



CRIMINALÍSTICA EXPERIMENTAL

• ACTIVIDADES PRÁCTICAS •

Jesús Alberto Jiménez Ochoa

UNIVERSIDAD DE COLIMA

CRIMINALÍSTICA EXPERIMENTAL

Actividades prácticas

UNIVERSIDAD DE COLIMA

Dr. Christian Jorge Torres Ortiz Zermeño, Rector

Mtro. Joel Nino Jr., Secretario General

Mtro. Jorge Martínez Durán, Coordinador General de Comunicación Social

Mtro. Adolfo Álvarez González, Director General de Publicaciones

Mtra. Irma Leticia Bermúdez Aceves, Directora Editorial

CRIMINALÍSTICA EXPERIMENTAL

Actividades prácticas

Jesús Alberto Jiménez Ochoa



UNIVERSIDAD DE COLIMA

Criminalística experimental. Actividades prácticas

© UNIVERSIDAD DE COLIMA, 2026
Avenida Universidad 333
Colima, Colima, México
Dirección General de Publicaciones
Teléfonos: 312 316 1081 y 312 316 1000, ext. 35004
Correo electrónico: publicaciones@ucol.mx
www.ucol.mx

Derechos reservados conforme a la ley
Publicado en México / *Published in Mexico*

ISBN electrónico: 978-968-9733-40-9
DOI: 10.53897/LI.2026.0016.UCOL
5E.1.1/317010/136/2025 Edición de publicación no periódica



Este libro está bajo la licencia de Creative Commons, Atribución – NoComercial - CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0). Usted es libre de: Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar: remezclar, transformar y construir a partir del material bajo los siguientes términos: Atribución: Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. NoComercial: Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. CompartirIgual: Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution – NonCommercial – ShareAlike 4.0 International License. You are free to: Share: copy and redistribute the material in any medium or format. Adapt: remix, transform, and build upon the material under the following terms: Attribution: You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use. NonCommercial: You may not use the material for commercial purposes. ShareAlike: If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original.

Proceso editorial certificado con normas ISO desde 2005
Dictaminación doble anónimo y edición registrada en el Sistema Editorial Electrónico PRED

Registro: CU-006-25
Recibido: Octubre de 2025
Publicado: Junio de 2026

Índice

Generalidades	6
Propósito general del Laboratorio de Criminalística	7
Infraestructura, equipamiento y servicios requeridos	8
Disposiciones reglamentarias y de seguridad	10
Objetivo del cuaderno.....	12
Parte 1. Criminalística de campo	13
Procesamiento criminalístico del lugar de intervención	14
Recolección, embalaje y etiquetado de indicios	19
Fijación fotográfica y por moldeo de huellas de calzado	23
Parte 2. Métodos de identificación humana	28
Procesamiento de indicios lofoscópicos con reveladores físicos	29
Procesamiento de indicios lofoscópicos con reveladores químicos	35
Estudio antropológico de restos óseos	40
Parte 3. Balística forense	49
Descripción técnica y determinación de calibre de proyectiles y casquillos	50
Estudio microcomparativo de proyectiles y casquillos.....	58
Parte 4. Química forense	63
Detección de líquido seminal	64
Prueba de Walker	69
Prueba del luminol	73
Referencias	77
Anexos	80
A. Formato para el registro de actividades realizadas durante el procesamiento del lugar de intervención	81
B. Formato para fijación planimétrica	83
C. Formato de claqueta para fijación fotográfica	84
D. Secuencia recomendada para ponerse el equipo de protección personal	85
E. Secuencia recomendada para quitarse el equipo de protección personal.....	87
F. Formato de tarjeta de trasplante de impresiones lofoscópicas	89
G. Formato para inventario de piezas óseas	90



Generalidades

Propósito general del laboratorio de criminalística

La criminalística es la disciplina científica auxiliar del derecho que se ocupa de la búsqueda, fijación, recolección, análisis e interpretación de los elementos indiciarios relacionados con los hechos presuntamente delictivos.

El proceso de formación académica y profesional del personal en investigación forense, cualquiera que sea su área de especialización, debe articular efectivamente los conocimientos teóricos con la práctica de campo y la actividad experimental. Bajo esta premisa, el laboratorio se convierte en un espacio propicio para el análisis, validación y generación de conocimientos objetivos y el desarrollo de habilidades técnicas, destrezas operativas y criterios de interpretación basados en evidencias.

Debido a lo anterior, todas las instituciones educativas que impartan programas académicos relacionados con derecho, criminalística, ciencias forenses o investigación criminal deberían contar con un laboratorio de criminalística debidamente equipado como parte de su infraestructura básica (figura 1) que favorezca la comprensión integral de los procesos de investigación y permita la reproducción didáctica de los procedimientos periciales y el desarrollo de competencias prácticas alineadas a los estándares técnicos y científicos que esta área del conocimiento exige.

Figura 1. Vista frontal del Laboratorio de Criminalística “Mtro. Baltasar Ortiz Yáñez” en la Facultad de Derecho de la Universidad de Colima



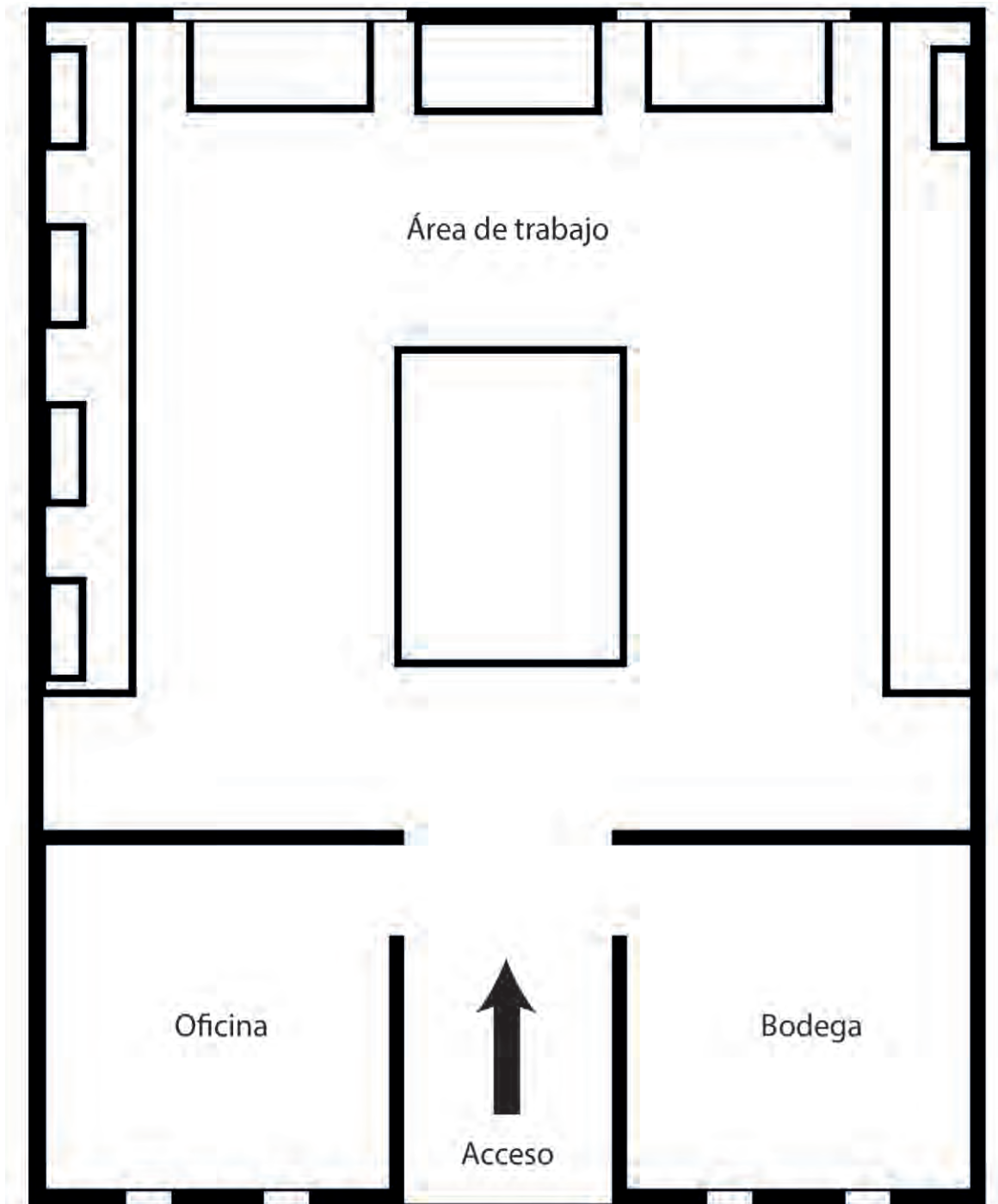
Infraestructura, equipamiento y servicios requeridos

Para cumplir adecuadamente con su función formativa, este tipo de laboratorio debe contar con, al menos, los siguientes elementos:

- Espacio estructuralmente delimitado, bien ventilado, con niveles de iluminación natural y artificial que oscilen entre los 500 y 1,000 luxes (Gadea et al., 2000) y una amplitud ideal de no menos de 3.5 m² por estudiante (UNESCO, 1986) (figura 2).
- Mesas de trabajo con superficies fáciles de limpiar y resistentes a sustancias químicas.
- Material de laboratorio convencional (vasos de precipitados, matraces Erlenmeyer, probetas, pipetas, embudos, agitadores de vidrio, morteros de porcelana con pistilo, soportes universales, papel filtro, parrillas eléctricas, anillos metálicos, pinzas de tres dedos, etcétera).
- Instrumentos básicos de medición (verniers, distanciómetros, flexómetros, brújulas, termómetros, balanzas granatarias y balanzas de precisión).
- Lupas o lentes de aumento y microscopios compuestos, estereoscópicos y de comparación.
- Material y equipo para el procesamiento del lugar de intervención (señalizadores, identificadores, testigos métricos, pinzas con puntas engomadas, hisopos, bolsas de plástico y de papel de diferentes tamaños, cajas de cartón, etiquetas, formatos de registro de cadena de custodia, etcétera).
- Material y equipo para el revelado y levantamiento de indicios lofoscópicos.
- Reactivos químicos o *kits* comerciales para la detección presuntiva de sangre, semen, metabolitos de drogas de abuso y partículas residuales de disparos de arma de fuego.
- Cámaras fotográficas profesionales o semiprofesionales, tripiés y *copy stands*.
- Maniqués y modelos a escala de diversas estructuras y órganos corporales.
- Extintores y contenedores para residuos químicos y biológicos.
- Refrigerador convencional, cámaras de vaporización y fuentes de luces forenses.
- Equipo para proyección de material audiovisual.
- Contactos eléctricos aterrizados, tarjas de acero inoxidable para el lavado del material, así como un espacio para el resguardo del equipo y los reactivos químicos mientras no se requieran.

En términos generales, las condiciones de equipamiento y los reactivos químicos requeridos deberán permitir realizar actividades prácticas y experimentales relacionadas con criminalística de campo, balística forense, fotografía forense, técnicas de identificación humana (descripción de media filiación, lofoscopia, antropología física y odontología forense), documentoscopia, química forense y análisis de pelos y fibras.

Figura 2. Ejemplo de planta de distribución del laboratorio de criminalística



Disposiciones reglamentarias y de seguridad

Como todo laboratorio, el de Criminalística deberá tener una serie de disposiciones normativas que contribuyan a generar un ambiente de trabajo seguro y favorable. Entre algunas de las indicaciones que deben considerarse, se encuentran:

- Todo el personal técnico y docente, así como las personas usuarias del laboratorio tendrán los mismos derechos y obligaciones.
- Es obligación de quienes hagan uso del laboratorio conocer las normas del reglamento en vigor con la finalidad de ejercer sus derechos y cumplir con las obligaciones y responsabilidades derivadas de su uso.
- Quienes usen el laboratorio tendrán derecho a recibir atención, apoyo y asesoría durante el desarrollo de las actividades realizadas en el laboratorio y de hacer uso del material y equipo necesario disponible para llevarlas a cabo.
- Cuando las instrucciones de la actividad realizada así lo señalen, deberá usar el equipo de protección personal indicado, evitar el uso de lentes de contacto y seguir estrictamente las indicaciones relacionadas con el manejo y destino final de los residuos generados; quedando estrictamente prohibido tirar a la tarja los desechos sólidos de las actividades realizadas.
- Quienes tengan el pelo largo deberán sujetárselo por la parte posterior de su cabeza.
- Es obligatorio conocer el funcionamiento básico del material y equipo requerido antes de emplearlo, revisar su integridad y funcionamiento al momento de recibirlo, entregarlo en las mismas condiciones y reportar —a quien corresponda (docente o responsable del laboratorio)— cualquier anomalía, desperfecto o falla en su funcionamiento inmediatamente después de percatarse de dicha situación.
- El material que resulte dañado durante la actividad realizada y no sea reportado como se indica en el punto inmediato anterior, deberá ser repuesto por el equipo de trabajo que lo haya utilizado.
- Queda estrictamente prohibido efectuar experimentos, pruebas, ensayos o modificaciones a los procedimientos establecidos por cuenta propia. Cualquier cambio, sustitución o modificación de material, equipo, reactivos o técnica procedimental deberá ser autorizada por la profesora o profesor a cargo del grupo o por la persona responsable del laboratorio.
- Ante cualquier incidente, accidente o situación anómala, deberá informarse de inmediato a quien corresponda (docente o responsable del laboratorio) para que atienda dicha situación.

- Al término de las actividades realizadas, el área de trabajo, el material y el equipo empleados deberán quedar en las mismas condiciones de limpieza y funcionamiento con las que fueron recibidas.
- Las actividades prácticas o experimentales programadas sólo podrán realizarse en presencia de la profesora o profesor a cargo del grupo o por la persona responsable del laboratorio; quienes darán por concluida la sesión y autorizarán la salida del laboratorio.
- Por razones de seguridad, al término de las actividades realizadas todas las personas sin excepción deberán lavarse las manos con agua y jabón.

Por este conducto yo, _____,
(Nombre del o la estudiante)
estudiante del _____ semestre de _____
(Nombre de la carrera o programa académico)
en _____,
(Nombre de la institución educativa) manifiesto haber leído el
presente reglamento, entendiendo los derechos y obligaciones que me corres-
ponden; comprometiéndome a que mi desempeño en el laboratorio se ajuste a lo
aquí estipulado.

Nombre completo y firma

Objetivo del cuaderno

El presente cuaderno de actividades fue concebido y diseñado como un recurso académico destinado al estudiantado de las licenciaturas en derecho, criminalística, criminología, investigación criminal y ciencias forenses, y pretende fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la criminalística mediante la integración de once prácticas de laboratorio diseñadas bajo criterios científicos, pedagógicos y metodológicos.

Las actividades prácticas y experimentales aquí propuestas han sido estructuradas de manera sistemática e incluyen objetivos claros, fundamentos teóricos esenciales, listados del material y equipo necesarios, procedimientos detallados, así como cuestionarios finales tendientes al análisis de los resultados y la reflexión crítica.

Así pues, a través de las actividades aquí propuestas, pretendemos que las y los estudiantes se familiaricen con las diversas técnicas, procedimientos, diligencias, operaciones o maniobras básicas relacionadas con la fijación y el procesamiento del lugar de los hechos y de los elementos indiciarios ahí encontrados; el revelado, fijación y recolección de huellas dactilares y palmares; la estimación del perfil biológico de personas no identificadas a partir de sus restos óseos; el análisis macro y microscópico de casquillos percutidos y proyectiles disparados por armas de fuego; así como la detección o identificación química de líquido seminal, residuos de disparos de armas de fuego y manchas visibles y latentes de sangre humana sobre diversas superficies.

La información y las actividades propuestas se sustentan en principios técnicos y científicos internacionalmente validados, así como en el marco normativo vigente en México; lo que nos permite asegurar que las diligencias a desarrollar no sólo son técnicamente pertinentes, sino también legalmente aceptadas.

Esperamos que el material presentado y las actividades a realizar ayuden a comprender los fundamentos teóricos de la metodología general de la investigación criminalística, desarrollen la habilidad de observación, favorezcan el razonamiento científico y fortalezcan la capacidad de interpretación de indicios y evidencias en el estudiantado; elementos indispensables en la formación de profesionales en el ámbito forense.

PARTE
1 *Criminalística
de campo*

Procesamiento criminalístico del lugar de intervención

Objetivo

Aplicar las técnicas y procedimientos necesarios para procesar criminalísticamente el lugar de los hechos o del hallazgo con base en recomendaciones y estándares internacionales.

Marco teórico

Tras la *notitia criminis*, y a petición del agente del ministerio público o de la policía de investigación, los operadores de las entidades especializadas en servicios periciales deberán acudir hasta el lugar en que se ha cometido el hecho presuntamente delictivo (*lugar del hecho*) o en el que se localizan o se aportan los indicios relacionados con el mismo (*lugar del hallazgo*); empleándose el término *lugar de intervención* para referir genérica e indistintamente a cualquiera de los dos escenarios mencionados (Secretaría de Gobernación, s.f.).

La finalidad principal del procesamiento del lugar de intervención es obtener la mayor cantidad posible de indicios o evidencias (García et al., 2017), con la intención de:

- Demostrar, técnica y científicamente, la ocurrencia del hecho que se investiga.
- Reconstruir en modo, espacio y tiempo, los eventos y las circunstancias relacionadas con el suceso.
- Identificar a los sujetos involucrados en el mismo.
- Precisar, con base en evidencias, la naturaleza y grado de participación de cada uno de ellos.

El plan general de actividades a desarrollar para procesar el lugar de intervención suele dividirse en las siguientes etapas o fases (Flores, 2017; García et al., 2017; INACIPE-AICEF, 2012):

1. *Entrevista inicial con el agente policial a cargo de la investigación*: se realiza con la intención de obtener la información preliminar disponible; inmediatamente después se procede a ratificar o rectificar la disposición de las líneas de acordonamiento.

2. *Recorrido preliminar y documentación inicial del lugar*: permite formarnos un panorama general del sitio; establecer prioridades de actuación; identificar los riesgos físicos, químicos o biológicos que persisten en el lugar para definir el equipo de protección personal a utilizar; estimar o desestimar la necesidad de apoyo especializado de otras dependencias o instituciones (Protección Civil, Cruz Roja, Bomberos, Ejército Mexicano); determinar la ubicación del puesto de mando o de control de las actividades periciales; y hacer constar, fotográficamente, la ubicación, las características y el estado en que se encuentre el sitio al arribo del personal técnico-científico.
3. *Búsqueda de indicios*: se efectúa mediante métodos específicos aplicables en función de la extensión y las características topográficas o arquitectónicas del lugar, las condiciones climatológicas y el equipo humano y los materiales disponibles para dicha tarea. La operación debe ser metódica, completa y reiterativa; pudiéndose recurrir a los métodos de búsqueda en franjas, criba, espiral, círculos concéntricos, peine o zonas. Una vez descubiertos, los indicios deberán individualizarse con señalizadores numéricos, alfabéticos o alfanuméricos.
4. *Fijación, recolección y embalaje de indicios*: la fijación o documentación de los hallazgos efectuados se puede realizar de manera escrita, fotográfica, planimétrica, videográfica, por moldeado o magnetofónica. Luego de ser fijados, los indicios deben ser recolectados, atendiendo a su naturaleza y propiedades, empleando las manos enguantadas o mediante el uso de pinzas, cucharillas, jeringas, goteros, hisopos humedecidos con solución fisiológica o agua destilada, fragmentos de cinta adhesiva o porciones de papel filtro o tela sin apresto. Finalmente, habrán de ser embalados de forma individual, en función de su naturaleza, tamaño y fragilidad, en bolsas de plástico o papel, cajas de cartón, tubos de ensayo y frascos de plástico o vidrio, para que, en todo momento, los indicios conserven su integridad e idoneidad.

Metodología

Material y equipo

- Formato impreso para el registro de actividades realizadas durante el procesamiento criminalístico del lugar de intervención (anexo A).
- Formato impreso para fijación planimétrica (anexo B).
- Bolígrafo con tinta azul.
- Señalizadores numéricos o alfabéticos.
- Testigos métricos de diferentes formas y tamaños.
- Brújula.
- Flexómetro, cinta métrica o distanciómetro digital.

- Pinzas con puntas engomadas.
- Hisopos estériles.
- Solución comercial de cloruro de sodio al 0.9 %.
- Bolsas de plástico transparente de diferentes tamaños.
- Bolsas de papel kraft de diferentes tamaños.
- Engrapadora.
- Caja armable de cartón para armas blancas o armas de fuego cortas.
- Cinchos de plástico de diferentes tamaños.
- Tijeras.
- Cinta adhesiva transparente convencional.
- Cinta adhesiva de seguridad.
- Hojas de papel aluminio de 30 x 40 cm.
- Cámara fotográfica digital.
- Claqueta (anexo C).
- Marcador con tinta azul.

Equipo de protección personal

- Overol desechable.
- Guantes de látex o nitrilo.
- Cubrebocas desechables.
- Cubrecalzado.

Procedimiento

1. Establezca la ubicación exacta del área que se le indique procesar, las condiciones medioambientales al momento de la diligencia, el norte geográfico y la hora de inicio de las actividades. Registre dicha información en el formato impreso propio para ello.
2. Colóquese el equipo de protección personal, siguiendo la secuencia técnica recomendada en el anexo D.
3. Verifique que la hora y la fecha en la cámara fotográfica coincida con la real y que la calidad de grabación de las imágenes corresponda al formato RAW.
4. Registre los datos requeridos en la claqueta (excepto la hora de término) y obtenga la fotografía inicial.
5. Proceda a tomar las imágenes fotográficas panorámicas y generales que considere necesarias.

6. Contando con la información preliminar proporcionada por quien durante el ejercicio funja como primer o primera respondiente, ingrese al área acordonada y lleve a cabo la búsqueda de indicios con el método que mejor se adapte a las características topográficas o arquitectónicas del sitio.
7. Identifique, numérica o alfabéticamente, todos los indicios encontrados y proceda a realizar las vistas fotográficas medias del lugar, así como los acercamientos y grandes acercamientos necesarios y suficientes para hacer constar las características de los hallazgos indiciarios.
8. Determine los elementos en el lugar que considerará como puntos fijos de referencia y registre en el formato correspondiente las distancias existentes entre estos y cada uno de los indicios.
9. Realice, en el formato disponible para la fijación planimétrica, un croquis simple y en vista superior del lugar procesado; ilustre, también en él, la ubicación de todos y cada uno de los hallazgos efectuados.
10. Proceda a recolectar o muestrear, según sea el caso, los elementos indiciarios considerados, teniendo en cuenta su naturaleza y demás características; anotando, en el multicitado formato de registro, la hora en que recabó cada uno de los indicios. Embálelos bajo las condiciones requeridas por cada uno de ellos.
11. Anote la hora de término de las actividades realizadas en la claqueta antes requisitada y tómele la última imagen fotográfica.
12. Quítese el equipo de protección personal siguiendo la secuencia recomendada en el anexo E.
13. Revise que el formato recibido para el registro de actividades realizadas durante el procesamiento criminalístico del lugar de intervención contenga toda la información solicitada y entréguelo para su revisión al profesor o la profesora titular de la materia, junto con una impresión en hojas de papel bond y preferentemente a color de la serie fotográfica conseguida.

Cuestionario

1. ¿Qué factores consideró para establecer el punto de ingreso al lugar de intervención?

2. Dadas las características del sitio en que se actuó, ¿era posible aplicar algún otro método de búsqueda diferente al que usted eligió?

3. ¿Qué criterio tomó para asignar el orden con el que identificó, numérica o alfabéticamente, los indicios encontrados en el lugar de intervención?

4. Teniendo en cuenta la naturaleza y la ubicación de los hallazgos efectuados en el lugar procesado, ¿se puede argumentar una mecánica preliminar de los hechos hipotéticamente ahí ocurridos? En caso de haberlo considerado posible, descríbala brevemente.

Estudiante: _____ Fecha: _____

Observaciones del o la docente:

Vo. Bo. del o la docente: _____

Recolección, embalaje y etiquetado de indicios

Objetivo

Aplicar las técnicas y procedimientos de recolección, embalaje y etiquetado de indicios atendiendo sus características y las recomendaciones establecidas en los manuales nacionales e internacionales de buenas prácticas.

Marco teórico

Los indicios materiales encontrados en el lugar de intervención deben ser recolectados y embalados adecuadamente mediante procedimientos técnicos y legalmente aceptables, con el fin de garantizar que estos sean los mismos que se exhiban, en caso de llegar a dicha instancia, en la audiencia de juicio oral como prueba y a solicitud de alguna de las partes (García et al., 2017).

La recolección de indicios se lleva a cabo atendiendo a su naturaleza (*físicos-químicos-biológicos*), estado físico (*sólidos-líquidos-gases*), tamaño (*transportables-no transportables*) y estabilidad (*percederos-no percederos*); ya sea de manera manual —siempre con las manos enguantadas— o instrumental; haciendo uso de pinzas de plástico o metal con las puntas engomadas, jeringas, cucharillas, espátulas laboratoriales, abatelenguas, palillos de madera, fragmentos de cinta adhesiva, aspiradoras, pipetas desechables o goteros.

Las manchas embebidas, impregnadas o adheridas en objetos no transportables que resulten de interés, pueden colectarse recortando parte de la superficie del sustrato, muestreando con porciones de papel filtro, tela de algodón o hisopos humedecidos con agua destilada o solución fisiológica o raspándolas, estando estas ya secas, con una navaja u hoja de bisturí.

Una vez recolectados los elementos indiciarios deben ser empacados o embalados en bolsas de plástico o de papel; cajas de cartón; frascos de plástico o vidrio; tubos de vidrio, plástico o cartón; sobres de papel; hojas de papel aluminio o cualquier otro recipiente que los contenga, proteja y preserve; siempre con la intención de que conserven su integridad, identidad, autenticidad e idoneidad durante todo el proceso penal (INACIPE, 2012; Secretaría de Gobernación, s.f.).

El empaque o embalaje empleado deberá sellarse mediante procedimientos mecánicos, adhesivos o térmicos que produzcan rastros, marcas, manchas, señales o vestigios visibles en caso que sean abiertos indebidamente o sin autorización (Secretaría de Gobernación, s.f.); debiendo firmar quien embala, a manera de lacrado, sobre los elementos de cierre empleados en el proceso.

Los indicios empacados o embalados se identifican individualmente, adhiriéndoles (según se establece en la *Guía nacional de cadena de custodia*) una etiqueta con la siguiente información: número de folio; caso o carpeta de investigación; fecha y hora en que se recolectó el indicio; letra, número o combinación de ambos con que fue identificado; así como una breve descripción del elemento indiciario en cuestión (Secretaría de Gobernación, s.f.).

Para efectos legales debe implementarse un sistema de control y registro de las características de los indicios o elementos materiales probatorios conseguidos; las personas involucradas en su obtención, localización, descubrimiento, aportación, traslado, resguardo, inspección y análisis, así como los cambios en la posesión o el resguardo de los indicios a lo largo de la investigación con motivo de inspecciones oculares o análisis periciales a los que fueron sometidos (Cervantes, 2016); actividad que se materializa en la práctica con el llenado del formato impreso denominado *registro de cadena de custodia*.

Metodología

Material y equipo

- Bolsas de plástico transparente de diferentes tamaños.
- Bolsas de papel kraft de diferentes tamaños.
- Engrapadora.
- Cinta adhesiva transparente convencional.
- Cinta adhesiva de seguridad.
- Etiquetas de papel.
- Tijeras.
- Formato impreso para el registro de cadena de custodia, disponible en <https://www.secretariadoejecutivo.gob.mx/docs/pdfs/normateca/protocolos/cp-RegistrodCadenadeCustodia.pdf>
- Formato impreso para el registro de la entrega-recepción de indicios o elementos materiales probatorios, disponible en <https://www.secretariadoejecutivo.gob.mx/docs/pdfs/normateca/protocolos/cp-Entegarecepcelementosmaterialesprobatorios.pdf>
- Bolígrafo con tinta azul.
- Marcador con tinta permanente de color negro.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.
- Cubrebocas desechables.

Procedimiento

1. Embale cada uno de los objetos que le fueron entregados, en bolsas de plástico o papel, considerando su naturaleza y tamaño.
2. Cierre y selle las bolsas de embalaje con tramos de cinta adhesiva de seguridad y estampe su firma con un marcador de tinta permanente, de modo que una parte quede directamente en el sobre y la otra sobre el precintado.
3. Anote los datos de cada indicio en una etiqueta de papel y péguela con cinta adhesiva transparente en la parte exterior de los sobres que los contengan.
4. Requisite el formato denominado *Registro de cadena de custodia* que se le proporcionó con la información que corresponda. No olvide cancelar los espacios que queden sin información.
5. Proceda al llenado del formato impreso denominado *Registro de la entrega-recepción de indicios o elementos materiales probatorios* y entréguelo, junto con los indicios y el registro de cadena de custodia, a la persona titular de la materia para su revisión y evaluación final.

Cuestionario

1. ¿Qué diferencias existen entre la localización, el hallazgo y la aportación de indicios?

2. ¿Por qué los indicios biológicos deben empacarse o embalarse en contenedores de papel?

3. ¿Cuál es la razón por la que no deben dejarse espacios en blanco y sin cancelar en el registro de cadena de custodia?

4. Explique el procedimiento a seguir si se recibe un indicio mal embalado o abierto:

Estudiante: _____ Fecha: _____

Observaciones del o la docente:

Vo. Bo. del o la docente: _____

Fijación fotográfica y por moldeo de huellas de calzado

Objetivo

Aplicar los procedimientos técnicos adecuados para la fijación fotográfica y por moldeo de huellas de calzado.

Marco teórico

Las huellas de calzado encontradas sobre algunas superficies blandas pueden aportar información valiosa que acerca a la identificación de quien las produjo o a la mecánica general del hecho que se investiga (García et al., 2017).

Para tales efectos suele recurrirse al estudio de sus características de clase (tipo, forma, tamaño y diseño) e individuales (particulares en su forma de producción, marcas de desgaste, imperfecciones, etcétera), así como al análisis de las distancias entre huella y huella y el sentido de producción de las mismas (García et al., 2017; Morales, 2010).

Debido a su mecanismo de producción y apariencia final, las huellas de calzado corresponden al grupo de las llamadas *huellas deprimidas* o *negativas* (Montiel, 1990) y pueden fijarse fotográficamente o por moldeo.

Para que las imágenes fotográficas resulten de utilidad en futuros procesos de comparación, deberán tomarse con la mayor resolución posible, enfocando manualmente en el fondo de la impresión y preferentemente con diafragmas cerrados para obtener la mayor profundidad de campo posible; debiéndose emplear testigos métricos rígidos y ubicados a la misma profundidad que el fondo de la huella problema.

Si la impresión se encuentra en un lugar abierto, se recomienda bloquear la luz directa e indirecta del sol e iluminarla oblicuamente con la intención de destacar las particularidades de su relieve (García et al., 2017).

El moldeo de este tipo de huellas puede realizarse empleando látex, alginato, cemento, yeso y diversos productos poliméricos comerciales. Debido a su disponibilidad, bajo costo y facilidad de preparación, suele preferirse el yeso (Guzmán, 1997), especialmente el llamado *yeso blanco*, *yeso de París* o *yeso odontológico tipo II* (Enciclopedia Británica, 2025; Villanueva y García, 2001).

Las estructuras moldeadas pueden llegar a reproducir detalles tridimensionales imposibles de acreditar mediante fotografías, eliminan los problemas de escala, paralelaje y perspectiva, y hacen posible la identificación, por comparación, de una huella problema teniendo como referencia las particularidades de la suela de algún calzado de procedencia conocida (García et al., 2017).

Metodología

Material y equipo

- Cámara fotográfica digital.
- Tripié para cámara fotográfica.
- Testigos métricos de diferentes tamaños.
- Pieza de cartón de 50 x 50 cm.
- Lámpara portátil.
- Bastidor de plástico o madera de por lo menos 15 x 35 cm.
- Estacas de madera de 0.5 x 20 cm.
- Varillas de madera de 0.5 x 45 cm.
- Nivel de burbuja.
- Alambre de jardinería.
- Pinzas de corte.
- Recipiente de plástico de 2,000 ml de capacidad.
- Recipiente de plástico de 500 ml de capacidad.
- Yeso de París.
- Agua.
- Espátula.
- Spray fijador para cabello.
- Brocha de cerdas naturales de dos pulgadas.

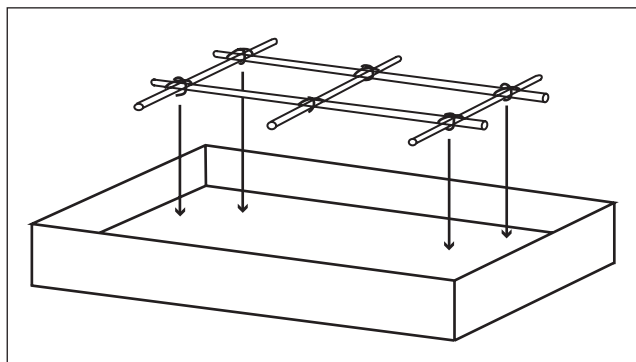
Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.

Procedimiento

1. Realice la inspección ocular del área de trabajo que le haya sido asignada y seleccione la huella de calzado de su interés.
2. Monte la cámara fotográfica en el tripié y posicónela sobre la huella problema, de modo que el eje óptico del objetivo forme un ángulo de 90° con el plano de la impresión.
3. Evalúe, a través del visor de la cámara, si el contraste generado por la iluminación natural existente en el sitio permite captar las características del diseño original de la suela y las que pudiera llegar a presentar debido a su desgaste. En caso contrario bloquee, si fuera necesario, la luz solar directa con una hoja de cartón e ilumine oblicuamente, en un ángulo de entre 10 y 15° , la impresión de interés con la lámpara portátil.
4. Coloque un testigo métrico junto a la huella problema y regístrela fotográficamente, cuidando el encuadre, el enfoque y la resolución de la toma. La regleta o escuadra empleada debe ubicarse a la misma profundidad que el fondo de la impresión por documentar.
5. Ubique el bastidor de plástico o madera en torno a la impresión de calzado y asegúrelo en el suelo con pequeñas estacas de madera puestas en el exterior, procurando además que el borde superior quede nivelado.
6. Sujete cinco varillas de madera con longitudes que se ajusten holgadamente a las dimensiones internas del bastidor (véase figura 3) y colóquelas, por el momento, a un lado del área de trabajo.

Figura 3. Bastidor y estructura de refuerzo armada



7. Si la impresión se encuentra sobre tierra seca y suelta, rocíela cuidadosamente con el fijador para el cabello, cuidando que este procedimiento no afecte la forma ni la integridad del indicio.
8. Prepare el yeso que empleará para el moldeo, para ello agregue tres partes de yeso de París (aproximadamente 1,500 g) y dos partes de agua (alrededor de 1,000 ml) en un recipiente de plástico y mezcle hasta que no queden grumos.

9. Vierta lentamente la mezcla sobre el fondo de la huella problema hasta alcanzar una altura de aproximadamente un centímetro. Coloque entonces sobre la superficie del yeso vertido las varillas de madera que reposan junto al bastidor y añada el yeso restante hasta obtener una capa adicional de dos centímetros de espesor.
10. Deje fraguar el yeso por un tiempo de entre 20 y 40 minutos, dependiendo de las condiciones medioambientales. Al cabo de dicho tiempo, retire el bastidor y levante la placa de yeso endurecido con ayuda de la espátula.
11. Lleve la placa al laboratorio, colóquela sobre la mesa de trabajo con la superficie moldeada hacia arriba y déjela secar por al menos 24 horas más. Finalmente, retire con una brocha las adherencias del soporte que hayan quedado y documente fotográficamente la huella de calzado obtenida.

Cuestionario

1. Describa las características macroscópicas de la superficie en que localizó la huella de calzado que procesó:

2. ¿Cuál fue la mayor dificultad que afrontó para realizar la fijación fotográfica de la huella de calzado problema?

3. ¿Cuánto tardó en fraguar el yeso empleado para moldear la huella de calzado problema?

4. Pida a su docente que le muestre la suela del calzado empleado para producir la huella problema y califique, del 1 al 10, el grado de correspondencia entre sus características y los detalles conseguidos en la impresión obtenida por usted:

Estudiante: _____ Fecha: _____

Observaciones del o la docente:

Vo. Bo. del o la docente: _____

PARTE
2 *Métodos de
identificación humana*

Procesamiento de indicios lofoscópicos con reveladores físicos

Objetivo

Aplicar las técnicas de búsqueda, revelado, fijación y recolección de huellas dactilares y palmares empleando reveladores físicos.

Marco teórico

El contacto de las yemas de los dedos y las palmas de las manos con los objetos manipulados da lugar a dos tipos de huellas lofoscópicas: *visibles* y *latentes*.

- Las *huellas lofoscópicas visibles* son producidas por el depósito en la superficie contactada de ciertas sustancias coloridas, tales como tinta, sangre, pintura, lodo o cualquier otra sustancia pigmentada (Yamashita y French, 2011), adheridas a la epidermis; pudiéndose entonces apreciar con notable facilidad, de ahí su nombre, a simple vista.
- Las *huellas lofoscópicas latentes* se generan mayoritariamente por el depósito del sudor excretado, de manera natural y continua, por los poros ubicados en las crestas de fricción de las palmas de las manos y las yemas de los dedos y, si bien no son completamente invisibles pues se pueden apreciar con un poco de luz oblicua, requieren ser tratadas para mejorar, optimizar o facilitar su observación y análisis (FGE-Colima, 2021).

Las impresiones dactilares y palmares latentes pueden procesarse haciendo uso de ciertos productos que fundamentan su actividad en principios físicos, tales como la adherencia de éstos a sus componentes acuosos y oleosos (*reveladores físicos*) o en la reactividad de algunas sustancias químicas a los aminoácidos, las proteínas, los lípidos, las sales minerales y otros compuestos que las conforman para dar lugar a productos coloridos o poliméricos (*reveladores químicos*) (FGE-Colima, 2021; Sirchie, 2013).

Los reveladores físicos se encuentran en forma de polvos (*negro de humo*, óxidos, *metálicos*, *magnéticos*, *fluorescentes* y *en suspensión*) y de entre los reveladores químicos destaca el *yodo*, la *ninhidrina*, el *cianoacrilato*, el *nitrate de plata* y el *crystal violeta* (García et al., 2017).

La técnica de revelado a emplear en cada caso depende de la antigüedad de la huella, las condiciones medioambientales antes, durante y después de su impresión y la naturaleza, textura, color y condiciones de limpieza del sustrato (Yamashita y French, 2011).

Así pues, los polvos convencionales (entre los que se encuentra el negro de humo y los óxidos), metálicos y fluorescentes, resultan útiles para impresiones recientes, puestas en superficies secas, relativamente lisas y no porosas (vidrio, metales, porcelana, superficies con recubrimiento cerámico, plásticos, madera tratada, papel plastificado, fórmica y melamina); el polvo magnético funciona aceptablemente en impresiones recientes puestas sobre superficies no ferrosas secas, porosas y no porosas y relativamente lisas (vidrio, porcelana, superficies con recubrimiento cerámico, plásticos, madera tratada, papel plastificado, papel no plastificado, cartón, cuero, fórmica, melamina y poliestireno o unicel); en tanto que los polvos en suspensión, mejor conocidos como *reactivo de partículas pequeñas*, resultan de gran utilidad en impresiones recientes sobre superficies secas o mojadas, relativamente lisas y no porosas (vidrio, metales, porcelana, superficies con recubrimiento cerámico, plásticos, superficies enceradas, madera tratada, fórmica, melamina, polietileno y unicel) (FGE-Colima, 2021; Sirchie, 2013).

Metodología

Revelado con polvo convencional

Material y equipo

- Polvo negro convencional para revelado de indicios lofoscópicos.
- Brocha con cerdas de fibra de vidrio.
- Plumero de marabú.
- Hoja blanca de papel bond.
- Cinta adhesiva transparente o levantadores comerciales de indicios lofoscópicos.
- Marcador con tinta permanente.
- Tarjetas de trasplante de impresiones lofoscópicas (anexo F).
- Lámpara de mano.
- Cámara fotográfica digital.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.
- Cubrebocas.

Procedimiento

1. Busque y localice indicios lofoscópicos latentes en los objetos problema que le proporcione su guía catedrático. Puede hacer uso de la lámpara de mano, haciendo incidir, oblicuamente, el haz de luz generado.
2. Una vez encontrados, coloque una pequeña cantidad (mientras menos, mejor) de polvo negro convencional sobre una hoja de papel bond limpia y cargue las puntas de la brocha con dicho revelador.
3. Aplique cuidadosamente el polvo sobre el objeto de interés rotando el mango y, por ende, las cerdas de fibra de vidrio de la brocha. Evite el contacto excesivo con la superficie, ya que podría alterar o borrar el indicio procesado.
4. Quite el exceso de polvo revelador usando un plumero de marabú.
5. Coloque sobre cada una de las huellas reveladas un tramo de cinta adhesiva y elimine, mediante presión, las burbujas de aire que se hayan formado. Identifique con números, letras o la combinación de ambos, cada uno de los indicios conseguidos. A las cintas con huellas reveladas de superficies verticales deberá dibujársele una flecha con la punta hacia arriba indicando su orientación. Fije fotográficamente el resultado obtenido.
6. Despegue cuidadosamente la cinta adhesiva, adhiérala a una tarjeta de trasplante y anote la información requerida en el reverso de la misma.

Revelado con polvo magnético

Material y equipo

- Polvo negro magnético para revelado de indicios lofoscópicos.
- Aplicador de polvo magnético.
- Cinta adhesiva transparente o levantadores comerciales de indicios lofoscópicos.
- Marcador con tinta permanente.
- Tarjetas de trasplante de impresiones lofoscópicas.
- Cámara fotográfica digital.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.
- Cubrebocas.

Procedimiento

1. Busque y localice huellas lofoscópicas latentes en las superficies del objeto problema asignado.

2. Una vez encontradas, incluso aún sin haberlo hecho, introduzca la punta del aplicador magnético al recipiente con el polvo a emplear en la actividad y aplíquelo cuidadosamente sobre la superficie problema mediante movimientos circulares o de un lado a otro. Al finalizar, quite el exceso de material con el mismo aplicador y regréselo a su frasco de origen.
3. Coloque sobre la huella o las huellas dactilares reveladas un tramo de cinta adhesiva y elimine, mediante presión, las posibles burbujas de aire que se hayan formado. Identifique con números, letras o la combinación de ambos cada uno de los indicios obtenidos. Fije fotográficamente el o los fragmentos lofoscópicos revelados.
4. En caso de huellas reveladas de superficies no porosas, despegue cuidadosamente los fragmentos de cinta adhesiva, adhiéralas a una tarjeta de trasplante y anote la información requerida en el reverso de la misma.

Revelado con polvo fluorescente

Material y equipo

- Polvo fluorescente para revelado de indicios lofoscópicos.
- Brocha con cerdas de fibra de vidrio.
- Plumero de marabú.
- Hoja blanca de papel bond.
- Cinta adhesiva transparente o levantadores comerciales de indicios lofoscópicos.
- Marcador con tinta permanente de color negro.
- Tarjetas de trasplante de impresiones lofoscópicas.
- Lámpara de mano.
- Fuente de luz ultravioleta (380-450 nm) o azul (450-475 nm).
- Cámara fotográfica digital.
- Tripié para cámara fotográfica.
- Filtro de barrera naranja para el objetivo de la cámara empleada.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.
- Cubrebocas.
- Gafas de seguridad naranja.

Procedimiento

1. Busque y localice indicios lofoscópicos latentes en el objeto problema asignado, haciendo uso de un haz de luz incidiendo oblicuamente.
2. Cargue las puntas de la brocha con un poco de polvo fluorescente, como lo hizo al emplear el polvo negro convencional, puesto sobre una hoja de papel bond limpio.
3. Aplique cuidadosamente el revelador sobre el área a procesar rotando el mango y, por ende, las cerdas de fibra de vidrio de la brocha.
4. Quite el exceso de polvo aplicado usando un plumero de marabú.
5. Coloque sobre la huella o las huellas reveladas un tramo de cinta adhesiva y elimine, mediante presión, las burbujas de aire que se hayan formado. Identifique con números, letras o la combinación de ambos cada uno de los indicios obtenidos. Colóquese las gafas de seguridad, ilumine los indicios lofoscópicos revelados con luz ultravioleta o azul y fije fotográficamente las huellas reveladas, montando la cámara en un tripié, con objetivo macro, en ISO 200 o 400, con filtro de barrera naranja en el objetivo, diafragma abierto (f/5.6) y tiempo de exposición de 15 segundos.
6. Despegue cuidadosamente la cinta adhesiva de la superficie problema, adhiérala a una tarjeta de trasplante y anote la información requerida en el reverso de la misma.

Cuestionario

1. ¿Cuáles fueron las mayores dificultades técnicas que tuvo durante las actividades realizadas?

2. ¿Qué ventajas y desventajas encontró entre el uso del polvo convencional y el magnético?

3. ¿Cuál de los tres tipos de polvos utilizados le permitió obtener mejores resultados?

4. ¿Qué inconvenientes tuvo al levantar, con los fragmentos de cinta adhesiva, las impresiones lofoscópicas reveladas en superficies texturizadas?

5. ¿Cómo se podrían evitar los inconvenientes referidos ante la necesidad de levantar huellas reveladas en superficies texturizadas?

Estudiante: _____	Fecha: _____
Observaciones del o la docente:	

Vo. Bo. del o la docente: _____	

Procesamiento de indicios lofoscópicos con reveladores químicos

Objetivo

Aplicar las técnicas de búsqueda, revelado, fijación y recolección de huellas dactilares y palmares empleando violeta de genciana y yodo como reveladores químicos.

Marco teórico

Existen diversas sustancias que pueden ser empleadas como reveladores químicos de impresiones lofoscópicas, entre estas se encuentra la violeta de genciana y el yodo.

La violeta de genciana, también conocida como *crystal violeta*, *violeta cristal* o *violeta de metilo* es empleada como indicador de pH y colorante de muestras histológicas (Gómez et al., 2019).

El uso de esta sustancia como revelador químico de impresiones lofoscópicas latentes radica en su propiedad de teñir las células de descamación de la piel presentes en las huellas y de reaccionar con la fracción grasa y sebácea del material que las conforman; dando una coloración violácea o púrpura intensa que ofrece alta eficiencia en el revelado de indicios lofoscópicos ubicados en la parte engomada de las cintas adhesivas y las piezas de unicel (FGE-Colima, 2021; Sirchie, 2013).

En lo que al yodo respecta, los vapores producidos durante la sublimación generan, al contacto con las impresiones dactilares o palmares latentes, una coloración café-amarillo que tiende a desaparecer al cabo de unos segundos (López, 2022).

La coloración en cuestión es producto de la reacción de adición reversible de los átomos de yodo en los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados presentes en los indicios lofoscópicos (Lee y Gaensslen, 2001) y los enlaces intermoleculares dipolo-dipolo formados entre las moléculas del yodo y del agua existente en las huellas latentes impresas, potenciados por la presencia de las sales inorgánicas presentes (Almog et al., 1979; López, 2022).

El yodo se emplea en impresiones de no más de 48 horas puestas sobre superficies porosas (papel, cartón, cartulina, papel moneda y madera no tratada), así como algunas superficies no porosas de naturaleza no metálica (FGE-Colima, 2021; Sirchie, 2013).

Metodología

Revelado con violeta de genciana

Material y equipo

- Dos recipientes de plástico con por lo menos 500 ml de capacidad volumétrica.
- Solución comercial de violeta de genciana.
- Agua.
- Pinzas de metal.
- Cinta adhesiva transparente.
- Marcador con tinta permanente.
- Cámara fotográfica digital.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.

Procedimiento

1. Añada la cantidad necesaria de solución comercial de violeta de genciana en uno de los recipientes de plástico (recipiente A) hasta que el nivel del líquido alcance una altura de aproximadamente 1.0 cm con respecto al fondo y agregue agua en el otro (recipiente B) hasta aproximadamente tres cuartas partes de su capacidad.
2. Empleando las pinzas de metal sumerja completamente durante 20 a 30 segundos el tramo de cinta adhesiva problema que se le proporcione en el recipiente A.
3. Saque la cinta adhesiva problema del revelador y sumérgjala en el agua contenida en el recipiente B hasta quitar el exceso de colorante.
4. Coloque el tramo de cinta lavada con el lado adhesivo hacia arriba sobre una hoja de papel bond hasta completar su secado, y cubra finalmente las huellas reveladas con trozos de cinta adhesiva transparente para su mejor conservación. Identifique los indicios obtenidos mediante números, letras o la combinación de estos y fije fotográficamente las huellas reveladas.

Revelado con pipetas vaporizadoras de yodo desechables

Material y equipo

- Pipetas vaporizadoras de yodo desechables.
- Acentuadores de impresiones con yodo.

- Marcador con tinta permanente.
- Cámara fotográfica digital.

Equipo de protección personal

- Anteojos de seguridad.

Procedimiento

1. Coloque sobre la mesa de trabajo el documento problema que le asigne el personal del laboratorio o docente.
2. Rompa la ampolleta de yodo contenida en el cuerpo de la pipeta vaporizadora, quite la tapa de la boquilla de salida, sujete la ampolleta con toda la cara anterior o palmar de su mano y sople suavemente en el extremo opuesto del tubo, dirigiendo los vapores generados a la superficie por examinar a una distancia de entre 1 y 3 cm.
3. Identifique los indicios lofoscópicos revelados y fíjelos fotográficamente. En caso de contar con reactivo acentuador, aplíquelo y proceda a la fijación fotográfica del resultado conseguido.
4. Una vez concluida la actividad, coloque la tapa en la boquilla de salida de la pipeta vaporizadora y deséchela siguiendo las indicaciones del responsable del laboratorio.

Revelado con yodo en cámara de vaporización

Material y equipo

- Cámara de vaporización de yodo.
- Yodo elemental a granel o en ampolleta.
- Espátula.
- Vidrio de reloj.
- Hoja blanca de papel bond.
- Marcador con tinta permanente.
- Acentuadores de impresiones con yodo.
- Balanza de precisión.
- Cámara fotográfica digital.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.
- Mascarilla desechable de protección respiratoria contra gases y vapores.
- Anteojos de seguridad.

Procedimiento

1. Suspenda el documento problema de algunos de los clips ubicados en el interior de la cámara de vaporización. Incluya una porción de papel bond con una huella dactilar depositada intencionalmente para que funcione como huella control.
2. Deposite el contenido de una ampolleta de cristales de yodo (o 2 g si se utiliza el reactivo a granel) en un vidrio de reloj.
3. Coloque el vidrio de reloj preparado sobre la placa de calefacción de la cámara de vaporización. La placa debe estar fría al tacto al colocar los cristales a sublimar.
4. Cierre y asegure la puerta de la cámara de vaporización.
5. Encienda la placa de calentamiento de la cámara hasta que la temperatura alcance los 80 °F (26.66 °C) o comience la producción de vapores. Apague la placa de calentamiento tan pronto como el vapor de yodo sea visible para evitar el consumo excesivo del reactivo.
6. Una vez revelada la huella o las huellas latentes, extraiga el documento problema (véase nota de precaución*), identifique numérica o alfabéticamente las huellas reveladas y fíjelas fotográficamente. En caso de contar con reactivo acentuador de impresiones con yodo aplíquelo a las huellas reveladas y proceda a su fijación fotográfica.
7. Al término de la actividad, entregue el vidrio de reloj y lo que haya quedado de yodo en él a la persona responsable del laboratorio.

***Nota de precaución:** Los vapores de yodo son tóxicos, irritan la piel y los ojos y pueden llegar a corroer los metales. Antes de abrir la cámara, desconéctela y llévela a un lugar ventilado. Las imágenes fotográficas deberán tomarse opuestamente al sentido del viento; es decir, dando la espalda y preferentemente empleando mascarilla de protección respiratoria.

Cuestionario

1. ¿Encontró alguna diferencia en la intensidad de las coloraciones desarrolladas en las huellas reveladas con la violeta de genciana? En caso de contestar afirmativamente, ¿a qué cree que se deban dichas diferencias?

2. ¿Qué ventajas y desventajas tiene el revelado de huellas dactilares mediante los vapores de yodo generados en una pipeta de vaporización con respecto al uso de la cámara de vaporización eléctrica?

3. ¿Cuánto tiempo tardaron en desvanecerse las huellas reveladas con yodo al no emplearse el reactivo acentuador de tales impresiones?

4. El reactivo acentuador de impresiones con yodo contiene un compuesto orgánico denominado *7,8-benzoflavona*; en caso de haberlo utilizado en esta actividad, ¿apreció algún cambio en la coloración o en la duración de las huellas reveladas?

Estudiante: _____ Fecha: _____

Observaciones del o la docente:

Vo. Bo. del o la docente: _____

Estudio antropológico de restos óseos

Objetivo

Estimar el perfil biológico de restos óseos problema mediante el análisis de sus características métricas y morfológicas.

Marco teórico

La antropología pretende identificar a las personas a través del estudio de las particularidades métricas y morfológicas de las diversas estructuras que conforman su sistema esquelético (Villalaín, 2000).

Entre las solicitudes más frecuentemente requeridas en el ámbito forense se encuentra la determinación de especie, de etnia o de patrón ancestral, así como el sexo biológico, la edad y la talla o estatura de la persona a la que pertenecían los restos óseos (De Luca, 2022). La búsqueda y descripción de ciertas particularidades, tales como deformaciones, amputaciones, prótesis óseas, fracturas consolidadas y otras secuelas post-traumáticas permiten mayor aproximación a la identidad de la víctima y a la estimación de la data y la causa de la muerte de la persona en estudio.

La identificación de la especie suele realizarse con relativa facilidad, puesto que —exceptuando los huesos de algunos grandes primates, los de las patas de ciertas especies de osos y las vértebras que conforman la cola de los caballos—, las estructuras óseas animales suelen ser diferentes en forma, tamaño y robustez a los de sus contrapartes de los seres humanos (Miquel, 2000; Reverte, 1999).

La etnia, ascendencia, afinidad poblacional o patrón ancestral se establece a través del examen macromorfoscópico de algunos rasgos del cráneo (De Luca, 2022), tales como el perfil facial, la anchura de la abertura nasal, la forma de la órbita ocular, la distancia interorbital, la magnitud de la proyección de la espina nasal y, entre otras características más, la forma de la arcada dental y la de las suturas palatomaxilares (Krenzer, 2006b).

La estimación del sexo biológico se basa en el registro de las diferencias significativas, en la forma y el tamaño de ciertas estructuras óseas; especialmente en la pelvis, el cráneo y la mandíbula, moduladas a partir de la adolescencia por el influjo de las hormonas sexuales.

Así pues, en términos generales, los huesos de los sujetos del sexo masculino son más grandes y robustos que las piezas óseas de las personas del sexo femenino (Gómez-Valdés et al., 2022); siendo esto una de las diversas manifestaciones fenotípicas del llamado *dimorfismo sexual*.

La edad suele determinarse en función de los cambios estructurales asociados a la consolidación y el desgaste de diversas estructuras óseas que conllevan el envejecimiento (De Luca, 2022). Entre estos destaca el análisis del extremo esternal de la clavícula y las primeras cuatro costillas, el avance de la sinostosis de las suturas craneales y palatinas, el grado de osificación del cartílago tiroideos, las características morfológicas de la sínfisis púbica, los cambios morfológicos en las vértebras y el tejido esponjoso del húmero y fémur, la intensidad del desgaste de las piezas dentales y la translucidez de sus raíces (Krenzer, 2006a; Miquel y Polo, 2000).

La estatura se calcula en función de la longitud de los huesos largos y a través de las llamadas *fórmulas o ecuaciones de regresión* (Krenzer, 2006b); recomendándose aplicar para estos fines en la población contemporánea de nuestro país, las propuestas por Menéndez, Sánchez y Gómez (2022).

Metodología

Material y equipo

- Sábana desechable.
- Formato impreso para inventario de piezas óseas (anexo G)
- Lápices de colores.
- Bolígrafo con tinta roja.
- Regla de plástico transparente.
- Calculadora.
- Vernier metálico.
- Tabla osteométrica.
- Modelo anatómico del esqueleto humano.
- Cámara fotográfica digital.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.
- Cubrebocas desechables.

Procedimiento

Inventario de las piezas óseas recibidas

1. Disponga los huesos que se le proporcionen sobre una sábana —extendida encima de la mesa de trabajo— considerando la ubicación y lateralidad de cada pieza ósea. Use como referencia algún modelo anatómico del esqueleto humano.
2. Tras completar lo anterior, indique pintando de color amarillo —en el esquema que se le entregó para tal efecto— los huesos o porciones de huesos recibidos y en color negro los huesos o porciones de huesos faltantes.


























Estimación de especie

1. Empleando el vernier que se le proporcione, establezca los diámetros mínimos de la diáfisis (DMD) y del conducto medular (DMCM) de las piezas óseas recibidas.
2. Anote los resultados en la siguiente tabla, calcule el índice medular (IM) y establezca, asumiendo que los huesos humanos tienen índices medulares de 0.45 o menos y los huesos animales presentan índices medulares de 0.50 o más, la naturaleza de los restos óseos problema.

Pieza	DMD	DMCM	IM = DMCM/DMD	Naturaleza humana o animal
1				
2				
3				
4				

Estimación del sexo biológico (método de Walker)

1. Coloque el cráneo problema sobre la mesa de trabajo y determine el valor numérico según la tabla mostrada a continuación, de cada uno de los siguientes puntos o regiones craneales.

Variaciones en algunas características del cráneo debidas al dimorfismo sexual					Puntuación del cráneo problema	
Cresta nugal						
Proceso mastoideo						
Borde supraorbitario						
Proyección glabellar						
Prominencia del mentón						

Nota. Adaptada de Buikstra y Ubelaker (1994) y Walker (2008).

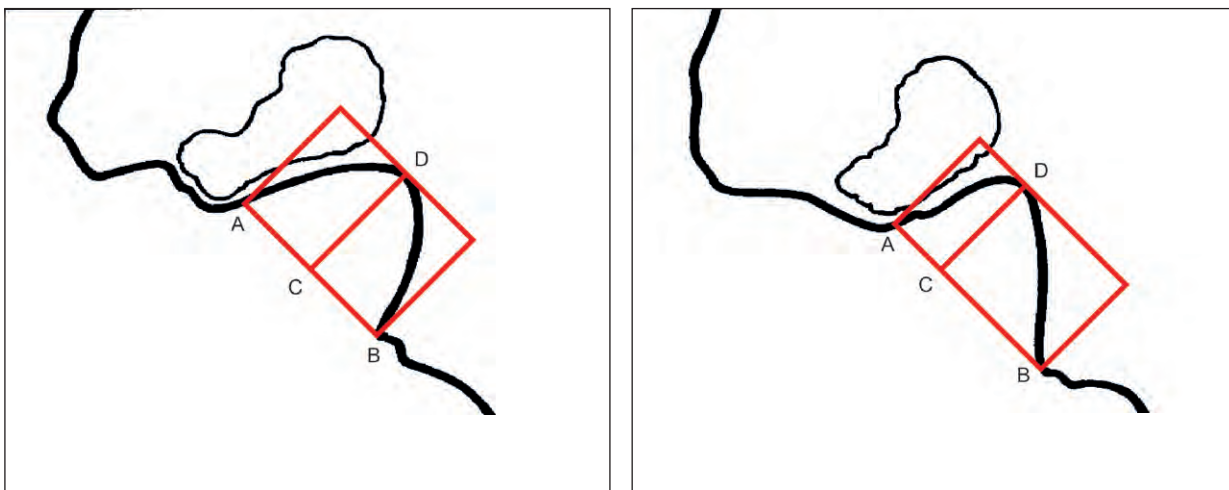
2. Sume la puntuación estimada y establezca el aparente sexo biológico del espécimen analizado; considere, sin que necesariamente sea este el punto óptimo de corte entre los dos sexos (Gómez-Valdés, 2022), que los valores superiores a 15 corresponden mayoritariamente a sujetos del sexo masculino y valores inferiores a 15 corresponden, por el contrario, al sexo femenino.

Puntuación total del cráneo problema	Sexo aparente

Estimación del sexo biológico (método de Bruzeck)

1. Posicione el iliaco problema con la faceta auricular de la articulación sacroilíaca frente a usted y regístrela fotográficamente, incluyendo en el encuadre la escotadura ciática mayor.
2. Imprima la imagen obtenida y trace, con tinta roja, un rectángulo en la impresión, donde delimite la escotadura ciática, como se indica en las imágenes de la figura 4.

Figura 4. Delimitado de la escotadura ciática



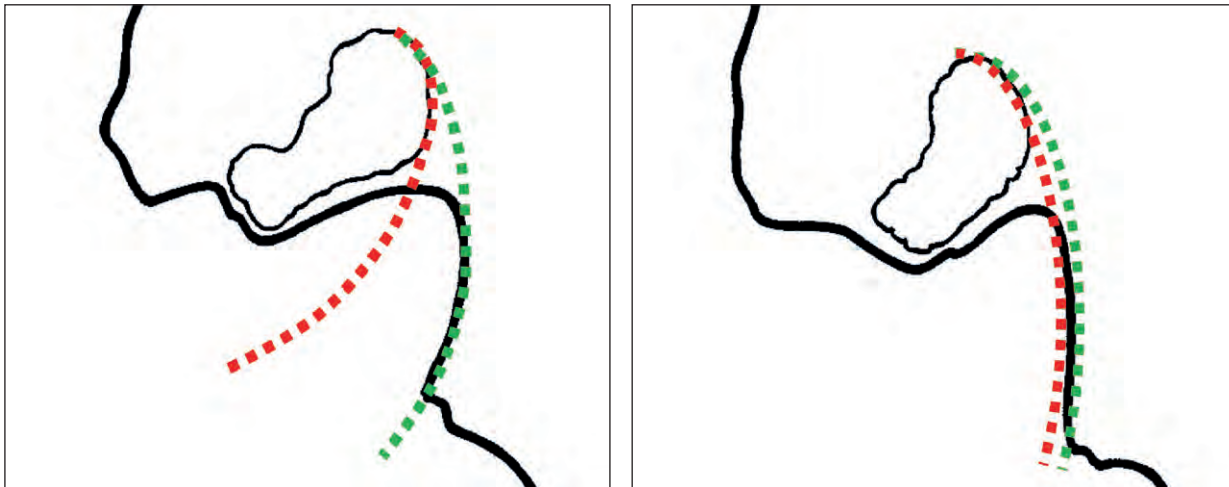
Nota. Adaptada de Rodas (2023).

3. Determine las dimensiones de los segmentos del rectángulo trazado indicados y marque con una × el resultado de la comparación solicitada en la tabla que se presenta a continuación:

Características comparadas			Resultado	Sexo probable
Segmento A-C	Mayor que	Segmento C-B		Femenino
	Igual que			Femenino
	Menor que			Masculino
Segmento C-B	Mayor que	Segmento C-D		Masculino
	Similar a			Femenino

4. Trace en la misma impresión, también con tinta roja y como se indica en las imágenes de la figura 5, un arco a lo largo del borde anterior de la faceta auricular (FA) y otro (mostrado en verde) a lo largo del borde anterior de la escotadura ciática mayor (ECM) y en la tabla indique con una × el resultado obtenido:

Figura 5. Arco compuesto



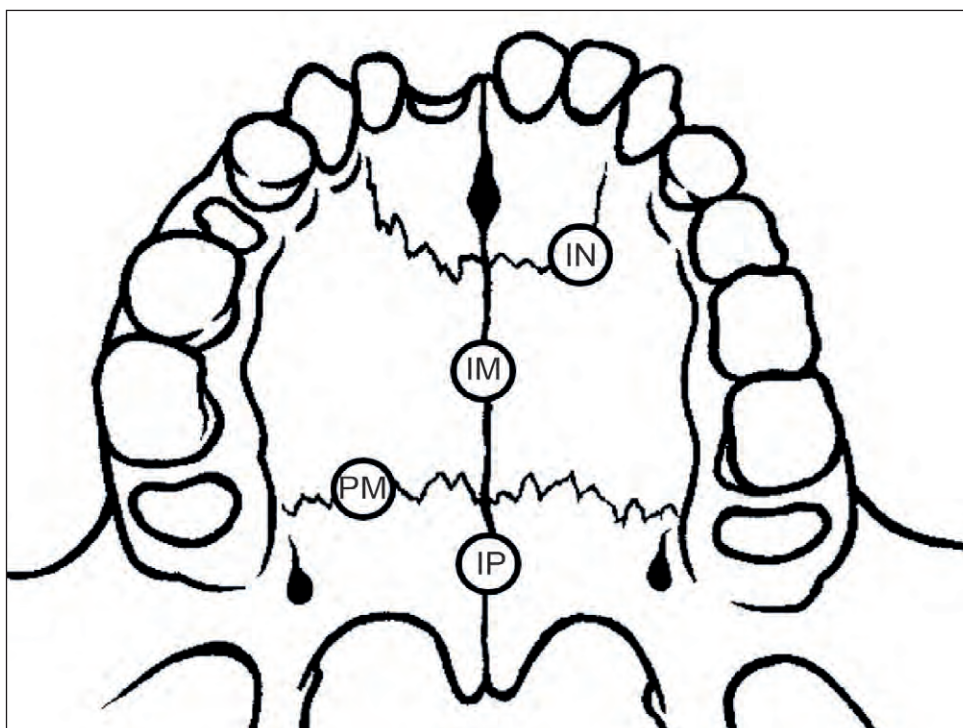
Nota. Adaptada de Rodés (2023).

Características comparadas			Resultado	Sexo probable
Arco en FA	Sí coincide con	Arco en ECM		Masculino
	No coincide con			Femenino

Estimación de la edad (método de Mann y col.)

1. Coloque el cráneo problema sobre su región parieto-occipital y ubique las suturas palatinas.
2. Observe el estado de obliteración de las suturas en cuestión (figura 6) y marque con una X, en la tabla presentada a continuación, la descripción que mejor se ajuste al caso de estudio.

Figura 6. Ubicación de las suturas palatinas: incisivas (IN), intermaxilar (IM), interpalatina (IP) y palatomaxilar (PM)



Nota. Adaptada de Byers (2001).

Grado de obliteración	Resultado	Edad probable
Poca o ninguna obliteración en todas las suturas		Menos de 18 años
Obliteración parcial de la sutura interpalatina y de más de la mitad de las suturas incisivas		Entre 18 y 50 años
Obliteración parcial de tres o más suturas		Más de 50 años

Estimación de la edad (método de Szilvassy)

1. Identifique el extremo externo de la clavícula problema, observe su carilla articular y con una x marque en la siguiente tabla la descripción que mejor se ajuste a su aspecto:

Aspecto macroscópico	Resultado	Edad aproximada
Superficie muy rugosa y con borde crestado		Entre 18 y 20 años
Superficie poco rugosa y con borde crestado		Entre 21 y 25 años
Superficie lisa y carente de reborde crestado		Entre 26 y 30 años

Estimación de la estatura (método de Menéndez et al.):

- Determine la longitud máxima del fémur o del húmero en centímetros y sustituya los valores obtenidos en las fórmulas correspondientes presentadas a continuación:

Masculinos:

$$\left(\frac{\text{longitud del fémur}}{\text{longitud del fémur}}\right) \times (2.4211) + 58.5371 = \text{_____} \pm 4.51 \text{ cm}$$

$$\left(\frac{\text{longitud del húmero}}{\text{longitud del húmero}}\right) \times (3.5756) + 51.6404 = \text{_____} \pm 4.10 \text{ cm}$$

Femeninos:

$$\left(\frac{\text{longitud del fémur}}{\text{longitud del fémur}}\right) \times (3.1379) + 25.7316 = \text{_____} \pm 4.77 \text{ cm}$$

$$\left(\frac{\text{longitud del húmero}}{\text{longitud del húmero}}\right) \times (4.2294) + 29.2104 = \text{_____} \pm 5.42 \text{ cm}$$

Cuestionario

- ¿Qué diferencias macroscópicas apreció, además del índice medular, entre los huesos de naturaleza humana y los de origen animal?

- Con base en el inventario de las piezas óseas recibidas ¿podría usted estimar el número mínimo de individuos que contribuyeron al lote de huesos analizados?

3. ¿Cómo describiría, a modo de conclusión de su análisis morfométrico, el perfil biológico de las piezas óseas problema?

4. ¿Qué particularidades encontró en los huesos analizados que permiten una mayor aproximación a la identidad de la persona a la que pertenecieron en vida?

Estudiante: _____ Fecha: _____

Observaciones del o la docente:

Vo. Bo. del o la docente: _____

PARTE
3 *Balistica
forense*

Descripción técnica y determinación de calibre de proyectiles y casquillos

Objetivo

Establecer las características morfológicas y el calibre nominal de proyectiles y casquillos mediante técnicas y procedimientos acordes a las recomendaciones internacionales en materia de balística forense.

Marco teórico

El *calibre real* de un arma de fuego es la medida del diámetro interno del alma de su cañón y corresponde, por extensión y de alguna manera, al diámetro de la zona más amplia en el cuerpo de los proyectiles que pueda disparar (MilDot, 2024).

En las armas, la medición se efectúa en la boca del cañón y entre dos campos de su ánima diametralmente enfrentados (Huidobro, 1995a); pudiéndose expresar en milímetros (como ocurre en el calibre 9 mm) o en centésimas o milésimas de pulgadas (como en los calibres .45" o .357").

Los cartuchos, casquillos y proyectiles suelen referirse, con mayor frecuencia, por su *calibre nominal*; generalmente constituido por una cifra que alude al diámetro interno del ánima del cañón del arma involucrada y una extensión, literal o numérica, relacionada con alguna característica del cartucho, el tipo de arma de fuego a la que está destinada, el nombre de la persona o empresa que lo desarrolló, la razón social del fabricante y el año de aparición en el mercado o de su fabricación (Cibrián, 1998).

Para describir y determinar el calibre nominal de los proyectiles completos suele considerarse su forma general, la presencia o ausencia del encamisado, la forma de su punta y base, el tipo de silueta de su cuerpo, así como la cantidad y dirección de sus estrías y campos; debiéndose además establecerse su peso, longitud y diámetro máximo (Cibrián, 1998; Ortíz, 2018).

Los proyectiles disparados por armas de fuego se producen con dos formas generales: esféricas y cilíndricas. Las balas esféricas se emplean en las armas de ánima lisa (escopetas) y las balas cilíndricas, en los artefactos de ánima estriada (revólveres, pistolas, carabinas, rifles o fusiles, subfusiles o subametralladoras y ametralladoras) (Cibrián, 1998).

Los proyectiles o balas cilíndricas pueden presentar puntas planas, redondeadas, huecas u ojivales; cuerpos lisos, moleteados, ranurados o entallados; bases cóncavas, planas o talonadas; y camisas parciales o totales de cobre, cuproníquel, aluminio o acero laminado (Bautista, 2012; Cibrián, 1998; MacLantarón, 2003; Ramírez, 2018) (figuras 7 y 8).

El número y la orientación de las estrías que presentan las balas que han sido disparadas depende de las especificaciones del fabricante del arma; varían entre 2 y 24 y pueden hacerlas girar, viéndolas mover desde la culata del arma, en el sentido de las manecillas del reloj (rotación dextrógira o *dextrorsum*) o en el sentido contrario (rotación levógira, sinestrógira o *sinistrorsum*) (Cibrián, 1998; Ortiz, 2018).

Figura 7. Balas con punta plana (A), redondeada (B), hueca (C) y ojival (D)

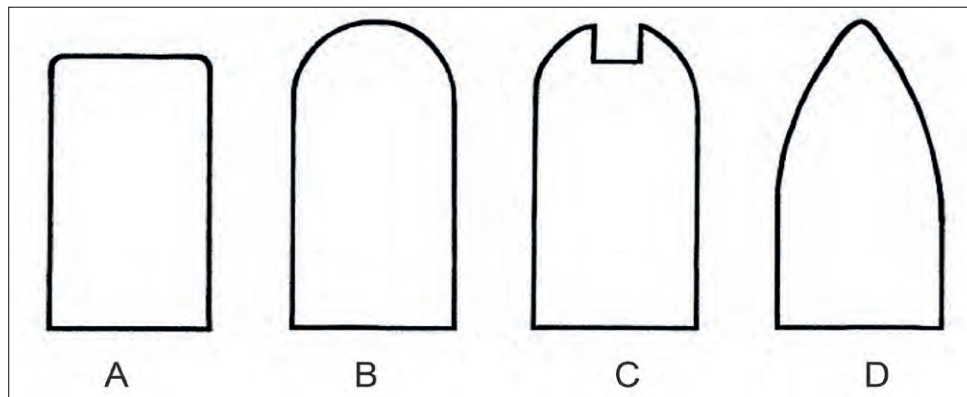
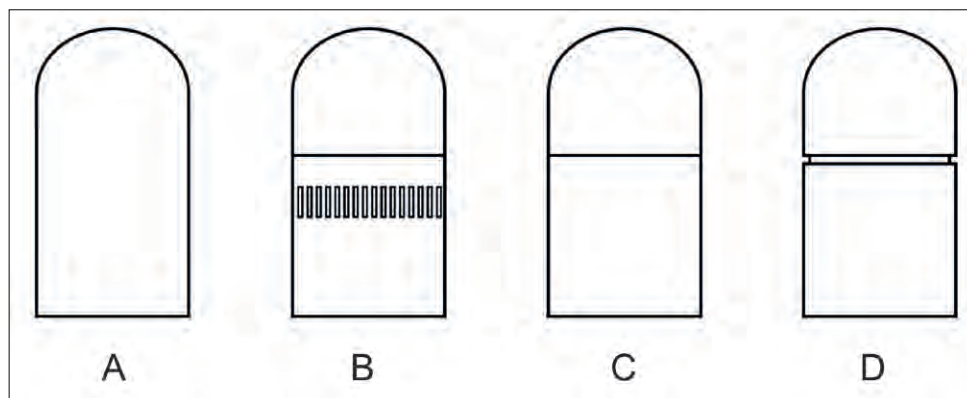


Figura 8. Balas con cuerpo liso (A), moleteado (B), ranurado (C) y entallado (D)



El peso, la longitud y el diámetro máximo del cuerpo de los proyectiles son atributos establecidos por el fabricante desde el momento de diseñarlos; siendo entonces, los elementos más valiosos para estimar sus calibres nominales.

Al analizar casquillos percutidos suele considerarse su composición (aunque sólo se refieran como de metal dorado, plateado o grisáceo), la forma de su cuerpo y base, la ubicación del fulminante, la medida de su longitud o altura y el diámetro de su boca y base.

Así pues, atendiendo a la forma de su cuerpo, los casquillos pueden ser cilíndricos, cónicos o abotellados (Cibrián, 1998). Considerando la forma de su base, se describen como no ranurados y ranurados; estos últimos, a su vez, pueden ser pestañados, no pestañados, con pestaña reducida o con base reforzada o cinturados (Cibrián, 1998; De León, 2012; Huidobro, 1995a) (figuras 9 y 10).

De acuerdo con la ubicación del fulminante en el casquillo, estos serán de fuego central o de fuego anular (Larrea, 2005).

Figura 9. Casquillos con cuerpo cilíndrico (A), cónico (B) y abotellado (C)

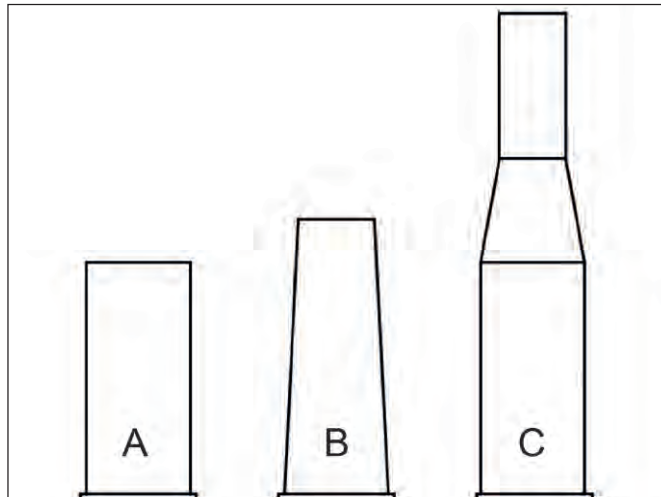
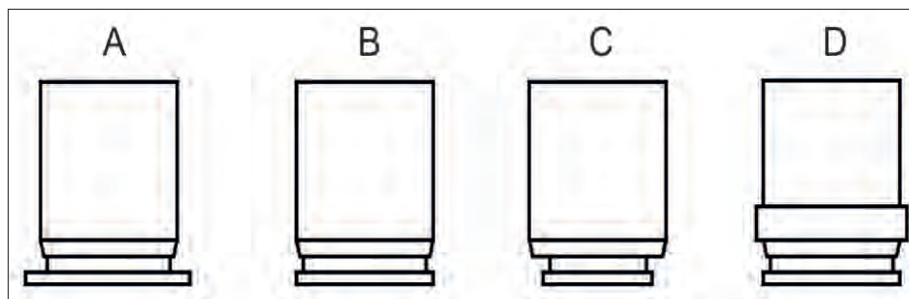


Figura 10. Casquillos con base pestañada (A), no pestañada (B), con pestaña reducida (C) y con pestaña reforzada (D)



La descripción debe incluir también el marcaje de los casquillos; es decir, la inscripción que suelen presentar, en bajo relieve, en sus culotes.

Metodología

Material y equipo

- Cámara fotográfica digital con objetivo normal.
- Vernier.
- Lupa o microscopio estereoscópico.
- Balanza de precisión.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.

Procedimiento

Descripción técnica y determinación de calibre de proyectiles

1. Individualice, numérica o alfabéticamente, los proyectiles problema recibidos; determine su estado de integridad material y morfológico; y establezca, en función de lo recabado en la siguiente tabla, la utilidad o no utilidad de los indicios para los fines que se persiguen:

Proyectil problema	Integridad material	Integridad morfológica	Utilidad
	<input type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Incompleto	<input type="checkbox"/> No deformado <input type="checkbox"/> Deformado	<input type="checkbox"/> Útil <input type="checkbox"/> No útil
	<input type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Incompleto	<input type="checkbox"/> No deformado <input type="checkbox"/> Deformado	<input type="checkbox"/> Útil <input type="checkbox"/> No útil
	<input type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Incompleto	<input type="checkbox"/> No deformado <input type="checkbox"/> Deformado	<input type="checkbox"/> Útil <input type="checkbox"/> No útil

2. Establezca el peso de cada proyectil en la balanza de precisión y mida con el vernier la longitud y el diámetro máximo de sus cuerpos.

Proyectil problema	Peso (en g)	Diámetro máximo	
		(en mm)	(en pulgadas)

3. Describa el tipo y la forma de sus puntas; cuente el número de estrías y determine, con base en la inclinación de dichas características, el sentido de rotación que debieron haber tenido al ser disparados. Registre los resultados en la tabla que se muestra a continuación:

Proyectil problema	Forma de punta	Tipo de cuerpo	Tipo de base	Número de estrías	Sentido de rotación

4. Con base en la información de pesos y diámetros máximos presentada en la siguiente tabla y los datos obtenidos en este ejercicio, intente establecer el calibre nominal del o los proyectiles recibidos que consideró útiles para el análisis:

Calibre nominal	Diámetro (en mm)	Diámetro (en pulgadas)	Peso (en g)
.22 Corto	5.70	0.224	1.88
.22 LR	5.70	0.224	2.59
.25 Auto	6.35	0.25	3.24
.32 Auto	7.92	0.311	4.60
.32 S&W	7.97	0.313	6.35
.380 Auto	9.01	0.354	6.15 - 6.48
9 x 19 mm/Luger/ Parabellum	9.02	0.355	7.45 - 9.53
.38 Auto	9.02	0.355	8.42
.38 Súper	9.02	0.355	8.42
.38 Especial	9.06	0.356	8.42 - 10.24
.38 S&W	9.06	0.356	9.40 - 10.24
.357 Magnum	9.06	0.356	10.24
.40 S&W	10.16	0.400	10.69 - 11.98
.45 Auto	11.43	0.450	11.98 - 14.90
.45 Colt	11.48	0.451	12.95 - 19.43
.223 Rem	5.66	0.223	3.56
5.56 x 45 mm	5.68	0.223	3.90
7.62 x 39 mm	7.82	0.307	7.97
7.62 x 51 mm	7.82	0.307	9.72

Nota. Obtenido de Cibrián (1998), Grupo Águila (2023), Huidobro (1995b).

Proyectil problema	Calibre nominal estimado

Descripción técnica y determinación de calibre de casquillos

1. Individualice, numérica o alfabéticamente, los casquillos problema recibidos y describa su composición macroscópica, la forma de sus cuerpos y bases, y la ubicación del fulminante.

Casquillo problema	Color del metal	Forma del cuerpo	Forma de la base	Ubicación del fulminante

2. Mida con un vernier la longitud total, el diámetro externo del cuello y el diámetro del reborde de la base de cada casquillo. Registre dicha información e incluya el marcaje en el culote de cada indicio.

Casquillo problema	Longitud total (en mm)	Diámetro del cuello (en mm)	Diámetro del reborde (en mm)	Marcaje

3. Tomando como referencia la información contenida en la tabla de medidas que se muestra a continuación, determine el calibre nominal de los casquillos problema recibidos:

Calibre	Longitud total (en mm)	Diámetro del cuello (en mm)	Diámetro del reborde (en mm)
.22 corto	10.7	5.7	7.0
.22 LR	15.6	5.7	7.1
.32 S&W	15.9	9.4	9.5
.380 auto	17.1	9.5	9.5
9 x 19 mm/Luger/Parabellum	19.2	9.65	9.98
.38 Auto	22.5	9.6	10.1
.38 Súper	22.5	9.6	10.1
.38 Especial	29.3	9.65	11.2
.40 S&W	21.1	10.6	10.7
5.56 x 45 mm	44.70	6.32	9.53
7.62 x 39 mm	38.5	8.52	11.33
7.62 x 51 mm	51.1	8.59	11.94
7.62 x 63 mm	63.2	8.64	12.01
7.92 x 57 mm	57.0	8.97	12.01

Nota. Adaptada de Huidobro (1995).

Casquillo problema	Calibre nominal estimado

Cuestionario

1. ¿Técnicamente, cómo describiría el proyectil problema analizado e identificado por usted con el número 1 o la letra A?

2. ¿Técnicamente, cómo describiría el casquillo problema analizado e identificado por usted con el número 3 o la letra C?

3. ¿Es posible diferenciar un proyectil o casquillo calibre .38 auto de un proyectil o casquillo calibre .38 Súper? Justifique su respuesta.

4. ¿Es posible determinar el calibre nominal de un proyectil deformado? Justifique su respuesta.

Estudiante: _____	Fecha: _____
Observaciones del o la docente:	

Vo. Bo. del o la docente: _____	

Estudio microcomparativo de proyectiles y casquillos

Objetivo

Aplicar los lineamientos y recomendaciones nacionales e internacionales aplicables al estudio comparativo de proyectiles y casquillos a efecto de determinar si estos fueron disparados o percutidos, respectivamente, por la misma o diferente arma de fuego.

Marco teórico

Al disparar un arma de fuego se generan diversas marcas en los elementos balísticos involucrados en la acción.

Los campos del estriado en los cañones de las armas de fuego producen una serie de marcas longitudinales, oblicuas y paralelas entre sí, llamadas *estrías*, susceptibles de ser analizadas; de forma similar, los elementos que posibilitan los mecanismos de funcionamiento de las armas generarán en la base y, como sucede en las pistolas, carabinas, fusiles y subfusiles, en la ranura y el reborde de los casquillos, diversas impresiones específicas y constantes entre un disparo y otro (Ramírez, 2018).

El análisis comparativo de proyectiles y casquillos permite establecer —en caso de contarse con el arma de fuego que provea los elementos balísticos testigo— si los proyectiles o casquillos problema fueron disparados o percutidos, respectivamente, por ella.

Si no se dispone del arma de fuego en cuestión, el cotejo de las características distintivas en el material de estudio permitirá, al menos, determinar si fueron disparados o percutidos por la misma o diferente arma de fuego.

En los proyectiles se analizan las coincidencias o divergencias en el número, anchura, dirección y profundidad de las estrías, así como las particularidades microscópicas que pudieran tener a lo largo de su traza (GITBAF, 2011); especialmente en la parte inferior o cercana a sus bases.

Al analizar casquillos percutidos se considerarán las marcas producidas por la punta del percutor, el espaldón o placa de retroceso de la recámara, la uña extractora y la aguja eyectora (Ramírez, 2018).

Las agujas percutoras producen hundimientos con formas circulares, semicirculares, triangulares cuadrangulares, rectangulares, irregulares o con marcas de arrastre en el centro del culote de los cartuchos de fuego central; y hundimientos circulares, cuadrangulares o rectangulares en los de fuego periférico (Ramírez, 2018).

La placa de cierre o retroceso de la recámara da lugar a marcas con diseños paralelos, circulares, arqueados, entrecruzados, punteados o irregulares. La uña extractora genera marcas por impronta y fricción en un determinado punto de la ranura y la pestaña del casquillo; en tanto que la aguja eyectora da lugar a marcas con formas variadas e irregulares en la base del mismo.

Las coincidencias o diferencias en los detalles antes referidos se determinan a través del llamado *microscopio de comparación*; equipo que permite apreciar simultáneamente, mediante un puente óptico, las características y marcas de dos elementos balísticos en un solo campo de visión, estando estos físicamente separados (Forensic Technology, s.f.) (figura 11).

Figura 11. Microscopio de comparación



Metodología

Material y equipo

- Vernier.
- Balanza de precisión.
- Cepillo dental de cerdas suaves.
- Alcohol isopropílico.
- Papel de seda.
- Cera de abeja.
- Microscopio de comparación.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.

Procedimiento

Análisis de proyectiles

1. Determine la longitud, el diámetro máximo, el peso y número y la dirección de las estrías que presenten los proyectiles problema recibidos; asimismo, establezca —si es posible concluir desde este momento— si fueron disparados por diferentes armas de fuego o si, por el contrario, se requiere continuar con el análisis.
2. En caso de proseguir con el estudio, limpie los proyectiles problema con el cepillo dental humedecido con alcohol isopropílico y seque con una porción de papel de seda.
3. Una vez secos, coloque los proyectiles a cotejar en cada una de las platinas del microscopio de comparación, fijando sus puntas al material de montaje (cera de abeja) adherido previamente a los soportes de proyectiles colocados en los tornillos de sujeción giratorios.
4. Ajuste, desde la parte trasera, las fuentes de luz en ambas platinas, procurando obtener una iluminación oblicua y con el mismo ángulo de incidencia.
5. Mueva la cortinilla o línea de visión hacia la izquierda con el botón giratorio correspondiente para visualizar sólo la platina derecha y, empleando un aumento total de 10x, enfoque la superficie cercana a la base del proyectil ahí situado. Rote lentamente el proyectil hasta encontrar las líneas de fricción más destacadas y, una vez localizadas, mantenga la bala en dicha posición.
6. Desplace la cortinilla hacia la derecha y, con el mismo aumento, enfoque la superficie cercana a la base del segundo proyectil. Mueva ahora la línea de visión al centro de la imagen y ajuste la posición del proyectil en la platina izquierda con la intención de alinear las marcas de su estriado con las del proyectil ubicado en la platina derecha. Gire lentamente el proyectil de la platina del lado izquierdo en busca de las mismas líneas de fricción que la bala en la platina del lado derecho. En caso necesario, use mayores aumentos o mueva la línea de visión a la derecha y a la izquierda, para constatar que las coincidencias se extienden a todo lo largo de sus trazos.
7. Concluya el análisis expresando sus resultados con base en los siguientes criterios:
 - a. *Coincidencia positiva*. En caso de que las marcas encontradas sean coincidentes, lo que permite establecer que *los proyectiles analizados fueron disparados por una misma arma de fuego*.
 - b. *Coincidencia negativa*. En caso de que las marcas encontradas no sean coincidentes, lo que lleva a argumentar que *los proyectiles analizados fueron disparados por diferentes armas de fuego*.
 - c. *No concluyente*. En caso de que no existan suficientes marcas de identificación en los proyectiles que permitan establecer que estos fueron disparados por la misma o diferentes armas de fuego.

Análisis de casquillos

1. Observe las características generales de los casquillos que recibió y determine si con dicha información se puede establecer, *a priori*, que fueron percutidos por diferentes armas de fuego o se requiere continuar con el análisis.
2. Si decidió seguir con el estudio microcomparativo, limpie la base de los casquillos problema con el cepillo dental humedecido con alcohol isopropílico y seque también con una porción de papel de seda.
3. Coloque los elementos balísticos a cotejar en cada una de las platinas del microscopio de comparación y reajuste, en caso necesario, la posición de las fuentes de iluminación.
4. Mueva la línea divisoria de las imágenes captadas por los objetivos completamente hacia la izquierda y, empleando un aumento total de 10x, enfoque la base del casquillo en la platina derecha. Desplace ahora la cortinilla hacia la derecha y repita la operación con el casquillo ubicado en la platina izquierda.
5. Identifique las marcas producidas por la aguja percutora y el espaldón del arma de fuego en las bases de los casquillos problema y ajuste la posición de los mismos, moviendo la línea de visión a la derecha y a la izquierda, tratando de hacer coincidir la forma, la dirección o las particularidades de los hallazgos efectuados.
6. Concluya el análisis expresando sus resultados con base en los siguientes criterios:
 - a. *Coincidencia positiva*. En caso de que las marcas encontradas sean coincidentes, lo que permite establecer que *los casquillos analizados fueron percutidos por una misma arma de fuego*.
 - b. *Coincidencia negativa*. En caso de que las marcas encontradas no sean coincidentes, lo que lleva a argumentar que *los casquillos analizados fueron percutidos por diferentes armas de fuego*.
 - c. *No concluyente*. En caso de que no existan suficientes marcas de identificación en los casquillos que permitan establecer que estos fueron percutidos por la misma o diferentes armas de fuego.

Cuestionario

1. ¿Qué dato o datos fueron determinantes para establecer, desde el examen macroscópico inicial de los proyectiles, que al menos uno de ellos no fue disparado por la misma arma de fuego?

2. ¿Qué dato o datos fueron determinantes para establecer, desde el examen macroscópico inicial de los casquillos, que al menos uno de ellos no fue percutido por la misma arma de fuego?

3. ¿Cree usted posible realizar el examen microcomparativo de proyectiles y casquillos sin hacer uso del microscopio de comparación? Justifique su respuesta:

4. ¿Se podría establecer que dos proyectiles deformados o incompletos fueron disparados o no por la misma arma de fuego? Justifique su respuesta:

Estudiante: _____ Fecha: _____

Observaciones del o la docente:

Vo. Bo. del o la docente: _____

PARTE
4 *Química
forense*

Detección de líquido seminal

Objetivo

Acreditar la existencia de fosfatasa ácida prostática en manchas de presunta naturaleza seminal mediante una prueba comercial rápida.

Marco teórico

El semen es un fluido viscoso, ligeramente alcalino (con un rango normal de pH de 7.2 a 8.2), color oscilante entre blancuzco y levemente amarillento, aspecto opalescente y olor *sui generis* (Carma, 2010; Zagal, 2016).

Menos del 10 % del volumen total eyaculado está constituido por espermatozoides y el resto —un poco más del 90 % y que suele ser referido como *plasma* o *líquido seminal*— es una mezcla de diversas secreciones aportadas por ciertas estructuras del aparato reproductor masculino (como las vesículas seminales, los testículos, los epidídimos y los conductos deferentes) y las llamadas *glándulas sexuales anexas* o *accesorias* (entre las que se encuentra la próstata, las glándulas bulbouretrales o de Cowper y las glándulas uretrales o de Littré) (Bouvet et al., 2017; Carma, 2010; López et al., 2012).

El líquido seminal contiene ácido cítrico, ácido fólico, ácido oxálico, albúmina, aminoácidos libres, calcio, carnitina, cloro, colesterol, colina, espermina, fibrinógeno, fibronectina, flavinas, fosfatasa ácida, fósforo, fructosa, galactosa, galactosaminas, hierro, insulina, lactato deshidrogenasa, lactoferrina, magnesio, mucoproteínas, oxitocina, potasio, prolactina, prostaglandinas, proteína p30, semenogelina, sodio, vitaminas B y C y zinc; entre otras sustancias químicas presentes en menores proporciones que actúan como medio nutritivo y de transporte (Bouvet et al., 2017; López, 2012; Zagal, 2016).

Debido al elevado valor de sus concentraciones en el fluido seminal, su incrementada actividad bioquímica y la especificidad de su origen, el zinc, la fosfatasa ácida prostática (FAP), la lactato deshidrogenasa prostática (igualmente referida como LDH-C4) y la proteína p30 (conocida también como *antígeno prostático específico* o PSA), han sido empleados como marcadores forenses para acreditar la existencia de semen en muestras o manchas problema (Bouvet et al., 2017).

La fosfatasa ácida prostática es una enzima hidrolítica que facilita la fusión del espermatozoide con el óvulo, modificando la estructura de la membrana espermática al momento de la fecundación (Santana et al., 2001; Zagal, 2016) y, si bien casi todos los

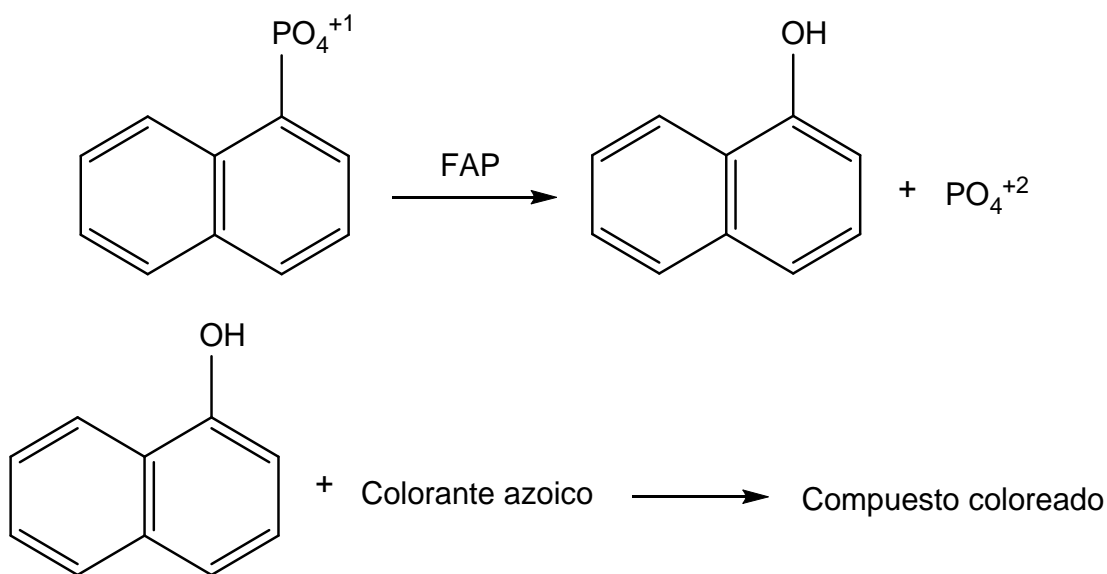
tejidos y fluidos corporales humanos contienen otros tipos de fosfatasa ácida (*fosfatasas ácidas no seminales*), las concentraciones más bajas de fosfatasa ácida detectadas en el semen superan por al menos 200 veces las concentraciones más altas de las fosfatasas ácidas encontradas en las otras muestras (Sirchie, 2011); razón por la que su detección es considerada como una presunción de la presencia de líquido seminal humano.

El semen de naturaleza animal también contiene fosfatasa ácida prostática, pero —como ya se argumentó— las diferencias en sus concentraciones permiten afirmar que dicho material biológico no interfiere en el resultado de los ensayos.

La fosfatasa ácida prostática es detectable en muestras contenidas en hisopos puestos a secar a temperatura ambiente y mantenidos —debidamente embalados en bolsas de papel— a no más de 21 °C y con un 35 % de humedad, hasta un mes después de haber sido recolectadas; siendo especialmente útil, así sea como un dato presuntivo, en casos de muestras carentes de espermatozoides (*azoospermicas*) o con bajas concentraciones de ellos (*oligozoospermicas*) (Zagal, 2016).

La prueba comercial empleada se fundamenta en la acción de la fosfatasa ácida prostática (FAP) sobre el α -naftil fosfato de sodio; reacción que, en presencia de un colorante azoico, culmina con la formación de un compuesto coloreado (Carma, 2010; Sirchie, 2011) (figura 12).

Figura 12. Fundamento químico de la prueba realizada



Esta prueba puede dar resultados falsos positivos en presencia de manchas de coliflor, coles de Bruselas, trébol, sandía, cremas anticonceptivas y secreciones vaginales; pero ninguna de ellas lo hace con la misma rapidez e intensidad que el líquido seminal (Sirchie, 2011).

Metodología

Material y equipo

- Kit para la detección de fluido seminal de la marca *Sirchie* (código de referencia SF298).
- Hisopos estériles.
- Papel de estraza o kraft.
- Cinta adhesiva.
- Fuente de luz alternativa (450 nm).
- Señalizadores, identificadores y testigos métricos de papel.
- Cámara fotográfica digital.
- Filtro naranja para el objetivo de la cámara fotográfica.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.
- Cubrebocas desechable.
- Gafas de seguridad para la absorción de luz ultravioleta (naranja).

Procedimiento

1. Extienda la prenda problema sobre la porción de papel de estraza o kraft previamente adherida a la mesa de trabajo; describa sus características generales y particulares y documéntelas fotográficamente.
2. Colóquese las gafas de seguridad e ilumine las caras anterior y posterior de la prenda problema con la fuente de luz alternativa; señale, identifique, describa y fije fotográficamente, empleando en este punto el filtro naranja en el objetivo de la cámara, las zonas en la prenda que fluorezcan con la luz utilizada.
3. Habiendo determinado la zona de fluorescencia en la prenda que habrá de muestrearse, prepare el reactivo de trabajo adicionando con una pipeta de transferencia, la totalidad del contenido de los frascos o ámpulas identificadas como "S2" y "S3" en el frasco o ámpula identificada como "S1" y agite la mezcla hasta que el reactivo sólido se disuelva por completo.
4. Aplique una gota de la solución reactiva recién preparada a una porción de papel filtro con una muestra seca de semen (control positivo) y otra en una porción de papel filtro sin tratar (control negativo) para verificar la funcionalidad de la prueba.
5. Sature con agua destilada la punta de un hisopo y frótelo durante 15 segundos en la mancha o parte de la mancha revelada, y aplique, con la pipeta desechable, dos o

tres gotas de la mezcla reactiva. El desarrollo de una coloración púrpura o violeta intenso en el hisopo procesado, en no más de 30 segundos, deberá ser interpretado como un resultado presuntivo positivo para fosfatasa ácida y, por ende, para líquido seminal.

Cuestionario

1. ¿Qué características presentó la mancha o manchas problema al ser iluminadas con la fuente de luz alternativa y observadas a través de los filtros naranjas?

2. ¿Por qué la fluorescencia de las manchas problema ante la fuente de luz alternativa no se puede considerar como un dato de certeza para establecer que fueron producidas por el depósito de semen?

3. ¿Cuál es la función de los controles positivo y negativo en esta prueba?

4. ¿Cómo deberíamos interpretar la obtención de un resultado negativo en la muestra empleada como control positivo?

Estudiante: _____ Fecha: _____

Observaciones del o la docente:

Vo. Bo. del o la docente: _____

Prueba de Walker

Objetivo

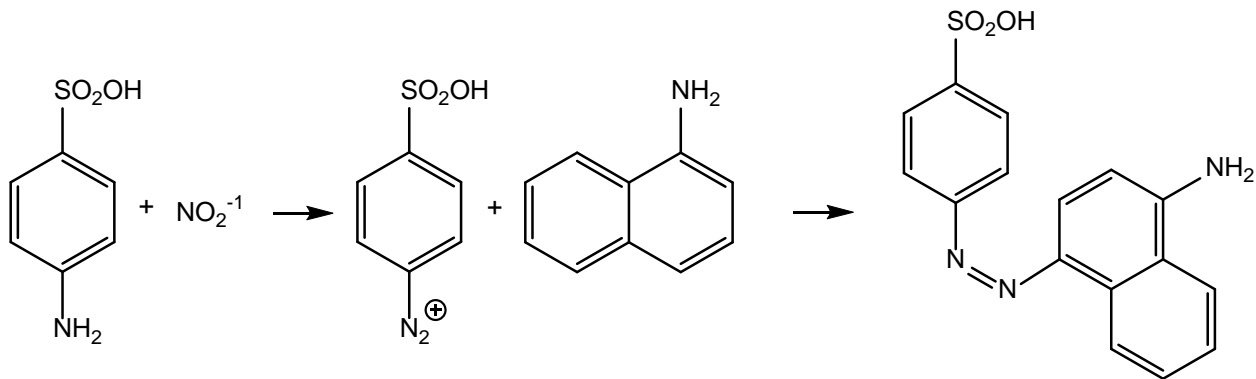
Identificar la presencia de nitritos en torno al orificio de entrada de un proyectil disparado por arma de fuego en una prenda de vestir.

Marco teórico

La técnica fue ideada en 1937 por James Taylor Walker como una modificación de la llamada *prueba de Griess-Ilosvay*, empleándose desde entonces para detectar residuos inorgánicos de disparo de arma de fuego (RIDAF) en torno a los orificios de entrada en prendas de vestir (Aguilar, 2020; Varela *et al.*, 2018).

Los compuestos detectados mediante esta técnica son los nitritos de sodio, potasio y bario formados durante la deflagración de la pólvora (Moreno, 1993); identificables por su propiedad de formar compuestos azoicos coloridos, al hacerlos reaccionar, en medio ácido, con ácido sulfanílico y alfa-naftilamina (Cornago y Esteban, 2022) (figura 13).

Figura 13. Fundamento químico de la prueba de Walker



La prueba se considera positiva si se forma un puntilleo de color anaranjado, rosado o rojizo en el soporte material de la reacción y se emplea para determinar, con base en la amplitud y el patrón de dispersión de las manchas obtenidas, el ángulo de incidencia y la distancia aproximada en la que aconteció el disparo en distancias no mayores de los 80 cm en ambientes abiertos y de 100 cm en ambientes cerrados (Moreno, 1993).

Es una prueba colorimétrica, cualitativa y de naturaleza presuntiva. Si bien solía argumentarse que no daba lugar a resultados falsos positivos (Moreno, 1993), ahora se sabe que puede generarlos en presencia de trazas de orina, algunos fertilizantes, ciertos tipos de maquillaje y debido a la composición química de algunas telas (González et al., 2023).

Metodología

Material y equipo

- Hojas de papel fotográfico.
- Torundas de algodón.
- Tiosulfato de sodio al 5 % en agua destilada.
- Ácido sulfanílico al 0.5 % en agua destilada.
- Alfa-naftilamina al 0.5 % en alcohol metílico (véase nota de precaución*).
- Ácido acético al 25 % en agua destilada.
- Hojas de papel filtro.
- Charola de plástico de por lo menos 500 ml de capacidad.
- Hoja de papel aluminio de 30 x 40 cm.
- Lápiz de grafito.
- Gasas estériles.
- Hojas de papel kraft.
- Plancha eléctrica.

***Nota de precaución.** Debido a que la alfa-naftilamina ha sido considerada una sustancia carcinogénica para humanos por exposición crónica, se recomienda trabajar en campana de extracción o sustituirla por reactivos más seguros, como la N-(1-naftil)etilendiamina.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.
- Cubrebocas desechables.

Procedimiento

1. Frote la superficie reactiva del papel fotográfico con una torunda embebida con la solución de tiosulfato de sodio para disolver sus sales de plata y déjelo secar a temperatura ambiente. Una vez seco, con una torunda impregnada de ácido sulfanílico aplique

la solución en la misma cara de la hoja de papel y luego, tras haber secado, aplique la solución de alfa-naftilamina o N-(1-naftil)etilendiamina con una torunda embebida. En caso de no contar con papel fotográfico, sumerja la hoja de papel filtro en una mezcla 1:1 de ácido sulfanílico y alfa-naftilamina o su sustituto contenida en una charola de plástico. Sáquelo al cabo de un minuto y póngalo a secar a temperatura ambiente.

2. Extienda la hoja de papel aluminio sobre la mesa de trabajo y deposite sobre ella, la hoja de papel fotográfico o papel filtro recién preparado. La hoja de papel fotográfico debe quedar con la cara procesada hacia arriba.
3. Coloque la parte de la prenda problema donde se ubique el presunto orificio de entrada de proyectil disparado por arma de fuego sobre la hoja de papel reactivo y marque el contorno de la perforación con el lápiz de grafito.
4. Cubra el área en torno a la ubicación del orificio con dos gasas estériles embebidas con la solución acuosa de ácido acético y sobre ellas la porción de papel kraft.
5. Presione entre tres y cinco minutos la zona de interés con la plancha a su máxima temperatura.
6. Retire las gasas y la hoja de papel kraft de la prenda procesada y recoja la hoja de papel reactivo. La prueba se considerará positiva si se observa un puntilleo de color naranja, rosado o rojizo en torno a la marca puesta al inicio con el lápiz de grafito.

Cuestionario

1. ¿Cómo determinaría la distancia aproximada de un disparo si, además de la prenda problema, contara con el arma de fuego que produjo el orificio de entrada que dio un resultado positivo a esta prueba?

2. ¿Qué factores podrían afectar la calidad de los resultados de la prueba de Walker? Justifique su respuesta:

3. ¿Cuáles son las principales limitaciones de la prueba de Walker y por qué no debe considerarse una prueba concluyente por sí sola?

4. ¿Podría aplicarse esta prueba para identificar residuos de disparos en torno a los orificios de entrada en personas vivas o muertas? En caso de contestar afirmativamente, ¿qué modificaciones se tendrían que hacer a la técnica?

Estudiante: _____	Fecha: _____
Observaciones del o la docente:	

Vo. Bo. del o la docente: _____	

Prueba del luminol

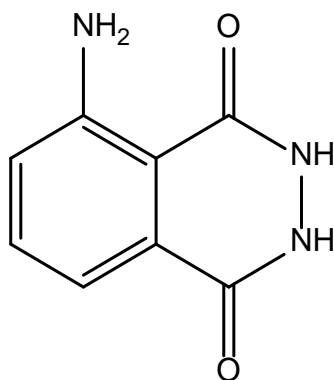
Objetivo

Detectar manchas de presunta naturaleza hemática, visibles o no visibles, mediante la aplicación de reactivos comerciales a base de luminol.

Marco teórico

El *luminol* o *5-amino-2,3-dihidro-1,4-ftalazinadiona* es un compuesto químico utilizado para determinar, de manera presuntiva, la naturaleza hemática de manchas visibles y no visibles (figura 14).

Figura 14. Molécula del luminol



Las manchas visibles pueden estar frescas o secas, ser recientes o no recientes, encontrarse deterioradas por acción de los agentes medioambientales, haber sido expuestas al fuego o sometidas a condiciones de enterramiento. Las manchas no visibles podrán serlo por encontrarse sobre superficies porosas, agrietadas y oscuras o por haber sido lavadas sólo con agua o empleando esta y algún producto de limpieza (Gil et al., 2010).

Los reactivos a base de luminol se aplican, generalmente por aspersión, sobre la mancha o superficie de interés; produciendo, ante la presencia de sangre y otras sustancias (Johll, 2008), una luz azul brillante que suele durar entre 10 y 60 segundos, dependiendo de la concentración del analito.

El luminol reacciona de manera similar con la sangre animal, el excremento humano, algunos productos con iodo, ciertos detergentes y productos blanqueadores a base de hipoclorito de sodio y las manchas de vino tinto, mango y rábano (Castelló, 1997; Cedrón, 2011; Santos, 2016); dando lugar, en las investigaciones forenses, a los llamados *resultados falsos positivos*, reconocibles por luminiscer prácticamente de manera instantánea, con mayor intensidad y poca duración (Cedrón, 2011).

La prueba del luminol no afecta la utilidad indiciaria de la sangre; permitiendo obtener, aún después de su aplicación, el grupo sanguíneo en el sistema ABO y el perfil genético de la muestra o mancha tratada (Castelló, 1997; James y Eckert, 1998).

Existen diversas preparaciones comerciales a base de luminol, entre las que se encuentran las de la línea *Bluestar*[®], que ofrece tres productos: *Bluestar*[®] *Forensic*, *Bluestar*[®] *Forensic Magnum* y *Bluestar*[®] *Training*.

Los productos *Bluestar*[®] generan reacciones quimioluminiscentes, también de color azul, pero más intensas y duraderas que la del luminol puro, y no requieren condiciones de oscuridad total al momento de la prueba (Bluestar, 2025).

Metodología

Material y equipo

- Probeta de 100 ml.
- Agua destilada.
- Recipiente de plástico con boquilla aspersora.
- Reactivo *Bluestar*[®] *Forensic*.
- Tripié.
- Cámara fotográfica digital.
- Porción de tela de algodón, de 2 × 2 cm, con una mancha de sangre humana seca.

Equipo de protección personal

- Guantes de látex o nitrilo.
- Cubrebocas desechable.
- Gafas de seguridad.
- Overol desechable.

Procedimiento

1. Mida 125 ml de agua destilada en una probeta y viértalos en el recipiente de plástico con boquilla aspersora.

2. Agregue una tableta beige y una tableta blanca del producto comercial *Bluestar® Forensic*; disolviéndolas mediante movimientos circulares suaves.
3. Coloque frente al área o el objeto problema que se le indique la cámara fotográfica digital, con objetivo normal, en modo manual y montada en un trípé.
4. Encuadre, enfoque, seleccione ISO 200 o 400 y ajuste la abertura del diafragma, el balance de blancos y el tiempo de exposición a la iluminación imperante en el lugar. Tome una imagen fotográfica del aspecto o las condiciones iniciales del área o el objeto problema.
5. Ajuste ahora el balance de blancos de la cámara fotográfica en automático y programe un tiempo de exposición de por lo menos 30 segundos.
6. Póngase el equipo de protección personal y oscurezca de alguna manera el área de trabajo.
7. Coloque una porción de tela de algodón con una mancha seca de sangre en la zona encuadrada, que actúe como patrón positivo, y aplique el reactivo atomizando desde una distancia no menor de 50 cm; la producción de una luminiscencia azulada será considerada como un resultado positivo. Documente fotográficamente la reacción química ocurrida rociando de nuevo el reactivo, en caso necesario, para mantener la luminiscencia.

Cuestionario

1. ¿Qué utilidad tiene el empleo del patrón positivo al realizar la prueba?

2. En caso de haber obtenido un resultado positivo, ¿cuánto duró la reacción de quimio-luminiscencia?

3. ¿Por qué un resultado positivo en la prueba del luminol se considera un dato presuntivo?

4. Si los resultados positivos en las pruebas de luminol son sólo datos presuntivos, ¿por qué se considera entonces importante esta técnica de investigación química?

Estudiante: _____ Fecha: _____

Observaciones del o la docente:

Vo. Bo. del o la docente: _____

Referencias

- Aguilar, T. F. (2020). *¿Quién disparó el arma? Residuos de disparo*. Editorial Iustitia.
- Almog, J., Sasson, Y. y Anati, A. (1979). Chemical reagents for the development of latent fingerprints. II: Controlled addition of water vapor to iodine fumes-a solution to the aging problem. *Journal of Forensic Sciences*, 24(2), 431-436. <https://doi.org/10.1520/JFS10850J>
- Bass, W. M. (2022). *Human osteology: A laboratory and field manual*. Missouri Archaeological Society.
- Bautista, M. (2012). *Manual de armamento*. Editorial Ubijus.
- Bluestar Forensic. (2025). *El rendimiento de Bluestar® Forensic*. <https://www.bluestar-forensic.com/es/bluestar-forensic-desempeno/>
- Bouvet, B. R., Pavesi, A. B., Paparella, C. V. y Ombrella, A. M. (2017). Identificación de espermatozoides humanos en muestras contaminadas con levaduras. *CienciaUAT*, 12(1), 23-35. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v12i1.840>
- Buikstra, J. E. y Ubelaker, D. H. (1994). Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas Archaeological Survey Research Series*, 44.
- Byers, S. N. (2001). *Introduction in forensic anthropology. A textbook*. Allyn and Bacon.
- Carma, I. C. (2010). *Métodos de reconocimiento, identificación e individualización de manchas de semen* (1ª parte). <https://criminalistica.com/metodos-de-reconocimiento-identificacion-e-individualizacion-de-manchas-de-semen-1era-parte/>
- Cedrón, J. C. (2011). El luminol. *Revista de Química de la Pontificia Universidad Católica del Perú*, 25(1-2), 13-14.
- Centers for Disease Control and Prevention. (s.f.). *Sequence for putting on personal protective equipment (PPE)*. https://www.cdc.gov/healthcare-associated-infections/media/pdfs/ppe-sequence-p.pdf?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/hai/pdfs/ppe/ppe-sequence.pdf
- Cervantes, E. A. (2016). *La cadena de custodia en el procedimiento penal mexicano*. Tirant lo Blanch.
- Cibrián, O. (1998). *Balística técnica y forense*. Editorial Ágata.
- Cornago, M. del P. y Esteban, S. (2022). *Química forense*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- De León, P. (2012). *Balística I*. Editorial Flores.
- De Luca, S. (2022). *Una breve introducción al perfil biológico*. <https://skeleton-id.com/investigaciones/una-breve-introduccion-al-perfil-biologico/?lang=esp>.
- Distribuidora Comercial Zogbi. (s.f). *Catálogo*. Zogbi.
- Enciclopedia Británica. (2025). *Yeso blanco*. <https://www.britannica.com/technology/plaster-of-paris>.
- Fiscalía General del Estado de Colima. (2021). *Manual de capacitación del laboratorio de lofoscopia de la Dirección General de Servicios Periciales y Ciencias Forenses*. FGE-Colima.
- Flores, R. (2017). *Criminalística. Notas de campo*. Editorial Flores.
- Forensic Technology. (s.f.). *Características de un microscopio de comparación eficaz para examinar armas de fuego y marcas de herramientas*. <https://www.ultra.forensictechnology.com/media/2732/caracteristicas-de-un-microscopio-de-comparacion-eficaz-para-examina-armas-de-fuego-y-marcas-de-herramientas.pdf>.
- Gadea, E., Guardino, X., Rosell, M. G. y Silva, J. V. (2000). *NTP 551: Prevención de riesgos en el laboratorio: la importancia del diseño*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.

- García, P., Rosales, A., Barrón, Ó., Peña, E. E., Aysa, A. y Gómez, P. (2017). *Guía del participante del curso: Análisis y procesamiento del lugar de los hechos (versión 6.30)*. Programa Internacional de Capacitación y Asistencia en Investigación Criminal-Departamento de Justicia de los Estados Unidos.
- Gil, P., Verdú, F., Castelló, A. y Negre, M. C. (2010). Técnica de criminalística en manchas de sangre: factor ambiental en las pruebas de orientación. *Revista de la Escuela de Medicina Legal*, 4-14, junio.
- Gómez, J. A., Menéndez, A., Sánchez, G., Quinto, M. y Klales, A. (2022). Estimación sexual. En M. Quinto y J. Gómez (comp.), *Avances en antropología forense* (pp. 27-50). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez, P. S., Velandia, Y. P. y Palomeque, C. Y. (2019). *Violeta de genciana, testigo infalible*. Universidad La Gran Colombia.
- González, R. U., Rebollar, E. J. y Pérez, M. F. (2023). Falsos positivos y falsos negativos de las técnicas colorimétricas para la identificación de residuos provenientes de armas de fuego. *Revista Mexicana de Ciencias Penales*, 20, 123-136, mayo-agosto. <https://doi.org/10.57042/rmcp.v6i20.635>
- Grupo Águila. (2023). *Catalogo 2023 México*. https://www.aguilaammo.com/assets/docs/Descarga_Catalogo_completo.pdf.
- Grupo Iberoamericano de Trabajo en Balística Forense. (2011). *Manual de buenas prácticas en balística forense*. Academia Iberoamericana de Criminalística y Estudios Forenses.
- Guzmán, C. A. (1997). *Manual de criminalística*. Ediciones La Rocca.
- Huidobro, F. (1995a). Nomenclatura e identificación de cartuchos (Primera parte). *Revista Cuadernos de Armas y Municiones*, suplemento No. 116. Multipress.
- Huidobro, F. (1995b). Nomenclatura e identificación de cartuchos (Cuarta parte). *Revista Cuadernos de Armas y Municiones*, suplemento No. 124. Multipress.
- Instituto Nacional de Ciencias Penales. (2012). *Manual de buenas prácticas en la escena del crimen*. INACIPE-Academia Iberoamericana de Criminalística y Estudios Forenses.
- James, S. H. y Eckert, W. G. (1998). *Interpretation of bloodstain evidence at crimen scene*. (2a. ed.). Taylor & Francis Group.
- Johll, M. E. (2008). *Química e investigación criminal. Una perspectiva de la ciencia forense*. Reverté.
- Krenzer, U. (2006a). *Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteobiológico* (Tomo III. Estimación de la edad osteológica en adultos). Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas.
- Krenzer, U. (2006b). *Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteobiológico* (Tomo V. Características individualizantes). Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas.
- Larrea, J. C. (2005). *Manual de armas y de tiro*. Editorial Universidad.
- Lee, H. C. y Gaensslen, R. E. (2001). Methods of latent fingerprint development. En H. C. Lee y R. E. Gaensslen (Ed.), *Advances in Fingerprint Technology* (2a. ed.) (pp. 117-187). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420041347.ch4>
- López, J. L. (2022). Huellas dactilares y la química detrás de algunas técnicas para revelarlas. *Educación Química*, 33 (número especial). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.83043>
- López, M. J., Urbano, A. y Cárdenas, M. (2012). *Manual de laboratorio para análisis del semen*. <https://www.omniascience.com/books/index.php/scholar/catalog/view/16/56/88-1>
- MacLantarón. (2003). *Morfología del cartucho*. <https://maclantaronbalistica.jimdofree.com/morfolog%C3%ADa-del-cartucho/>
- Menéndez, A., Sánchez, G. y Gómez, J. A. (2022). Consideraciones para la estimación de estatura en antropología forense. En M. Quinto y J. Gómez (comp.), *Avances en antropología forense* (pp. 176-198). Universidad Nacional Autónoma de México.

- MilDot Store. (2024). *Análisis detallado de los calibres de balas: Guía completa*. <https://mildot.es/blog/spot/analisis-detallado-de-los-calibres-de-bala-guia-completa>.
- Miquel, M. J. (2000). Identificación genérica y de la especie. En J. D. Villalaín y F. J. Puchalt (comp.), *Identificación antropológica policial y forense* (pp. 99-110). Tirant lo Blanch.
- Miquel, M. J. y Polo, M. (2000). Estimación de la edad en restos óseos. En J. D. Villalaín y F. J. Puchalt (comp.), *Identificación antropológica policial y forense* (pp. 111-137). Tirant lo Blanch.
- Montiel, J. (1990). *Criminalística* (Tomo I). Limusa.
- Morales, L. J. (2010). *Enciclopedia criminalística, criminología e investigación* (Tomo I). Sigma Editores.
- Morales, R. A. (2003). Modificación a la prueba de Walker para determinar la distancia de un disparo con arma de fuego. [Tesina de licenciatura] Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno, L. R. (1993). *Balística forense*. Porrúa.
- Ortiz, C. A. (2018). *La balística y sus clasificaciones*. Editorial Flores.
- Ramírez, N. A. (2018). *Aspectos selectos en balística forense*. Trillas.
- Reverte, J. M. (1999). *Antropología forense* (2a. ed.). Ministerio de Justicia.
- Rodes, F. (2023). *Cuaderno de prácticas de antropología forense* (4a. ed.). Universitat D'Alacant.
- Santana, A., Lemes, A., Bolaños, B., Parra, A., Martín, M. y Molero, T. (2001). Citoquímica de la fosfatasa ácida. Consideraciones metodológicas. *Revista de Diagnóstico Biológico*, 50(2), 89-92.
- Santos, J. E. (2016). *Análisis reconstructivo forense mediante patrones de manchas de sangre*. (2a. ed.). Ediciones Jurídicas de Santiago.
- Secretaría de Gobernación, (s.f.). *Policía con capacidades para procesar el lugar de la intervención*. Protocolo de actuación. Conferencia Nacional de Procuración de Justicia-Conferencia Nacional de Secretarios de Seguridad Pública.
- Secretaría de Gobernación. (s.f.). *Guía nacional de cadena de custodia*. Conferencia Nacional de Procuración de Justicia-Conferencia Nacional de Secretarios de Seguridad Pública.
- Sirchie. (2011). *Technical information Master Seminal Fluid Test Kit* (Catalog No. SF298). Sirchie.
- Sirchie. (2013). *Investigación criminalística* (Catálogo 2014/15). Sirchie.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (1986). *Normas y estándares para construcciones escolares*. UNESCO.
- Varela, J. L., Castellanos, H. M., García, J. H., Gracida, L. E., Mijangos, J. y Quevedo, J. I. (2018). Análisis químico comparativo de disparos de arma de fuego de cartuchos de 9 mm de diferentes marcas en prendas. *Visión Criminológica-Criminalística*, abril-junio, 82-85.
- Villalaín, J. D. (2000). Osteometría. En J. D. Villalaín y F. J. Puchalt (comp.), *Identificación antropológica policial y forense* (pp. 59-76). Tirant lo Blanch.
- Villanueva, J. y García, A. (2001). *Manual del yeso*. Asociación Técnica y Empresarial del Yeso.
- Walker, P. L. (2008). Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 136, 39-50. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20776>
- Yamashita, B. y French, M. (2011). Desarrollo de la impresión latente. En Departamento de Justicia de los Estados Unidos (Ed.), *El libro de referencia de las huellas dactilares* (pp. 7-1 - 7-71). Scientific Working Group on Friction Ridge Analysis, Study and Technology. National Institute of Justice.
- Zagal, O. (2016). Identificación de fosfatasa ácida, proteína p30 y espermatozoides, recabados en hisopos a distintas diluciones y tiempos de almacenamiento. [Tesis de licenciatura], Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.



Anexos

Anexo A

Formato para el registro de actividades realizadas durante el procesamiento del lugar de intervención

Notificación del hecho		
Fecha	Hora	Caso No.
Hecho notificado _____		
Ubicación reportada _____		

Arribo al lugar			
Fecha	Hora	Caso No.	
Primer respondiente _____			
Ubicación exacta _____			

Tipo de zona	<input type="checkbox"/> Urbana	<input type="checkbox"/> Suburbana	<input type="checkbox"/> Rural
Tipo de lugar	<input type="checkbox"/> Abierto	<input type="checkbox"/> Cerrado	<input type="checkbox"/> Mixto
Iluminación	Natural	<input type="checkbox"/> Buena	<input type="checkbox"/> Regular
	Artificial	<input type="checkbox"/> Buena	<input type="checkbox"/> Regular
Condiciones climáticas	<input type="checkbox"/> Soleado	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Lluvioso
	<input type="checkbox"/> Ventoso	<input type="checkbox"/> Neblina	<input type="checkbox"/> Otro
Tipo de acordonamiento _____			

Diligencias iniciales			
Fecha de inicio	Hora		
Método de búsqueda	<input type="checkbox"/> Franjas	<input type="checkbox"/> Criba	<input type="checkbox"/> Espiral
	<input type="checkbox"/> Círculos concéntricos	<input type="checkbox"/> Peine	<input type="checkbox"/> Zonas
	<input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____		
Punto de referencia A _____			
Punto de referencia B _____			
Método de fijación	<input type="checkbox"/> Coordenadas cartesianas		
	<input type="checkbox"/> Triangulación (distancia entre punto A y B: _____)		
	<input type="checkbox"/> Radial		

Indicios encontrados durante la diligencia			
Identificación	Descripción	Distancia respecto a	
		Punto A	Punto B

Recolección de indicios				
Identificación	Empaque/embalaje			Hora de recolección
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	
	<input type="checkbox"/> Bolsa	<input type="checkbox"/> Caja	<input type="checkbox"/> Recipiente	

Fecha y hora de término	
-------------------------	--

Nombre y firma de quien procesó

Anexo B

Formato para fijación planimétrica

Fecha: _____ Hora de inicio de la diligencia: _____

Ubicación del lugar de intervención: _____

N



Escala: _____

Simbología	Descripción del indicio

Simbología	Descripción del indicio

Anexo C

Formato de claqueta para fijación fotográfica

Fecha:	_____	Caso o ejercicio No.:	_____
Ubicación del lugar:	_____		

Hora de inicio:	_____	Hora de término:	_____
Fotografías tomadas por:	_____		

Anexo D

Secuencia recomendada para ponerse el equipo de protección personal

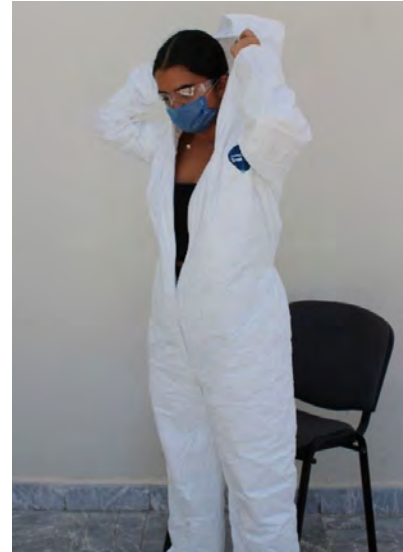
En posición sentada, descálcese e inserte sus pies a través de las perneras del overol. Una vez fuera de estas, colóquese sus zapatos y luego, sobre ellos, el cubrecalzado. Si el overol cuenta con cubrecalzado integrado, realice la operación antes descrita sin quitarse sus zapatos.



Levántese y ajuste la posición de la prenda a la altura de la cintura. Inserte una de sus manos por la manga que corresponda del overol y cubra hasta el hombro. Repita la operación con la otra mano.



Póngase el cubrebocas y ajuste su posición en el dorso nasal y la parte inferior del mentón. En caso de requerirlo, póngase de una vez los anteojos o gafas de seguridad. Si el traje cuenta con capucha, cúbrase la cabeza; de no ser así, puede hacer uso de gorros desechables.



Cierre la cremallera y realice lo ajustes necesarios a nivel de los hombros, las mangas y la cintura.



Colóquese los guantes de látex o nitrilo y extiéndalos hasta las muñecas. Si las maniobras a realizar lo ameritan, puede sellar los guantes a las mangas del overol con algunas vueltas de cinta adhesiva. Lo mismo puede hacer para sujetar el extremo distal de las perneras a sus tobillos.



Anexo E

Secuencia recomendada para quitarse el equipo de protección personal

Retire, si fue el caso, los tramos de cinta adhesiva que envuelven sus muñecas y tobillos.

Tome con tres dedos de una de sus manos, la parte del guante en la extremidad contraria que cubra la cara anterior de la muñeca y proceda a quitárselo; manteniéndolo empuñado, al término de ello, en la mano enguantada.



Introduzca al menos un dedo de la mano sin guante por debajo del guante en la otra mano y tire para retirarlo; debiendo envolver, al término de la operación, el guante que se quitó primero.

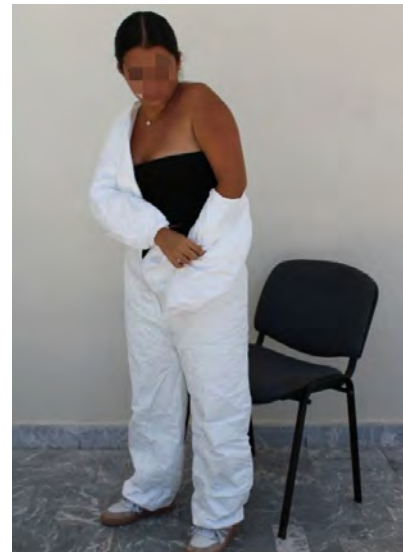


Retírese la capucha del overol, si es que tiene y quítese las gafas y el cubrebocas.



Abra la cremallera; retire el traje de protección de los hombros y saque sus extremidades superiores de las mangas del mismo.

Baje la prenda hasta las rodillas y siéntese. Quítese el cubrecalzado y saque sus extremidades inferiores de las perneras del overol. Las características de su calzado determinarán si debe quitárselo o no para despojarse del traje de seguridad.



Anexo F

Formato de tarjeta de trasplante de impresiones lofoscópicas

Anverso

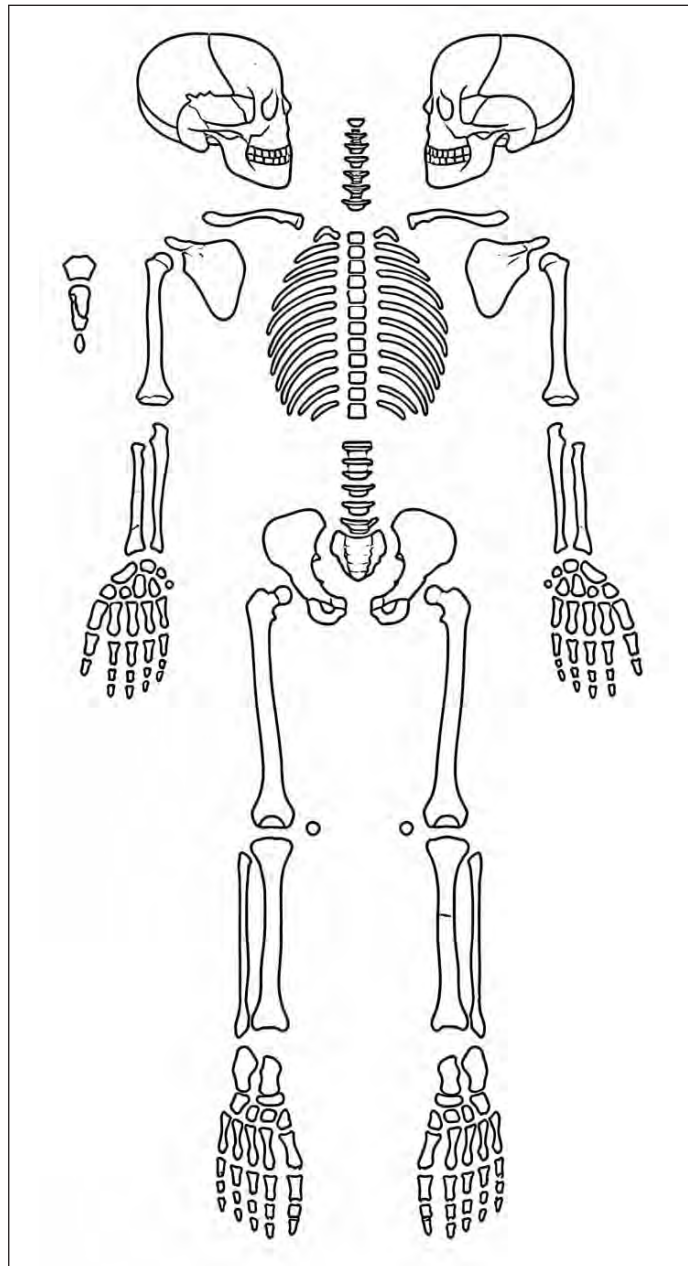
--

Reverso

<p>Fecha: _____ Hora: _____</p> <p>Reveló y recolectó: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Firma:</p> <p>_____</p>	<p style="text-align: center;">Observaciones</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
--	---

Anexo G

Formato para inventario de piezas óseas



Criminalística experimental. Actividades prácticas, de Jesús Alberto Jiménez Ochoa. Fue editado en la Dirección General de Publicaciones de la Universidad de Colima, avenida Universidad 333, Colima, Colima, México, www.ucol.mx. La edición se terminó en junio de 2026. En la composición tipográfica se utilizó la familia Calibri. Programa Editorial No Periódico: Eréndira Cortés Ventura. Diseño de portada: Adriana Minerva Vázquez Chávez. Corrección, diseño de interiores y cuidado de la edición: Myriam Cruz Calvario. Plataformas digitales: Benjamín Cortés Vega y Damara Josselin Jiménez Armenta.

El proceso de formación académica y profesional en la investigación forense debe articular los conocimientos teóricos con la práctica de campo y la actividad experimental. Bajo esta premisa, el laboratorio se convierte en un espacio propicio para el análisis, validación y generación de conocimientos objetivos y del desarrollo de habilidades técnicas, destrezas operativas y criterios de interpretación basados en evidencias. Las once prácticas de laboratorio propuestas —concebidas para las áreas del derecho, criminalística, criminología, investigación criminal y ciencias forenses— se diseñaron para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje bajo criterios científicos, pedagógicos y metodológicos. Incluyen objetivos claros, fundamentos teóricos esenciales, listados del material y equipo necesarios, procedimientos detallados; así como cuestionarios finales tendientes al análisis de los resultados y a la reflexión crítica. La información y las actividades se sustentan en principios técnicos y científicos internacionalmente validados, así como en el marco normativo vigente en México; por lo que resultan técnicamente pertinentes y legalmente válidas. Con ello pretendemos familiarizar las técnicas, procedimientos, diligencias, operaciones y maniobras básicas relacionadas con la criminalística.

Jesús Alberto Jiménez Ochoa

Doctor en ciencias forenses por el Instituto de Ciencias Jurídicas de Nayarit. Es responsable del Laboratorio de Criminalística de la Facultad de Derecho de la Universidad de Colima y catedrático a nivel licenciatura y posgrado de las materias de ciencias forenses y química forense en la misma universidad; así como de criminalística, medicina legal, criminología y balística forense en la Univer Colima, la Universidad Vizcaya de las Américas campus Colima y el Instituto Colimense de Ciencias Forenses. Es autor de diversos artículos relacionados con temas forenses publicados en revistas especializadas en la materia, así como de los libros *¿Quiénes, cómo, dónde y cuándo se suicidan en Colima? Un estudio retrospectivo de la incidencia suicida en el área conurbada Colima-Villa de Álvarez (1996-2000)*; *Planimetría forense*; *Tanatología forense* y *Traumatología forense*.

ORCID: 0009-0000-1341-0701

ISBN: 978-968-9733-40-9



UNIVERSIDAD DE COLIMA