orientación. *Rev. De La Esc. De Med. Leg.* [Online] **2010**, 14, pp 5-7.
- 24. Gisbert, C. J. A.; Villanueva, C. E.** *Medicina legal y toxicología*; El sevier: España, 2004; pp 4, 778, 277-279, 394-395, 695, 813, 831, 902.
- 25. Goldfrank, L. R.; Flomenbaum, Neal.** *Toxicologic emergencies*; Octava Edición; Mc Graw Hill: Estados Unidos, 2006; pp 509.
- 26. Gutiérrez, J. B.** *Fundamentos de ciencia toxicológica*; Ediciones Díaz De Santos: España, 2006; pp 35-45.
- 27. Harris, R C.** *Manual de toxicología para médicos*; El Sevier MASSON: España, 2000; pp 166.
- 28. Hamilton, S. L.** *Forensic Ballistics: Styles of projectiles*; ABDO Publishing Company: E.U.A., 2008; pp 6-9.
- 29. Hernández, G. H.; Moreno, G. F.; Zaragoza, G. F.; Porras, C. A.** *Medipharm. Tratado De Medicina Farmacéutica*; Ed. Médica Panamericana: España, 2010; pp 154.



- 30.Hikal, W.** *Introducción a la criminología*; Primera Edición; Editorial Jurídica Managua: México, 2010; pp 88.
- 31.Hikal, W.** *Glosario de criminología y criminalística*; Ed. Flores Editor y distribuidor: México, 2011; pp 451.
- 32.Instituto Nacional de medicina legal y ciencias forenses.** *Reglamento técnico para el abordaje integral de la víctima en la investigación del delito sexual*. Bogotá, Colombia. Versión 02. Fondo de publicaciones de las Naciones Unidas. Anexo 4. 2006.
- 33.Johll, M. E.** *Química e investigación criminal: una perspectiva de la ciencia forense*; Reverte: Barcelona, 2008; pp 3-5, 270-271.
- 34.Kvitko L.A.** *La violación*; Editorial Trillas: México, 1991; Capítulo 4.
- 35.Lane, L. L.** *Farmacología en enfermería*; Ed. Harcourt: España, 2000; pp 125.
- 36.López, C.P.; Gómez S. P.** *Investigación Criminal y Criminalística*; Ed. Temis: Bogota, Colombia, 2000; pp 163.
- 37.Lujambio, A.; Laveaga, G.** *El derecho penal a juicio: diccionario crítico*; INACIPE: México D.F., 2007; pp 27.
- 38.Luque, S. J. E.** Heridas penetrantes por armas de fuego en el sistema nervioso central. Primera parte: aspectos históricos y nociones de balística. *Rev. Med.* [Online] **2007**, 15, pp 134-138.
- 39.Mankiw, G. N.** *Macroeconomía Cuarta Edición*; Antoni Bosch Editor: Barcelona, España, 2004; pp 200-201.



## XI. BIBLIOGRAFÍA



40. **Maio Di, J. M. V.; Dana, S. E.** *Manual de patología forense*; Díaz de Santos: Madrid, España, 2003; pp 111-114.
41. **Maldonado, A. G.** *Posición de cadáveres en el lugar de los hechos*; Lima, 2004; pp 28-35.
42. **Mencías, R. E.; Mayero F. L. M.** *Manual de toxicología básica*; Diaz de Santos: España, 2000; pp 421-422.
43. **Montiel, S. J.** *Criminalística Tomo I 2° edición*; Ed. Limusa: México, 2008; pp 65-69, 81-83, 145-147, 154-160, 161-175, 316-324.
44. **Montiel, S. J.** *Criminalística Tomo II*; Ed. Limusa: México, 2008; pp 250-252, 255-257, 261-269, 266-269.
45. **Moore, D. P.; Jefferson J. W.** *Manual de psiquiatría médica*; El Sevier: España, 2005; pp 66.
46. **Mora, C. H.** *Manual del instructor de tiro*; Editorial Club Universitario; España, 2008; pp 127-130, 149-150.
47. **Morales, A. I.** *Pruebas de marcadores genéticos, laboratorio de criminalística*; Universidad estatal a distancia: San José Costa Rica Centroamérica, 2006; pp 35-37.
48. **Nieto, A. J.** *Apuntes de criminalística, práctica jurídica 3° edición*; Ed. Tecnos: Madrid, España, 2007; pp 104-107, 111.
49. **Orellana, W. O. A; Orellana, T. O. A.** *Grafoscopía autenticidad o falsedad de manuscritos y firmas Segunda Edición*; Editorial Porrúa: México, 2008; pp 34-40, 170-186.



- 50. Organización Panamericana de la salud.** *Manejo de cadáveres en situaciones de desastre*; Manuales y guías sobre desastres: Washington, D.C., 2004; pp 58-60.
- 51. Pelayo, G. R.** *Diccionario básico, lengua española*; Ed. Larousse: México, 2002; pp 34, 38, 93, 119, 193, 201, 212, 215, 216, 218, 226, 228, 229, 232, 287, 297, 309, 346, 365, 431, 442, 480, 482, 494, 538, 584, 592, 635.
- 52. Pizarro, R. O.** *Peritación médico-legal informe del perito forense*; Editorial Jurídica de Chile: Santiago, 1998; pp 188-189.
- 53. Ramos, V. A.; Robles, L. M. A.** *Grafoscopia Identificación de escrituras y firmas*; Cedecs Editorial S.L: Barcelona, 2000; pp 109-113, 115-127.
- 54. Repetto, J. M.; Repetto, K. G.** *Toxicología fundamental*; Cuarta Edición; Díaz de Santos: Madrid, 2009; pp 467.
- 55. Rivero, H. R.** *Manual de técnicas periciales en química forense*; UNAM; México, 2010; pp 13, 47, 53, 61.
- 56. Rubio, L. P. A.; Carrillo, D. A. E. O.; Sánchez, R. F.; Torres, S. C.; Hernández D. R. J. P.; Catalán, F. M. J.; Luna, M. A.; Aliaga, C. A. C.; Diaz, J. J. J.** *Victimología forense y derecho penal*; Edit.um: Valencia, 2010; pp 253.
- 57. Salcedo, C. M.** *Manejo de la evidencia física de posible fuente biológica*; Universidad del Valle: Colombia, 2007; pp 61-63, 94, 95.
- 58. Seoane, S. Lago; Fernández, M; Bermejo, P; Vázquez, A.M. C.** Aplicación de la extracción asistida por microondas para la determinación de opiáceos y cocaína en humor vítreo. *Rev. De Tox.* [Online] **2007**, *24*, pp 100.



**59.Silva, S. H.** *Medicina legal y psiquiatría forense, Tomo II*; Editorial Jurídica de Chile: Chile, 1995; pp 452-453.

**60.Somoza, C. O.** *La muerte violenta inspección ocular y cuerpo del delito*; Ediciones La Ley: Madrid, 2004; pp 51-52.

**61.Trujillo, A. S. T.** *El estudio científico de la dactiloscopia 2° edición*; Editorial Limusa: México, 2007 pp 17-118.

**62.Wade, JR. L. G.** *Química Orgánica 5° edición*; Editorial Pearson Prentice Hall: Madrid, 2003; pp 836-837.

### Referencias Electrónicas

**63.Academia Mexicana de Ciencias Periciales**

<http://www.amecipe.com/glosariodeterminosforenses.pdf> (Consulta, Mayo 2011)

**64.American Collage of emergency Physicris. Evaluation and management of the sexual assalted or sexually abused patient.**

[www.acep.org](http://www.acep.org). Junio 1999. Dallas, Texas. Printes in the USA. Vía internet. Revisado 15 de Junio 2003 (Consulta Septiembre, 2010).

**65.All-about-forensic-science-.com**

<http://www.all-about-forensic-science.com/forensic-toxicology.html> (Consulta Agosto, 2010)

**66.Blogspot.com**

<http://adiccion-a-las-drogas.blogspot.com/2007/08/cocaina.html> (Consulta mayo, 2011)

**67.Cancer.osu.edu**

<http://cancer.osu.edu/layouts/ncipopup.aspx?ID=CDR0000045135> (Consulta Abril, 2011)





### **68.Ciencia-ahora.cl.**

<http://www.ciencia-ahora.cl/Revista19/01QuimicaForense.pdf> (Consulta Agosto, 2010)

### **69.Cienciaforense.cl**

[http://www.cienciaforense.cl/csi/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=7](http://www.cienciaforense.cl/csi/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=7)  
(Consulta Octubre, 2010)

### **70.Criminalística.org**

[http://criminalistic.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=686&Itemid=5](http://criminalistic.org/index.php?option=com_content&task=view&id=686&Itemid=5)  
(Consulta Diciembre, 2010)

### **71.Criminalistic.org**

<http://criminalistic.org/DescargablesPDF/PRUEBA DE WALKER UAEH.pdf>  
(Consulta Abril, 2011)

### **72.Definición.org**

<http://www.definicion.org/amanuense> (Consulta Mayo, 2011)

### **73.Discovery.com**

<http://www.tudiscovery.com/crimen/analisis/balistica/index.shtml> (Consulta Febrero 2011)

### **74.Dosarchivos.com**

<http://www.doschivos.com/trabajos/biologia/42.htm> (Consulta abril, 2011)

### **75.El sevier.es.**

[http://www.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?f=10&pident\\_articulo=13089117&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=2&ty=93&accion=L&origen=elsevier&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=2v126n20a13089117pdf001.pdf](http://www.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?f=10&pident_articulo=13089117&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=2&ty=93&accion=L&origen=elsevier&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=2v126n20a13089117pdf001.pdf) (Consulta Marzo 2011)

### **76.Eluniversal.com**

<http://www.eluniversal.com.mx/tudiner/1943.html> (Consulta Marzo 2011)



### **77. Enciclopedia.us.es**

<http://enciclopedia.us.es/index.php/LSD> (Consulta mayo, 2011)

### **78. Federal bureau of investigation**

<http://www.fbi.gov/> (Trace evidence recovery guidelines. En forensic science communications. 1999; 1(5)) (Consulta Septiembre, 2010)

### **79. iape.org.**

[http://www.iape.org/emanual/biological\\_evidence.htm#Saliva Evidence](http://www.iape.org/emanual/biological_evidence.htm#Saliva Evidence)  
(Consulta Octubre, 2010)

### **80. Labotienda.com**

[http://www.labotienda.com/es/catalogo/optica\\_microscopios\\_profesionales\\_Microscopio-binocular-127.aspx](http://www.labotienda.com/es/catalogo/optica_microscopios_profesionales_Microscopio-binocular-127.aspx) (Consulta Abril, 2011)

### **81. Labotienda.com**

[http://www.labotienda.com/es/catalogo/Optica\\_Estereomicroscopios.aspx](http://www.labotienda.com/es/catalogo/Optica_Estereomicroscopios.aspx)  
(Consulta Abril, 2011)

### **82. Monografías.com**

<http://www.monografias.com/trabajos46/uso-cannabis/us1.jpg> (Consulta abril, 2011)

### **83. Pgjdf.gob**

<http://www.pgjdf.gob.mx/> (consulta Noviembre 2010)

### **84. Pgjdf.gob**

<http://www.pgjdf.gob.mx/temas/4-6-1/fuentes/11-A-9-A.pdf> (Consulta Marzo 2011)

### **85. Pgjdf.gob**

<http://www.pgjdf.gob.mx/temas/4-6-1/fuentes/11-A-8.pdf> (Consulta Marzo 2011)



### **86.Pgjdf.gob**

[http://www.pgjdf.gob.mx/temas/4-2-1/?idw3\\_contenidos=16](http://www.pgjdf.gob.mx/temas/4-2-1/?idw3_contenidos=16) (Consulta Mayo, 2011)

### **87.Pgr.gob.mx**

<http://www.pgr.gob.mx/combate%20a%20la%20delincuencia/Servicios%20Periciales/Especializacion%20de%20servicios%20periciales/Quimica%20Forense.asp>

(Consulta Agosto-Septiembre, 2010)

### **88.Pgr.gob.mx**

<http://www.pgr.gob.mx/combate%20a%20la%20delincuencia/Servicios%20Periciales/Especializacion%20de%20servicios%20periciales/Incendios%20y%20Explosiones.asp>

(Consulta Enero 2011)

### **89.Pgr.gob.mx**

<http://www.pgr.gob.mx/combate%20a%20la%20delincuencia/Servicios%20Periciales/Especializacion%20de%20servicios%20periciales/Balistica%20Forense.asp> (Consulta Marzo 2011)

### **90.Pgr.gob.mx**

<http://www.pgr.gob.mx/combate%20a%20la%20delincuencia/Servicios%20Periciales/Especializacion%20de%20servicios%20periciales/Grafoscopia%20y%20Documentoscopia.asp>

(Consulta Marzo 2011)

### **91.Pgr.gob.mx**

<http://www.pgr.gob.mx/combate%20a%20la%20delincuencia/Servicios%20Periciales/Especializacion%20de%20servicios%20periciales/Fotografia%20Forense.asp> (Consulta Abril 2011)

### **92.Pgr.gob.mx**

<http://www.pgr.gob.mx/Combate%20a%20la%20Delincuencia/Servicios%20Periciales/Servicios%20Periciales.ASP> (Consulta Mayo, 2011)



### 93. PoderJudicialdf.gob.mx

[http://www.poderjudicialdf.gob.mx/work/models/PJDF/PDFs/org\\_dep/semefo/guia%20tecnica%20para%20la%20realizacion%20de%20necropsias%202010.pdf](http://www.poderjudicialdf.gob.mx/work/models/PJDF/PDFs/org_dep/semefo/guia%20tecnica%20para%20la%20realizacion%20de%20necropsias%202010.pdf) (Consulta Marzo 2011)

### 94. PoderJudicialdf.gob.mx

[http://www.poderjudicialdf.gob.mx/work/models/PJDF/PDFs/TSJDF/articulo14/i\\_mnormativo/MO\\_SMF.pdf](http://www.poderjudicialdf.gob.mx/work/models/PJDF/PDFs/TSJDF/articulo14/i_mnormativo/MO_SMF.pdf) (Consulta Marzo 2011)

### 95. Prodxes.com

<http://www.prodxes.com/index.asp?id=&iddt=58&opt=7&TIPO=TEST%20HEXAGON%20OBTI%20&wr=> (Consulta Enero 2011)

### 96. Riesgo Químico.pdf

<http://65.182.2.242/docum/ops/libros/riesgoquimico.pdf> (Consulta Enero 2011)

### 97. Semefo.gob.mx

[http://www.semefo.gob.mx/work/models/SEMEOF/PDFs/Manuales/guia\\_tecnica\\_para\\_necropsias\\_2010.pdf](http://www.semefo.gob.mx/work/models/SEMEOF/PDFs/Manuales/guia_tecnica_para_necropsias_2010.pdf) (Consulta Marzo 2010)

### 98. Semefo.gob.mx

<http://www.semefo.gob.mx/es/SEMEOF/Necropsia> (Consulta Marzo 2011)

### 99. Semefo.gob.mx

<http://www.semefo.gob.mx/swb/SEMEOF/Dactiloscopia> (Consulta Marzo 2011)

### 100. Semefo.gob.mx

<http://www.semefo.gob.mx/swb/SEMEOF/Fotografia> (Consulta Marzo 2011)

### 101. Soft-tox.org

[http://www.soft-tox.org/default.aspx?pn=Introduction&sp=What\\_Is](http://www.soft-tox.org/default.aspx?pn=Introduction&sp=What_Is) (Consulta Mayo 2011)



**102. Teleley.com**

[http://www.teleley.com/articulos/art\\_garcia.pdf](http://www.teleley.com/articulos/art_garcia.pdf) Universidad Tecnológica Del Perú, Curso-diplomado investigación en la escena del crimen (Consulta Noviembre 2011)

**103. The Society of Forensic Toxicologists.**

[http://www.softtox.org/default.aspx?pn=Introduction&sp=What\\_Is](http://www.softtox.org/default.aspx?pn=Introduction&sp=What_Is) (Consulta Agosto, 2010)

**104. Universidad De Chile, Facultad De Ciencias Químicas y Farmacéuticas**

<http://www.quimica.uchile.cl/> (Consulta Mayo 2011)

**105. Universidad Tecnológica Del Perú, Curso-diplomado investigación en la escena del crimen**

<http://www.utp.edu.pe/> (Consulta Mayo 2011)

**106. Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León**

<http://psico-criminal-uanl.blogspot.com/2009/11/tecnicas-criminologicas.html> (Consulta Abril 2011)

**107. Universidad Nacional De Educación a Distancia**

[http://portal.uned.es/portal/page?\\_pageid=93,8050571,93\\_20528200&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&idAsignatura=21151056](http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,8050571,93_20528200&_dad=portal&_schema=PORTAL&idAsignatura=21151056) (Consulta Marzo, 2011)

**108. Universidad Del Valle de México**

[http://www.tlalpan.uvmnet.edu/oiid/download/Registro\\_Nacional\\_%20Huellas\\_Dactilares\\_04\\_CSO\\_DE.pdf](http://www.tlalpan.uvmnet.edu/oiid/download/Registro_Nacional_%20Huellas_Dactilares_04_CSO_DE.pdf) (Consulta Mayo, 2011)



### A

**Amanuense.-** Persona que escribe al dictado

**Aminofenazonas.-** La aminofenazona es un analgésico, antipirético y antiinflamatorio que disminuye la inflamación y los síntomas generales, se absorbe rápidamente del tracto gastrointestinal teniendo una vida media de 1 a 4 horas y es excretada por vía renal.

**Anatomopatologistas.-** La anatomía patológica es la especialidad médica que se encarga del estudio de las lesiones y alteraciones celulares, tejidos y órganos, de sus consecuencias estructurales y funcionales y por tanto de su repercusión en el organismo.

**Ánima.-** El ánima (del latín *anima*: "alma") es el espacio interior del tubo del cañón de un arma de fuego.

**Anticuerpo monoclonal.-** Aquel que reconoce específicamente una parte del antígeno, es decir un epítipo concreto.

**Anticuerpo policlonal.-** Mezcla de anticuerpos que van dirigidos a diferentes determinantes antigénicos.

**Antígeno prostático específico.-** Es una glicoproteína cuyo peso molecular es de 34 kD. Su función es licuar el esperma al hidrolizar las proteínas secretadas por las vesículas seminales; por tanto libera los espermatozoides del coagulo del esperma.

**Antropometría.-** Tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano.

**A priori.-** Dícese de los conocimientos que son anteriores a la experiencia.

**Apófisis mastoide.-** Prominente proyección redondeada del hueso temporal localizado detrás del conducto auditivo externo y constituye un importante punto de inserción de músculos, incluyendo el esternocleidomastoideo. Por lo general, la apófisis mastoidea es levemente mayor en proporción en hombres que en las mujeres.

**Arpones.-** En grafología es un movimiento de regresión en forma de gancho o arpón.

**Asa.-** Iniciales de American Standards Association, que indican la sensibilidad a la luz de la película. Cuanto mayor es el número ASA, mayor es la sensibilidad.

### B

**Biotipología.-** Estudio científico de los individuos de una misma especie, de sus diferencias y de la manera con que estas diferencias permiten definir tipos más o menos diversos.



**Bizigamatico.-** Anchura de la cara.

### C

**Carburante.-** Combustible utilizado en los motores de explosión o de combustión interna.

**Cartílagos costales.-** Los que forman la parte anterior de las costillas y se articula con el esternón.

**Cámara Reflex.-** Es una cámara fotográfica cuya imagen en el visor es producida por el propio objetivo, de manera que no hay el típico error de paralelaje y vemos lo mismo que va a salir en la foto.

**Cizallamiento.-** Deformación lateral que se produce por una fuerza externa. También llamado corte, cortadura.

**Clavículas.-** Cada uno de los dos huesos largos situados transversalmente en la parte superior del pecho.

**Coetaneidad.-** Que coincide con la misma edad, plazo o tiempo con otro.

**Colgajos.-** Una masa de tejido vivo separado de su lecho y que mantiene una conexión principal a través de la cual recibe la nutrición después del trasplante.

**Creatinina.-** Es una sustancia generada casi exclusivamente en el musculo esquelético a partir de creatina y fosfato de creatina, es un nutriente útil para los músculos, Es un producto de desecho del metabolismo normal de los músculos que usualmente es producida por el cuerpo en una tasa muy constante (dependiendo de la masa de los músculos), y normalmente filtrada por los riñones y excretada en la orina. La medición de la creatinina es la manera más simple de monitorizar la correcta función de los riñones.

**Culata.-** Parte posterior del tubo de cualquier arma grande o pieza de artillería.

### D

**Dactilogramas.-** Los dibujos o figuras formadas por las papilas dactilares en los pulpejos de los dedos.

**Decúbito.-** Posición del cuerpo tendido sobre un plano horizontal.

**Deflagración.-** Reacción de combustión en la que la velocidad del frente de reacción a través del medio combustible no ha reaccionado, es menor que la velocidad del sonido, En balística es el acto de quemarse la pólvora en el interior de las armas de fuego.



**Detonador.-** En balística es el explosivo que estalla al ser golpeado por la aguja o martillo del arma, y que al alcanzar una temperatura de 2000°C pasa por lo oídos de la vaina o casquillo, encendiendo la pólvora que provoca la propulsión del proyectil por los gases que se generan.

**Disecarlos.-** Dividir en partes un vegetal o el cadáver de un animal para el examen de su estructura normal o de las alteraciones orgánicas.

**Dubitado.-** Que se pone en duda su origen y autenticidad. En grafoscopia y documentoscopia se le llama así al documento cuestionado materia de estudio pericial.

**DUM-DUM.-** Bala de fusil con cortes o muescas en la punta, para que produzca grandes desgarros.

### E

**Edema.-** Hinchazón de una parte del cuerpo producida por infiltración de serosidad en el tejido celular.

**Equidistante.-** Situado a igual distancia.

**Equimosis.-** Mancha producida en la piel por un golpe

**Emplazamiento.-** Ubicación, sitio ó colocación.

**Energía de Reactivación.-** Energía que necesita un sistema para poder iniciar un proceso. La energía de activación suele utilizarse para denominar la energía mínima necesaria para que se produzca una reacción.

**Entomología.-** Parte de la zoología que se dedica al estudio de los insectos.

**Escara.-** Costra en las llagas.

**Espectrometría de masas.-** Técnica analítica que proporciona información tanto cualitativa (estructura) como cuantitativa (masa molecular ó concentración) de las moléculas analizadas previamente convertidas en iones.

**Esquirlas.-** Fragmento pequeño de un hueso roto.

**Esteroscopio.-** Instrumento óptico que da la ilusión del relieve.

**Esternón.-** Hueso plano situado en la parte anterior de a caja torácica, al cual esta unidas las costillas.

**Estigmas.-** Huella que dejan en el cuerpo una enfermedad o lesión.

**Etiología.-** Estudio de las causas de las enfermedades.





### F

**Filtros ultravioleta.-** Filtro que absorbe los rayos ultravioleta y transmite por tanto la totalidad del espectro visible.

**Fotografía infrarroja.-** Es aquella que nos permite fotografiar uno de los espectros lumínicos comprendidos entre 700 y 1.200 nanómetros, no visibles para el ojo humano. Sus aplicaciones pueden ser artísticas o científicas.

**Fotoquímica.-** Parte de la química que estudia los efectos químicos producidos por la luz.

**Fulminante.-** Ver detonador.

**Fulminato de mercurio.-** El fulminato de mercurio o fulminante de mercurio es una sal explosiva, que se presenta en forma de cristales blancos. Es muy inestable y de descomposición exotérmica poco calórica, por lo que se utiliza como explosivo de iniciación. La fórmula química del fulminato de mercurio es  $\text{ONC-Hg-CON}$ .

### G

**Grafocinética.-** Estudio del desenvolvimiento de un trazo, con la finalidad de apoyar los estudios grafoscópicos, documentoscópicos y grafológicos, entre otros.

### H

**Hemorragia pulmonar.-** Se define como la presencia de hematíes en los alveolos, espacios intersticiales o ambos.

**Histología.-** Parte de la anatomía que trata del estudio de los tejidos orgánicos.

**Histopatología.-** Es la especialidad médica que se encarga del estudio de las lesiones celulares, tejidos, órganos, de sus consecuencias estructurales y funcionales y por tanto de las repercusiones en el organismo.

**Homogénetica forense.-** Estudio de los polimorfismos genéticos de los grupos sanguíneos eritrocitarios, grupos plasmáticos, enzimas eritrocitarias, grupos leucocitarios y polimorfismos del ADN.

**Humor vítreo.-** Masa esférica, voluminosa, blanda y transparente situada por delante de la retina y por detrás del aparato cristalino.



### I

**Ictericia.-** Es un signo que consiste en la coloración amarilla de la piel y las mucosas debido a la impregnación por bilirrubina, cuando esta aumentada su concentración en la sangre.

**Idiotismos.-** Un idiotismo es un giro idiomático<sup>1</sup> que no se adapta a las normas gramaticales o al sentido literal y usual de las palabras, y posee un sentido figurado adoptado de manera convencional. Los idiotismos suelen confundir a aquéllos que no están familiarizados con ellos, generalmente hablantes no nativos.

**Idoneidad.-** Reunión de las condiciones necesarias para desempeñar una función.

**Impericia.-** Falta de pericia

**Imperativas.-** Que impera o manda, autoritaria, absoluta.

**Indicio.-** Elemento o fenómeno que permite conocer o inferir la existencia de otro no percibido. Cantidad muy pequeña de algo. Huella, pista, marca o vestigio.

**Indubitado.-** Dado por cierto, que no admite duda. Se le llama así, en grafoscopia, al elemento base de cotejo, con el cual se realizará la confronta.

**Inmunocomplejo.-** En inmunología un inmunocomplejo es un complejo formado por moléculas de anticuerpo unidas a un antígeno.

**In situ.-** Es una expresión latina que significa «en el sitio» o «en el lugar», y que es generalmente utilizada para designar un fenómeno observado en el lugar, o una manipulación realizada en el lugar.

**Insonorizados.-** (Insonorización) Protegido del ruido por cualquier procedimiento.

### L

**Lejía.-** Hipoclorito de sodio o hipoclorito sódico (NaClO)

**Luces forenses.-** Iluminación mediante laser o luz ultravioleta, son instrumentos útiles en el examen del cuerpo, la ropa e incluso el lugar del suceso.

### M

**Macrofotografía.-** Fotografía de objetos pequeños que es directamente ampliada por el objetivo de la cámara.

---

<sup>1</sup> Los idiomatismos son los rasgos lingüísticos peculiares y característicos de una lengua.



**Meconio.-** Sustancia viscosa y espesa de color verde oscuro a negro compuesta por células muertas y secreciones del estómago e hígado, que reviste el intestino del recién nacido. Su formación comienza en el periodo fetal. Son las primeras heces.

**Melanodermia.-** Coloración oscura de la piel debida a la infiltración de pigmento en la capa profunda de la epidermis. Se trata, con frecuencia, de una abundancia patológica del pigmento cutáneo normal, la melanina.

**Mensurables.-** Que se puede medir.

**Metahemoglobinizantes.-** Sustancias que transforman a la hemoglobina en metahemoglobina.

**Microfotografía.-** Reproducción de documentos y otros originales en película de formato muy pequeño, que permite acumular en muy poco espacio una gran cantidad de información.

### N

**Neologismo.-** Vocablo, acepción ó giro nuevo que se introduce en una lengua.

**Nevos.-** Proliferación de distintos tipos de células en la piel.

### O

**Obstétricas.-** (Manchas) Manchas de líquido amniótico.

**Oxixelulosa.-** Celulosa que ha sido oxidada de tal modo que todos o la mayor parte de los residuos de glucosa se ha convertido a residuos de ácido glucurónico para su uso como absorbente en cromatografía.

### P

**Pabellones auriculares.-** Única parte visible del oído, es una estructura cartilaginosa (compuesta por cartílago y piel) cuya función es captar las vibraciones sonoras y redirigirlas hacia el interior del oído.

**Parrilla esternocostal.-** Porción o parte anterior a las costillas.

**Percutor.-** Pieza que golpea en cualquier maquina, y especialmente aquellas que hacen detonar las armas de fuego.

**Perdigones.-** Grano de plomo con forma de bolita abierto por la mitad que se cierra ejerciendo presión en ambos lados.



**Perennes.-** Duradero, perpetuo.

**Perennidad.-** Principio de la dactiloscopia que nos dice que los dibujos dactilares permanecen a lo largo de toda la vida. Se encuentran desde los seis meses de vida intrauterina hasta el proceso de putrefacción.

**Pericia.-** Aptitudes o habilidades adquiridas a través del estudio o la experiencia en una disciplina.

**Peritación.-** Trabajo ó informe que hace un perito.

**Planimetría.-** Representación en un plano de una porción de la tierra.

**Poliuretano.-** Polímero que se utiliza en diversos procesos industriales, principalmente para hacer espumas.

**Poroscopia.-** Es una Rama Técnica pero no sistematizada, que se preocupa del estudio de los poros de la piel, con la finalidad de establecer identidad física humana. (No reúne requisitos para establecer métodos de identificación ya que su observación es microscópica)

**Postas.-** Son proyectiles con un peso superior a 1.5 g y alojado en un cartucho en un número superior a 1 (es decir, hay como mínimo 2). Normalmente son esféricas aunque últimamente se han diseñado proyectiles prefragmentados en 4, 5 o más piezas que encajan perfectamente dentro del cartucho y que al realizar el disparo se dispersan (postas no esféricas).

**Propelente.-** Gas utilizado para impulsar las sustancias contenidas en los aerosoles.

**Profilácticas.-** Ciencias médicas de conservar la salud, medidas encaminadas a evitar las enfermedades y su propagación.

### Q

**Quimioluminiscencia.-** Medida de luz emitida como consecuencia de reacciones con esta característica.

### R

**Radiación electromagnética.-** Combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.

**Radiocomando.-** Control remoto para controlar remotamente un dispositivo que utiliza ondas de radio como medio de transmisión.



**Radioscopia.-** Examen de un objeto o de un órgano del ser humano por medio de la imagen que proyectan en una pantalla fluorescente al ser atravesados por los rayos X.

**Raquis.-** Columna Vertebral

**Rayos grenz.-** Rayos X de baja energía utilizados para tratar trastornos cutáneos, o para detectar partículas provenientes de la deflagración de la pólvora

**Rayos infrarrojos.-** Son radiaciones de longitud de onda que van desde 0,7 hasta 100 micrómetros.

**Recámara.-** En balística es el hueco del arma donde se aloja el proyectil listo para ser disparado.

**Reguero.-** Corriente líquida y señal que deja: *reguero de sangre*.

**Ribete de Burton.-** Línea de color azulado que aparece en la parte más próxima de la encía respecto al diente, en los casos de intoxicación por plomo.

**Roya.-** Es un hongo fácil de identificar, ya que presenta una serie de costras o bultitos de color naranja sobre la cara de atrás de las hojas y los tallos. En verano, viran a negro. En el haz se aprecian manchas amarillentas.

## S

**Saponificación.-** Reacción química entre un ácido graso y una base o alcalino, en la que se obtiene como principal producto la sal de dicho ácido y de dicha base.

**Sien.-** Cada una de las dos partes laterales de la cabeza, comprendidas entre la frente, la oreja y la mejilla.

**Sonatométrica.-** La sonatometría es la ciencia que se ocupa de la medición y comparación de las formas anatómicas tanto in vivo como post mortem.

**Sui generis.-** Locución adverbial procedente del latín que significa propio de su género o especie', y que se usa en castellano para denotar que aquello a lo que se aplica es de un género o especie muy singular y excepcional.

## T

**Teleobjetivos.-** Es una lente cuya distancia focal es significativamente mayor a la de un objetivo normal y por ello de menor ángulo de visión. Su aplicación es la de fotografiar objetos lejanos.



**Termografía infrarroja.-** La termografía infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

**Tetrazeno.-** Es un material de color amarillo pálido o incoloro. Es soluble en ácido hidrocórico pero es prácticamente insoluble en alcohol, agua, benceno, éter y tetracloruro de carbono. Es ligeramente higroscópico. Explota rápidamente antes exposiciones a llamas, produciendo una gran cantidad de humo negro. Es ligeramente más sensible a los impactos que el fulminato de mercurio y toma mayor velocidad para alcanzar el punto de máxima presión cuando es iniciado utilizando Tetril o fulminato de mercurio que cuando es iniciado por el fuego. Es fácilmente neutralizable mediante alta presión y su sensibilidad puede ser reducida o destruida mediante un significativo aumento en su densidad.

**Testigo métrico.-** Pequeña regla graduada que lleva grabada generalmente una escala de 10 centímetros, en uno de sus bordes, que sirve al investigador forense, para medir longitudes. Es de gran importancia para hacer constar la medida de los indicios al momento de hacer la fijación fotográfica de los mismos.

**Topografía.-** Arte de representar en un plano las formas del terreno y los principales detalles naturales o artificiales del mismo.

**Toxicinético.-** Se entiende por toxicinética al estudio cuantitativo de los procesos que experimenta, en función del tiempo, un xenobiótico en un organismo vivo.

### V

**Vestigio.-** Indicio por donde se infiere la verdad de algo. Sinónimo de huella o pista.

### X

**Xenobiótico.-** Toda sustancia extraña al ser viviente, incluye sustancias benignas o dañinas, excluye vitaminas y hormonas.

### Y

**Yunque.-** En balística es la flecha metálica que va dentro del fulminante y que constituye el punto de resistencia cuando el martillo o la aguja percutora golpea el fulminante.

**Yuxtaposición.-** Poner una cosa al lado de otra