



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**INEFICACIA DE LA ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA PARA
DETECTAR RESIDUOS DE DISPARO DE ARMAS DE FUEGO EN MANOS**

Línea de investigación:

Procesos jurídicos y resolución de conflictos

Tesis para optar el grado académico de Maestra en Criminalística

Autora:

Quispe Osorio, María Soledad

Asesor:

Guardia Huamani, Efraín Jaime
(ORCID:0000-0002-7715-2366)

Jurado:

Delgado Mejía, José Abelardo
Martínez Letona, Pedro Antonio
Vigil Faria, José

Lima - Perú

2023

Reporte de Análisis de Similitud

Archivo:	1A QUISPE OSORIO MARÍA SOLEDAD MAESTRÍA 2023.docx
Fecha del Análisis:	6/01/2023
Analizado por:	Astete Llerena, Johnny Tomas
Correo del analista:	jastete@unfv.edu.pe
Porcentaje:	6 %
Título:	"INEFICACIA DE LA ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA PARA DETECTAR RESIDUOS DE DISPARO DE ARMAS DE FUEGO EN MANOS"
Enlace:	https://secure.arkund.com/old/view/148028468-465602-612365#DclxCoAwDAXQu2T+SJImpvUq4iBFpYNdOop318d76B60rAz5C8QgDiIQKEMF6kgwOGYE MsoGGu3q7Wx17/WghSf2IIIjhYgaW34/



DRA. MIRIAM LILIANA FLORES CORONADO
JEFA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

INEFICACIA DE LA ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA PARA DETECTAR RESIDUOS DE DISPARO DE ARMAS DE FUEGO EN MANOS

Línea de investigación:
Procesos jurídicos y resolución de conflictos

Tesis para optar el grado académico de Maestra en Criminalística

Autora:

Quispe Osorio, María Soledad

Asesor:

Guardia Huamani, Efraín Jaime
(ORCID:0000-0002-7715-2366)

Jurado:

Delgado Mejía, José Abelardo
Martínez Letona, Pedro Antonio
Vigil Faria, José

Lima- Perú

2023

Dedicatoria:

Este trabajo de investigación se la dedico
a mi señora madre por todo el amor,
valores y apoyo que me brindo durante
el desarrollo de mi carrera profesional
que desde el cielo me sigue guiando para
para ser una persona honesta y mujer de bien

QUISPE OSORIO MARÍA SOLEDAD

AGRADECIMIENTO:

Mi especial agradecimiento para los distinguidos miembros del jurado:
Por su criterio objetivo en la evaluación de este trabajo de investigación.

Delgado Mejía, José Abelardo
Martínez Letona, Pedro Antonio
Vigil Faria, José

Asimismo, mi agradecimiento para mi asesor:

Guardia Huamani, Efraín Jaime

Por las sugerencias recibidas para el mejoramiento de este trabajo.

Muchas gracias para todos.

QUISPE OSORIO MARÍA SOLEDAD

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Resumen	ix
Abstract	x
I. Introducción	01
1.1. Planteamiento del problema	02
1.2. Descripción del problema	03
1.3. Formulación del problema	06
1.3.1. Problema general	06
1.3.2. Problemas específicos	06
1.4. Antecedentes	06
1.5. Justificación de la investigación	07
1.6. Limitaciones de la investigación	08
1.7. Objetivos	08
1.7.1. Objetivo general	08
1.7.2. Objetivos específicos	08
1.8. Hipótesis	09
1.8.1 Hipótesis general	09
1.8.2. Hipótesis específicas	09
II. Marco teórico	10
2.1. Marco conceptual	10
2.1.1. Conceptos relacionados con la variable independiente	10
2.1.2. Conceptos relacionados con la variable dependiente	10

2.2.	Bases teóricas de la investigación	11
2.2.1.	Residuos de disparo con arma de fuego	11
2.2.2.	Gestión óptima de las empresas	25
2.2.3.	Prueba de espectrofotometría de absorción atómica	34
2.2.4.	Permanencia de redisaf	39
2.2.5.	Espectrofotómetro de absorción atómica	43
III.	Método	46
3.1.	Tipo de investigación	46
3.2.	Población y muestra	47
3.3.	Operacionalización de variables	48
3.4.	Instrumentos	49
3.5.	Procedimientos	49
3.6.	Análisis de datos	49
IV.	Resultados	50
4.1.	Análisis de la encuesta	50
4.2.	Contrastación de la hipótesis	66
V.	Discusión de resultados	71
5.1.	Alcanzados en la encuesta	71
VI.	Conclusiones	73
VII.	Recomendaciones	75
VIII.	Referencias	76
IX.	Anexos	81
	Anexo A: Matriz de consistencia	81
	Anexo B: Instrumento: Encuesta	82
	Anexo C: Validación del instrumento por experto	85
	Anexo D: Confiabilidad del instrumento establecida por experto	86

Índice de tablas

Tabla 1. Evolución histórica armas de fuego a partir del sistema de ignición	14
Tabla 2. Clasificación armas de fuego	19
Tabla 3. Elementos en el cono posterior de la deflagración	29
Tabla 4. Elementos en el cono anterior de la deflagración	30
Tabla 5. Conformación de la muestra	48
Tabla 6. Operacionalización de variables	48
Tabla 7. Tabla de frecuencias observadas de la hipótesis general	66
Tabla 8. Tabla de frecuencias esperadas de la hipótesis general	66
Tabla 9. Tabla de frecuencias observadas hipótesis secundaria N° 1	68
Tabla 10. Tabla de frecuencias esperadas hipótesis secundaria N° 1	68
Tabla 11. Tabla de frecuencias observadas hipótesis secundaria N° 2	69
Tabla 12. Tabla de frecuencias esperadas hipótesis secundaria N° 2	69

Índice de figuras

Figura 1. Clases de armas según mecanismo de ignición	14
Figura 2. Partes del revolver	20
Figura 3. Partes pistola semiautomática	21
Figura 4. Partes de escopeta	22
Figura 5. Imagen fusil y carabina	22
Figura 6. Tipos fusiles de asalto	23
Figura 7. Imagen metralleta	23
Figura 8. Ametralladoras pesadas	24
Figura 9. Composición externa de casquillo metálico	26
Figura 10. Elementos cartucho metálico	26
Figura 11. Conos deflagración AF	28
Figura 12. Toma de muestra prueba de espectrofotometría de absorción atómica	37
Figura 13. Kit para la toma de muestra de residuos de disparo por absorción atómica.	38
Figura 14. Esquema funcionamiento espectrofotómetro de absorción atómica	44
Figura 15. Resultado a la pregunta No. 1 encuesta	50
Figura 16. Resultado a la pregunta No. 2 encuesta	51
Figura 17. Resultado a la pregunta No. 3 encuesta	52
Figura 18. Resultado a la pregunta No. 4 encuesta	53
Figura 19. Resultado a la pregunta No. 5 encuesta	54
Figura 20. Resultado a la pregunta No. 6 encuesta	55
Figura 21. Resultado a la pregunta No. 7 encuesta	56
Figura 22. Resultado a la pregunta No. 8 encuesta	57
Figura 23. Resultado a la pregunta No. 9 encuesta	58
Figura 24. Resultado a la pregunta No. 10 encuesta	59

Figura 25. Resultado a la pregunta No. 11 encuesta	60
Figura 26. Resultado a la pregunta No. 12 encuesta	61
Figura 27. Resultado a la pregunta No. 13 encuesta	62
Figura 28. Resultado a la pregunta No. 14 encuesta	63
Figura 29. Resultado a la pregunta No. 15 encuesta	64
Figura 30. Resultado a la pregunta No. 16 encuesta	65

Resumen

Objetivo: Mencionar las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica Lima 2019-2021. **Método:** Tipo de investigación básico, nivel explicativo, diseño no experimental transnacional. La población estuvo conformada 70 individuos, instrumento empleado fue el cuestionario, procedimientos: descriptivo, inductivo y el análisis de datos: programa SPSS, tablas y gráficos. **Resultados:** el 87% de los encuestados estuvo de acuerdo con que las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, son: falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para realizar la prueba Lima 2019-2021; el 87% de los encuestados coincidió con que El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia dado que, por lo amplio los residuos desaparecen Lima 2019/2021; **Conclusiones:** Si bien la prueba de espectrofotometría de absorción atómica para detectar residuos de disparo de armas de fuego en manos, o simplemente prueba de absorción atómica; es de índole científica dado que, aplicando principios de la química y de la física, identifica la presencia de plomo, antimonio y bario en las manos de una persona sindicada de haber disparado un arma de fuego.

Palabras claves: residuos de disparo, armas de fuego, prueba de espectrofotometría, absorción atómica.

Abstract

Objective: To mention the causes of ineffectiveness of the atomic absorption test Lima 2019-2021. **Method:** Basic research type, explanatory level, non-experimental transnational design. The population consisted of 70 individuals, the instrument used was the questionnaire, procedures: descriptive, inductive and data analysis: SPSS program, tables and graphs. **Results:** 87% of respondents agreed that the causes of ineffectiveness of the atomic absorption test are: lack of custody of the suspect's hands before sampling and the period of 24 to 48 hours following the shooting, to perform the test Lima 2019-2021; 87% of respondents agreed that The period of 24 to 48 hours following the shooting, for the collection of the sample required for the atomic absorption test causes its ineffectiveness since, by the wide residues disappear Lima 2019/2021; **Conclusions:** While the atomic absorption spectrophotometry test to detect gunshot residues on hands, or simply atomic absorption test; is scientific in nature given that, applying principles of chemistry and physics, it identifies the presence of lead, antimony and barium in the hands of a person accused of having fired a firearm.

Keywords: gunshot residue, firearms, spectrophotometric test, atomic absorption.

I. Introducción

Aun cuando, la prueba de espectrofotometría de absorción atómica, no es concluyente para establecer quien disparo un arma de fuego, al identificarse en las manos del sospechoso residuos de disparo: plomo, bario y antimonio; si constituye un indicio que debe ser corroborado con otras pruebas para atribuir responsabilidad a una persona. Por ello, es indispensable asegurar que la toma de la muestra requerida para esta prueba, se efectúe correctamente, pues de lo contrario, no se podría identificar estos residuos y por ello la prueba se transforma en ineficaz. Dentro de este contexto, se desarrolló esta tesis con el objetivo de mencionar las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica en la ciudad de Lima durante el periodo comprendido del 2019 al 2021.

Para alcanzar el objetivo propuesto, la tesis se conforma de nueve capítulos, conforme a la estructura fijada por la Escuela Universitaria de Posgrado de la Universidad Nacional Federico Villarreal, así:

I. Introducción: en la que se describe y formula el problema a investigar, se refieren los antecedentes internacionales y nacionales, se formularon los objetivos planteados y se presentan las hipótesis.

II. Marco teórico: contiene los fundamentos científicos de los residuos de disparo y la prueba de espectrofotometría de absorción atómica.

III. Método: en él se consigna el método trazado para realizar la investigación.

IV. Resultados. Muestra los resultados obtenidos al formular la encuesta y contrastar las hipótesis de la investigación.

V. Discusión de resultados. Contiene el análisis de los resultados alcanzados, confrontándolos con los antecedentes y el marco teórico.

VI. Conclusiones: se presentan las deducciones a las que se arribó producto de la investigación.

VII. Recomendaciones: comprende las propuestas realizadas para superar la problemática investigada.

VII. Referencias: listado de las diversas fuentes de información examinadas en la investigación.

IX. Anexos: contiene documentos de apoyo a la investigación.

1.1. Planteamiento del problema

Tal como es aceptado mayoritariamente por la literatura, la evolución de las armas de fuego está supeditado al desarrollo de la pólvora, sustancia de la que no se tiene certeza de su inventor pero, respecto de la cual se ha aceptado que los chinos empezaron a emplearla como instrumento para la defensa el siglo X, por medio de cohetes, bombas explosivas e instrumentos similares, no obstante, no bastaba con haber perfeccionado la manera de facilitar su manejo, se requería de un instrumento que permitiera controlar la enorme tensión que se producía al detonarse, para ello en el siglo XIII se emplearon cañones fabricados de bambú, los cuales, en el siglo XIV fueron reemplazados por los metálicos pero su empleo entrañaba dificultades pues: solo podía ser manipulado y cargado por varios individuos, además por su tamaño su transporte era difícil, motivo por el cual se prosiguió en la búsqueda de un artefacto más versátil.

Se tiene documentado, que esta búsqueda tuvo resultados positivos hacia la segunda mitad del siglo XIV, al fabricarse la primera arma de fuego portátil, no obstante, su uso no era tan versátil pues debía ser recargada con pólvora por la boca del canon luego de cada disparo, lo que la hacía lenta e insegura, técnica que se empleó con ciertas modificaciones hasta mediados del siglo XIX cuando surgió el proyectil de metal usados en armas que se cargaban por la parte inferior (retrocarga), las que resultaron ser más seguras y más fáciles de recargar, principio que se conserva en las armas de fuego que existen en la actualidad: cortas,

largas, letales, no letales, pequeñas, ligeras, de disparo único, de repetición, ráfaga, semiautomática, automática, etc.

De la misma forma que las armas de fuego los proyectiles también han ido evolucionando desde su creación, documentándose la existencia de municiones antitanque, explosivas vulgarmente denominadas dundun; las cargadas con mercurio para envenenar, las de fragmentación, etc.

En la actualidad, existe la tendencia de reemplazar los fulminantes comunes empleados en el cartucho que produce partículas de plomo, antimonio y bario, debido a que el plomo es un metal muy contaminante, se han desarrollado municiones que no contienen plomo ni metales pesados llamados nontox, compuestos por “contiene titanio, zinc; también hay fulminantes basados en el estroncio (Lapua o IMI) o que producen partículas de zinc, aluminio; zinc, manganeso, aluminio (CCI) o partículas de potasio entre otras muchas posibilidades”. (Pérez, 2019, p. 134).

Si bien el desarrollo vertiginoso de las armas de fuego, inicialmente se justificó por un tema de auto defensa de las personas frente a agresiones injustificadas, en la actualidad ese propósito se superó, pudiéndose incluso sostener que se perdió, pues en la actualidad las armas son empleadas para hechos ilícitos y como medio para demostrar poderío entre naciones.

1.2. Descripción del problema

Nuestra realidad, como la de la mayoría de los países vecinos, evidencia una gran incidencia de personas que tienen armas de fuego sin poseer la licencia correspondiente, así como de la criminalidad que actúa en contra de nuestro patrimonio, de nuestra integridad y de nuestra vida empleando armas de fuego, las que no dudan en accionar en cualquier momento aun sin que exista ningún tipo de oposición o reacción por parte de la víctima. situación se

refleja en el incremento de las personas lesionadas por armas de fuego en robos y de los asesinatos por encargo.

Ante estos hechos, la policía nacional reacciona y en ocasiones logra la intervención inmediata de los autores de estos hechos; y, en otras, su aprehensión días después; en ambos casos los delincuentes son conducidos a la fiscalía, para que como persecutor del delito – artículo 1 de la Ley Orgánica del Ministerio Público- inicie la investigación correspondiente disponiendo la actuación del análisis de residuos de disparo por espectrofotometría de absorción atómica en las manos del sospechoso de haber disparado el arma de fuego.

Este análisis es posible, porque la dispararse el arma de fuego (percutiéndose el fulminante situado en la base del cartucho); se inicia la deflagración de la pólvora lo que produce gas del cual, expulsado en su gran mayoría por el cañón del arma transportando residuos que “están formados por gránulos de pólvora combustionada, semicombustionada o cruda, partículas metálicas procedentes del proyectil y el fulminante de la vainilla, tales como plomo, cobre, bario y antimonio”. (Fiscalía General de la Nación, 2005), que se impregnan en las manos, ropas y superficies cercanas a quien efectúa el disparo, debido a lo cual, en el análisis de residuos de disparo de arma de fuego, se busca identificar en la muestra tomada al sospechoso de accionar el arma de fuego Plomo (Pb), Antimonio (Sb) y Bario (Ba) a través de pruebas químicas entre otras como: la de activación de Neutrones (NAA), Prueba de Harrison y Gilroy, Rodizonato de sodio, la Parafina o Guantelete, la de espectrofotometría de absorción que es la que se emplea en nuestro país.

Para que la muestra analizada por espectrofotómetro de absorción atómica no solo debe ser tomada por medio de un hisopo estéril mojado en ácido nítrico (HNO_3) con el que se limpia la palma de la mano, el dorso, los dedos del sospechoso, sino que, previamente el efectivo policial que realiza la intervención del sospechoso, debe haber tomado medidas para su conservación, verbi gratia: impidiendo que el intervenido se frote sus manos con sus

prendas de vestir, que se lave las manos, coordinar con el Ministerio Público para que se tome la prueba lo más pronto posible, etc.

No obstante, en la práctica se presentan situaciones en las que se denota desconocimiento por parte de la PNP respecto a estas medidas o procedimientos tal como aconteció en la múltiple intervención llevada a cabo por la PNP en el Hotel Rojo de Punta Negra el 12 de enero de 2020; en el que se intervino a 124 personas entre hombres y mujeres de diferentes nacionalidades; y, “se incautaron diez armas de fuego: ocho revólveres y dos pistolas” que pretendieron ser disparadas contra los agentes de la PNP. (Fernández, 2020), así como diferentes sustancias narcóticas.

Este operativo, fue muy publicitado por los medios de comunicación escritos y audio visual como el “bunker de Punta Negra” permitió evidenciar que, pese a que la PNP anunció someter a la prueba de análisis de disparo por absorción atómica a los intervenidos que pretendieron disparar en su contra, no se tomaron las medidas para preservar los posibles residuos, a los intervenidos les hizo recostar en el suelo, sin haber sido esposados, sus manos podían tocar cualquier superficie, e incluso rozar su vestuario propio y el de los otros, se les entregó documentos con los cuales tapaban su rostro para impedir que los medios de comunicación captaran su imagen, etc.

Adicional a lo anterior, se manifestó que esta prueba se debía realizar máximo dentro de las 24 y 48 posteriores a haberse accionado el arma de fuego pues: “dentro de las 24 horas debe hacerse porque el antimonio es el que desaparece más rápido. Si han pasado 2 días puede que encuentres plomo y bario, pero no antimonio y tiene que ver antimonio para que un resultado sea positivo”. (Fernández, 2020), situación que se ha convertido en una constante como se puede ver, no solo, en las noticias que a diario propalan los medios de comunicación, sino en las comisarías y demás dependencias en las que se recluyen a las personas capturadas por estar sindicadas de haber disparado un arma de fuego.

Esta realidad, motivo la realización de esta investigación con el objetivo establecer las principales causas de la ineficacia de la prueba de espectrofotometría de absorción atómica para detectar residuos de disparo de armas de fuego en manos del sindicado de haber disparado un arma de fuego, comúnmente conocida como prueba de absorción atómica (denominación empleada en esta investigación) sin desconocer el carácter indiciario de esta prueba en el proceso penal.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica Lima 2019-2021?

1.3.2. Problemas específicos

¿Por qué motivos falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica Lima 2019-2021?

¿Por qué motivo el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia Lima 2019-2021?

1.4. Antecedentes

1.4.1. Antecedentes internacionales

La investigación titulada: “Determinación de residuos de disparo por arma de fuego mediante espectrofotometría de absorción atómica”, en la que los investigadores concluyen que la espectroscopía de absorción atómica es un método sensible y exacto para identificar fragmentos producto del accionar un arma de fuego, se necesita instrucción para su realización. (Bautista y Larico, 2018).

1.4.2. Antecedentes nacionales

La Investigación denominada: “Valor probatorio del examen pericial por espectrofotómetro de absorción atómica, en los juzgados penales del cercado de Arequipa

2016 – 2017”, cuyas conclusiones contribuyen con esta investigación al establecer: i) que la correcta realización de la prueba de espectrofotometría de absorción atómica, posibilita corroborar o rechazar la participación de un individuo en un acto ilícito en el que se empleó arma de fuego, identifica a quien disparo encausando el decurso de la investigación; y, ii) que el empleo de la prueba de espectrofotometría de absorción atómica, constituye un aporte significativo para la investigación, por eso se requiere que la PNP y el perito que arriba a la escena del crimen estén en capacidad de tomar la prueba en ese momento para no alterar sus resultados, lo que no ocurre en la actualidad. (Machaca, 2018).

La investigación signada: “Observancia del procedimiento para la toma de muestras para análisis de restos de disparos por arma de fuego, Ancash – 2021”, aporta datos para esta investigación al señalar que los peritos de las oficinas de Criminalística de la PNP de la región Ancash, si utilizan un procedimiento apropiado para la toma de muestra para la prueba de análisis de disparo de arma de fuego, no obstante, no ocurre lo mismo con el número de hisopos empleados en cada mano, ni con el “aislamiento de las manos del cadáver para su traslado de la escena del crimen a la morgue ni se emplean los envases adecuados, ya que estos son adaptados en jeringas hipodérmicas”. (Reyna, 2021, p. 57).

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

El fundamento teórico de la investigación consistió, en analizar la problemática que presenta la toma de la muestra para realizar la prueba de espectrofotometría de absorción atómica en las manos del sospechoso de accionar un arma de fuego, para detectar residuos del disparo y ofrecer soluciones en el ámbito de la criminalística.

1.5.2. Justificación metodológica

El fundamento metodológico de la investigación radica, en analizar la problemática que existe en la toma de la muestra para realizar la prueba de espectrofotometría de absorción

atómica en las manos del sospechoso de accionar un arma de fuego, a fin de detectar residuos de disparo siguiendo los lineamientos del método científico, de manera que los hallazgos obtenidos puedan ser observados por otras investigaciones.

1.5.3. *Justificación práctica*

El fundamento practico de esta investigación consistió, en proporcionar a los operadores de justicia penal herramientas para superar la problemática que existe en la toma de la muestra para realizar la prueba de espectrofotometría de absorción atómica en las manos del sospechoso de accionar un arma de fuego, a fin de detectar residuos de disparo de armas para superarla en tanto se realizan las modificaciones requeridas.

1.6. Limitaciones de la investigación

La principal limitación que se presentó al realizar esta investigación fue la falta de colaboración de los miembros de la PNP y del Ministerio Publico para responder la encuesta, sorteándose al garantizar la reserva absoluta de su identidad y respuestas.

1.7. Objetivos

1.7.1. *Objetivo general*

Mencionar las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica Lima 2019-2021.

1.7.2. *Objetivos específicos*

Explicar los motivos por los que la falta custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica Lima 2019-2021.

Exponer el motivo por el que plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia Lima 2019-2021.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

Las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, son: falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia Lima 2019-2021

1.8.2. Hipótesis específicas

La falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica al posibilitar el accionar del sospechoso para hacer desaparecer o reducir los residuos Lima 2019-2021.

El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia dado que, por lo amplio los residuos desaparecen Lima 2019-2021

II: Marco teórico

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *Conceptos relacionados con la variable independiente:*

Prueba de absorción atómica: Método científico empleado para que a través del espectrofotómetro de absorción atómica identificar restos de plomo (Pb), antimonio (Sb) y bario (Ba), compatibles con residuos de disparo de arma de fuego en ropas y manos de personas vivas y muertas.

Arma de fuego: Elemento diseñado para expulsar proyectiles valiéndose de la combustión o deflagración de pólvora.

Cartucho: Cilindro metálico o de cartón, contentivo de la pólvora, el fulminante y el proyectil con el que se carga el arma de fuego de retrocarga.

Prueba indiciaria: Este método detecta plomo (Pb), antimonio (Sb) y bario (Ba), que se hayan en los residuos de disparo de arma de fuego, pero no identifica a quien disparo, para ello se requiere de otras pruebas.

Residuo de disparo: Gases, partículas de plomo (Pb), antimonio (Sb) y bario (Ba) procedentes de la combustión del cartucho en un arma de fuego.

2.1.2. *Conceptos relacionados con la variable dependiente:*

Causas de ineficacia prueba de absorción atómica. Circunstancias que se presentan previo a la toma de muestra, requerida para la prueba de absorción atómica en las manos de un sospechoso de haber disparado un arma de fuego y que influyen negativamente en su resultado.

Difiere de falso negativos: No se puede comprender en la categoría de falso negativo por cuanto no permite identificar ninguno de los elementos procedentes del disparo de arma de fuego.

Favorece al sospechoso: Crea duda sobre la responsabilidad del imputado.

No se hallan residuos de disparo: Por causas externas al método de espectrofotometría de absorción atómica, imposibilitan identificar plomo (Pb), antimonio (Sb) y bario (Ba), en las manos del sospechoso de disparar un arma de fuego.

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. *Residuos de disparo con arma de fuego*

2.2.1.1. Armas de fuego

La génesis de las armas de fuego (en adelante AF) se encuentra subordinada al invento de la pólvora, como lo aclara Preparadores de oposiciones en policía (2017), por “ser primer propelente conocido”. (p. 2). Por su naturaleza la pólvora es un material deflagrante esencialmente empleada como impulsor de proyectiles de AF detonante y con propósitos auditivos en los fuegos artificiales. A diferencia de la pólvora negra empleada en AF en antaño, la empleada en la actualidad no produce humo.

No existe certeza sobre la procedencia de la pólvora, no obstante, se ha aceptado que fue descubierta casualmente por China en siglo noveno, tras los experimentos para hallar la fórmula de la eterna juventud de un alquimista. Pese a este hecho, y a que en el continente europeo Bacon aludía a ella en su obra un siglo antes, un sector de la doctrina considera como su inventor al monje francés alquimista Berthold Schwarz en el siglo catorce. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017)

En Europa el uso de la pólvora como detonante o propulsor se conoció a finales del siglo trece y comienzos del catorce, por obra de los árabes invasores.

Mundialmente se considera a la obra de Marco Greco como la más remota que alude a la pólvora al describir la forma como se creaba la pólvora negra.

En un escrito de 1326 el capellán del Rey Eduardo tercero de Inglaterra, Walter de Milemete ilustra lo que indudablemente es un cañón primitivo; en un documento que data del mismo año, Florentino relata la compra “de proyectiles y cañones metálicos”.

Con todo, no cabe duda que en el siglo decimo los chinos empleaban la pólvora con fines “militares forma de cohetes y bombas explosivas, lanza llamas y distintos artilugios y posteriormente utilizaron proyectiles metálicos”. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017, p. 2). En el siglo trece, ya empleaban cañones elaborados con bambú para disparar proyectiles a sus adversarios, los cuales con el tiempo se reemplazaron por los metálicos, hasta llegar a popularizarse su empleo en el siglo catorce, no obstante, la dificultad consistía en crear tubos metálicos con el potencial de controlar la inmensa tensión generada por las detonaciones en su interior. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017).

A partir de la segunda mitad del siglo catorce, se presentan mayores alusiones sobre el empleo militar de AF, siendo la primera fabricada la de tipo portátil por su facilidad para ser trasladadas por un individuo, con el tiempo la inseguridad y poca confiabilidad que presentaban al inicio se superaron hasta transformarse en un instrumento militar muy confiable y de uso muy generalizado. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017).

Las primeras AF, portátiles que se crearon fueron las de avancargas llamadas así porque se cargan por la boca y se caracterizaban porque no disparaban un proyectil como se conoce en la actualidad, sino que se recargaban con pólvora negra. (Solís, 2019), entre estas AF se cuentan:

El arcabuz: Arma de fuego de “avancarga” es decir, que se carga por la boca (Real Academia Española, 2021), predecesor del “mosquete”. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017, p. 3), ideado en el siglo quince, empleado de forma generalizada por la infantería hasta el siglo diecisiete. Aunque el alcance de su disparo era corto, más o menos cincuenta metros; lograba penetrar armaduras, se manipulaba fácilmente, por lo cual desplazo la ballesta hasta su desaparición en el siglo dieciséis.

El mosquete, compartió protagonismo con el arcabuz hasta que lo llevo a su desaparición en el siglo dieciocho, pese a ser un arma “avancarga” debido a su mejor “poder

de parada” y alcance (unos 100 metros efectivos). (Preparadores de oposiciones en policía, 2017, p. 3). Fue ideado por los españoles; debido a su gran peso, para dispararse debía descansar en una horquilla y el tiempo de recarga era de tres minutos.

2.2.1.2. Evolución AF

Con fundamento en la técnica de combustión, resumidamente se puede mencionar la evolución de las AF así:

i) La primera técnica de combustión fue la “llave de mecha” en la que el tirador sostiene el arma con una mano y con la otra aproxima la mecha prendida al fogón para el disparo, debido a lo cual era poco eficiente.

ii) Le siguió el serpentín siglo quince, “pieza metálica (hierro) con forma de “S” sujeta por una pieza metálica, el “perno”, al lado derecho de la caja y al que se fijaba en su extremidad superior un trozo de mecha empapada en una solución de nitrato potásico”. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017, p. 3), el dispositivo se movía haciendo que girara la S hasta que el pabito contactaba “la pólvora del fogón el cual conducía la carga de pólvora explosiva, el fogón se situaba en el centro del arma”. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017, p. 3), no obstante, en el siglo quince el canon paso a ubicarse a un lado.

iii) La sierpe o resorte, mecanismo creado al evolucionar el serpentín, empleaba un “fiador o resorte para tener levantada la mecha, lista para ser liberada y disparar, permitiendo aumentar la velocidad de disparo”. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017, p. 4), este mecanismo constituyó el origen de los arcabuces para cazar.

iv) Otro mecanismo fue el pestillo o palanca, generalmente empleado por los ejércitos hasta inicios del siglo dieciocho, dada su sencillez, resistencia y bajo costo.

Las armas elaboradas a partir del sistema de ignición se ilustran en la figura 1.

Figura 1

Clases de armas según mecanismo de ignición



Nota: Tomado de preparadores de oposiciones en policía (2017).

Tabla 1

Evolución histórica armas de fuego a partir del sistema de ignición

Mecanismo de combustión	Funcionamiento	Problema
Con mecha (S. XIV)	Mecha prendía la pólvora. Avancarga.	Mecha se apagaba debía estar seca y duración limitada. Difícil de accionar y recarga lenta
Con rueda (S. XVII)	Rueda accionada por resorte que al contactar piedra de pirita produce chispas. Avancarga.	Desgaste de piedra. Resorte necesitaba bobinado manual. Mecanismo débil. Recarga lenta y complicada
Con Pedernal (S. XVII)	Emplea pedernal que golpea rastrillo y produce chispas. Arma de Avancarga. Surgen cartuchos de papel.	Avería o deteriora del resorte; rompimiento del pedernal. Recarga lenta.
Por cápsula de Percusión (S XIX)	Martillo (percutor) golpea cápsula explosiva de metal que enciende la carga propulsora. Surge mecanismo giratorio de acción de repetición, empleado en revolver.	Requiere carga de cápsula pólvora y bala. Recarga lenta.
Cartucho metálico- plástico (S XX y ss.)	El casquillo, la bala, la pólvora y el fulminante forman un sólo elemento (cartucho). Sistema simple, fiable y seguro.	Probables interrupciones por encasquillamiento.

Nota. Elaboración propia.

En la actualidad gracias a la tecnología, la elaboración de las armas se desarrolló significativamente, a mediados del siglo diecinueve surgieron mecanismos de cartuchería de metal para emplearse en armas de retrocarga (se carga por la parte inferior), que resultaron “ser más seguras y eficientes por la buena obturación de los gases en la recámara, más eficaces por su rápida recarga y facilidad de municionamiento”. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017, p. 4).

En lo que respecta a los proyectiles, también se desarrollaron dando paso a “municiones perforantes, explosivas, rellenas de mercurio (para causar el envenenamiento), trazadoras, de cabeza hueca y de fragmentación entre otras”. (Preparadores de oposiciones en policía, 2017, p. 4).

El constante desarrollo de las AF se encuentra vinculada a la investigación y desarrollos de la ciencia en el contexto militar, a través del empleo de mecanismos de repetición, de disparo automático, la creación de pólvora sin humo y adelantos en la precisión y trayectoria lo que ha originado una gran variedad y sofisticación en las AF.

2.2.1.3. Noción

Convención interamericana contra la fabricación y el tráfico ilícitos de armas de fuego, municiones, explosivos y otros materiales relacionados, presenta una doble noción de AF indicando que, es tal:

a) Cualquier arma que conste de por lo menos un cañón por el cual una bala o proyectil puede ser descargado por la acción de un explosivo y que haya sido diseñada para ello o pueda convertirse fácilmente para tal efecto, excepto las armas antiguas fabricadas antes del siglo XX o sus réplicas; o

b) Cualquier otra arma o dispositivo destructivo tal como bomba explosiva, incendiaria o de gas, granada, cohete, lanzacohetes, misil, sistema de misiles y minas. (Organización de los Estados Americanos, 1997, Art. 3).

Estas nociones, comprenden no solo las armas que han sido fabricadas para expulsar proyectiles gracias a la ignición de pólvora, sino también cualquier artefacto que se transforme sin que interese el mecanismo empleado, para ese fin; así como, las diseñadas para destrucción masiva.

Ahora bien para complementar estas nociones, se acudió al concepto de Bringas (2003), quien gracias a su formación como miembro del ejército de México, proporciona un concepto en nuestro criterio, más técnico y a partir del cual se colige que las AF son todo invento, artefacto o instrumento, ideado, producido o empleado para expulsar proyectiles al espacio, con trayectorias correctamente establecidas, valiéndose de la propulsión de los gases generados por la ignición “de una carga de pólvora”, que se lleva a cabo al “interior de los cartuchos y cañones de las armas de fuego”. (p. 20).

En sentido similar Moreno (2001), conceptualiza las AF como artefactos de diferentes formas y tamaños, diseñados para expulsar violentamente usando la “fuerza expansiva de los gases que se desprenden en el momento de la deflagración de la pólvora”. (p. 21).

Con fundamento en lo expuesto podemos definir el AF como el instrumento creado o adaptado para lanzar violentamente proyectiles de pólvora producto de la combustión provocada en su interior.

2.2.1.4. Características de AF

A partir de la noción de AF, Castañeda (2017), al estudiar la necesidad de contar con elementos para poder catalogar como AF a diversos artefactos que, aunque expulsaban violentamente proyectiles no se consideraban formalmente en esta categoría, estableció como características de AF las siguientes:

Instrumento ideado para expulsar proyectiles a gran velocidad sirviéndose la energía producida por la combustión de la pólvora, esto es, emplea la pólvora como impulsor;

Poseer recámara o alveolo, componente físico para sujetar al proyectil para servirse de la energía producida por los gases al instante de la deflagración;

Que los componentes mencionados en precedencia, sean ensamblados conformando un todo, con un mecanismo estructural manual o mecánico que origine percusión; y,

Que ese todo este ideado para expulsar proyectiles.

Esto significa que, al hallar un instrumento que no se asimile a los prototipos tradicionales de AF pero que se adecue a estos parámetros se le puede comprender en esta categoría.

2.2.1.5. Estructura de AF

Conforme a la información proporcionada por la Texas Parks and Wildlife Foundation (s.f.), los componentes esenciales de un AF actual son:

- El dispositivo de acción o carga, en el que se cargan, disparan y expulsan los proyectiles:
- El cañón: tubo metálico atravesado por la bala; y,
- La culata, sostiene el dispositivo y mayormente el cañón.

Esta entidad, advierte la existencia de otros términos igualmente importantes para conocer las partes de las AF, los cuales son:

Cantonera: Lado de la culata que se apoya en el hombro. Puede contar con una almohadilla para minimizar el retroceso o patada;

Boca del cañón: Lado frontal del cañón por el cual se expulsan las balas al dispararse;

Recámara: comienzo del cañón soporta el tiro cartucho o el cartucho de proyectiles o perdigones para disparar;

Retrocarga: Parte trasera del cañón, empezando con la recámara.

Alma o ánima del cañón: Canal interior del cañón por el que se desplazan los proyectiles al dispararse;

Seguro: Accesorio mecánico creado para impedir disparos accidentales, jamás se debe emplear como opción de manipulación segura de AF;

Cartucho cargador: Contenedor donde se almacenan los proyectiles para cargarlas en la recámara. Puede hacer parte de la culata o en un contenedor desmontable;

Gatillo: Aditivo que se manipula con el dedo para disparar proyectil;

Guarda del gatillo: Argolla protectora imposibilita que el gatillo se dispare o su contacto accidental. (Texas Parks and Wildlife Foundation, s.f.).

2.2.1.6. Tipos de armas de fuego

Como advierte la Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC) (2020), hay distintas maneras para analizar las AF, así como distintas clasificaciones dependiendo del parámetro empleado, verbi gratia: “nivel de letalidad, su estructura, forma de ser portadas, mecanismo de acción, o características técnicas), y de la finalidad de la clasificación (fines jurídicos, judiciales o técnicos)”. (p. 6). En la tabla 1 se consignan los principales parámetros de clasificación de las AF.

Tabla 2*Clasificación armas de fuego*

Transportabilidad	Armas comunes: tradicionales, empleo o uso común, creadas para uso castrense, no son de destrucción masiva. Clases: ■armas pequeñas, ■armas ligeras, ■ Carros de combate ■ Vehículos blindados de combate ■ Sistemas de artillería de gran calibre ■ Aviones de combate, incluidos los vehículos aéreos tripulados y no tripulados ■ Helicópteros de ataque ■ Naves de guerra ■ Misiles y lanzamisiles. (UNODC, 2020, p. Armas no convencionales: de destrucción masiva, también conocidas como ABQ (atómicas, biológicas y químicas) o NRBQ (nucleares, radiológicas, biológicas y químicas). (UNODC, 2020, p. 7). Armas pequeñas: Transportables por un individuo sin ayuda. Armas ligeras: Transportables por grupo pequeño de individuos. Otros: Su transporte requiere uso de tecnología.
Particularidades físicas, dimensión y apoyo	Armas cortas: Portátiles, creadas para apuntar y disparar con una mano, así el diseño original se haya modificado. Las armas largas: Disparadas desde el hombro “armas portables diseñadas para ser utilizadas y disparar apoyadas en la cintura o en el hombro y mediante su accionamiento con las dos manos” (UNODC, 2020, p.8).
Mecanismo de acción	Sistema de disparo de AF, mecanismos físicos que permiten: su carga, bloqueo, extracción de proyectiles y la frecuencia de disparo al accionar el gatillo. Disparo único: Al accionar el gatillo se dispara un solo proyectil, luego se debe recargar manualmente. Repetición: Al accionar el gatillo dispara un proyectil desde el cañón, luego se debe recargar el cañón. Semiautomáticas: Al presionar el gatillo dispara un proyectil, recarga automática entre rondas (auto recargable). Ráfaga: Al accionar el gatillo dispara pequeño grupo de proyectiles, recarga automática entre municiones disparadas (auto recargable). Totalmente automática: Al presionar el gatillo dispara ininterrumpidamente hasta que se libera; Municiones se recargan automáticamente (auto recargable).

Nota. Elaboración propia.

A. Armas de fuego comunes. Las AF comunes constituyen el listado más conocido, se sustenta en los tipos de AF conforme a la llamada tabla de referencia de las armas de fuego (FRT), banco de datos creado por la Policía Real Montada de Canadá y luego implementada por la INTERPOL, su uso está restringido a personal autorizado Policía Real Montada de Canadá. La UNODC en 2015 implementó una variante más sencilla de FRT conformada por las siguientes AF.

Revólver: arma corta, con cilindro o tambor rotatorio de 5 a 9 recámaras que abastecen manualmente con los proyectiles, cuyas partes se ilustran en la figura 1. El disparo es posible cuando el cilindro rota hasta que la siguiente recámara se alinee con el cañón del arma “se presiona el disparador (gatillo) para soltar el trinquete que libera el martillo y dispara la munición. Los casquillos de las municiones disparadas permanecen en el cilindro hasta que se descargan manualmente”. (UNODC, 2020, p. 9).

Conforme informa UNODC (2020), por su sistema de funcionamiento son AF de repetición, “pueden ser de doble acción (cuando el gatillo también amartilla el martillo) o de acción simple (cuando el martillo se amartilla manualmente)” (p. 9).

Figura 2

Partes del revolver



Nota: Tomado de Texas Parks and Wildlife Fundation (s.f.).

Pistola: AF de puño o corta cuyas partes se aprecian en la figura 2, funcionamiento semiautomático. La recámara hace parte del cañón. Normalmente los proyectiles se cargan en el cargador que se introduce en la empuñadura “Al accionar el arma de fuego, empuja la siguiente munición y expulsa el cartucho agotado. Mecanismo de funcionamiento: disparo único, de repetición, pistola semiautomática y automática”. (UNODC, 2020, p. 10).

Figura 3

Partes pistola semiautomática



Nota: Tomado de Texas Parks and Wildlife Fundation (s.f.).

Escopeta: AF larga se dispara desde el hombro, conformada por 1 o 2 cañones, ubicados uno al lado del otro o contra opuestos cuyas partes se aprecian en la figura 3, sin estrías, creada para disparar cartuchos pequeños perdigones, en vez de, proyectiles. Su calibre se denomina “«gauge», y suele ser de mayor diámetro que otras armas pequeñas. Mecanismo de funcionamiento: generalmente de disparo único. También puede ser de repetición o semiautomática”. (UNODC, 2020, p. 10).

Figura 4*Partes de escopeta*

Nota: Tomado de Texas Parks and Wildlife Fundation (s.f.).

Fusil o carabina: Fusil llamado en ingles rifle es AF larga de hombro, con estrías en espiral cercenadas, dentro del “cañón («rifling»)” permitiendo que el proyectil rote. El cargador en ocasiones es desmontable y en otras no. Carabina similar al fusil, con cañón más corto, como se ve en la figura 4. “Mecanismo de funcionamiento: tiro único, de repetición, semiautomático o totalmente automático”. (UNODC, 2020, p. 11).

Figura 5*Imagen fusil y carabina*

Nota: Elaboración propia.

Fusil de asalto: Subclase de fusil, corresponde a fusiles militares cargados mediante cargador como se ve en la figura 5 y de alcance medio “(como el AK-47 o el M16), que

pueden ajustarse para el fuego automático o semiautomático”. Mecanismo de funcionamiento: semiautomático o completamente automático”. (UNODC, 2020, p. 11).

Figura 6

Tipos fusiles de asalto



Nota: Elaboración propia.

Metralleta: AF de puño, cañón corto, figura 6; utiliza proyectiles de pistola de baja energía. Se acciona desde cadera, hombro o mano. Puede ser automática (se considera como pistola ametralladora o metralleta automática). (UNODC, 2020, p. 12); o, semiautomática.

Figura 7

Imagen metralleta



Nota: Elaboración propia.

Ametralladora. AF automática, al presionar el gatillo dispara ráfaga sin recarga. Puede ser: pesada accionadas por grupo de individuos, figura 7; y, ligera accionada por un individuo. “En la mayoría de las ametralladoras se carga la munición con cinturones, aunque algunas utilizan cargadores” (UNODC, 2020, p. 12).

Figura 8

Ametralladoras pesadas



Nota: Elaboración propia.

B. Otras clases de armas de fuego. Las armas enumeradas en precedencia son las legales, sin embargo, hay otras clases de armas que no encuentran adecuación en esta tipología, por lo que se les incluye en la categoría de otras AF, entre las que se cuentan:

Armas de fabricación artesanal: Se producen a mano y en pequeñas cantidades, su producción abarca cualquier tipo de AF.

Armas rudimentarias: fabricación casera, se producen con componentes o dispositivos “que no fueron originalmente diseñadas para ser piezas de un arma de fuego o hechas con partes de otras armas de fuego”. (UNODC, 2020, p. 13), coloquialmente también se denominan armas hechizas.

Armas de fuego impresas en 3D: “Se fabrican construyendo capa sobre capa de plástico, creando varios objetos complejos y sólidos” (UNODC, 2020, p. 14)

Copias sin licencia: Se presentan en los casos en que: se han producido una cantidad superior o diferentes a las permitidas por la licencia.

Réplicas e imitaciones de AF: Según UNODC (2020) son artefactos creados para asimilarse a una AF existente pero no para disparar.

Armas de fuego desactivadas y convertidas. Es un arma trasformada para que no dispare. A través del procedimiento de conversión se transforma un arma no letal en una letal. (UNODC, 2020).

Armas de fuego modulares. Para UNODC (2020), se fabrican con elementos intercambiables de forma que modifican o mejorar las características de AF.

Armas de fuego ocultas: Como explica UNODC (2020) son similares a artefactos no peligrosos, pero que se pueden disparar y producir lesiones mortales.

Armas autónomas letales: “Máquinas de tecnología avanzada que están equipadas con armas de fuego, como los drones y los vehículos blindados, sin personal humano, pero cuyo control y acción, sin embargo, está ejercido por humanos”. (UNODC, 2020, p. 19).

2.2.2. Residuos de disparo AF

Para facilitar la comprensión de este acápite, conviene conocer los componentes del cartucho metálico, esta clase de munición está constituida por elementos comunes: “fulminante, vaina o casquillo, pólvora y proyectil” figura 7 “desmontado un cartucho de munición metálica. En ella se aprecian sus componentes: proyectil con su camisa y su núcleo, su vaina o casquillo, su culote, la pólvora y el fulminante”. (Solís, 2019, p. 26).

Figura 9*Composición externa de casquillo metálico**Nota:* Elaboración propia.**Figura 10***Elementos cartucho metálico**Nota:* Tomada de Solís (2019).

Ahora bien, respecto al proceso de generación de residuos de disparo de AF (en adelante ReDisAF), es decir de haber disparado un cartucho metálico –no porque no existen otros tipos de cartuchos sino porque es el más usado-; la forense colombiana Moya (2011): precisa que, esta denominación comprende los “gases, vapores y material particulado”

originados por la descarga de AF y están conformados por componentes inorgánicos y orgánicos. Los componentes inorgánicos proceden del “fulminante, del cartucho, aditivos inorgánicos del propelente, del proyectil, pigmentos metálicos y trazas de impurezas; considerándose como principal fuente de residuos inorgánicos el proyectil y el fulminante”. (Moya, 2011).

Estos componentes inorgánicos se vaporizan por las elevadas temperaturas y presión que se producen dentro del arma al dispararla, estos vapores se liberan del arma por las aberturas “y al salir del arma encuentran una temperatura inferior condensándose como finas partículas del orden de 5mm a 100mm (un mm es 10-6m.)”. Moya (2011), almacenándose en zonas cercanas, comprendiendo las manos y ropas de quien dispara.

La ciencia forense hasta la fecha, ha orientado el análisis de ReDisAF a la identificación de los componentes inorgánicos, concretamente de “elementos metálicos antimonio, bario y plomo con tamaño de partícula microscópico”. (Moya, 2011) no obstante, también se han realizado investigaciones sobre el componente orgánico.

Brozek-Mucha (2007), coincide con lo planteamiento Moya (2011), en cuanto al origen de los compuestos inorgánicos, añadiendo que también provienen del revestimiento del casquillo, la camisa de la munición o su núcleo y del cartucho propiamente; y, respecto a los compuestos o componentes orgánicos precisa que proceden esencialmente del propelente y los lubricantes del AF, dando lugar a fragmentos de pólvora parcial y totalmente incineradas, sustancias de transformación e hidrocarburos.

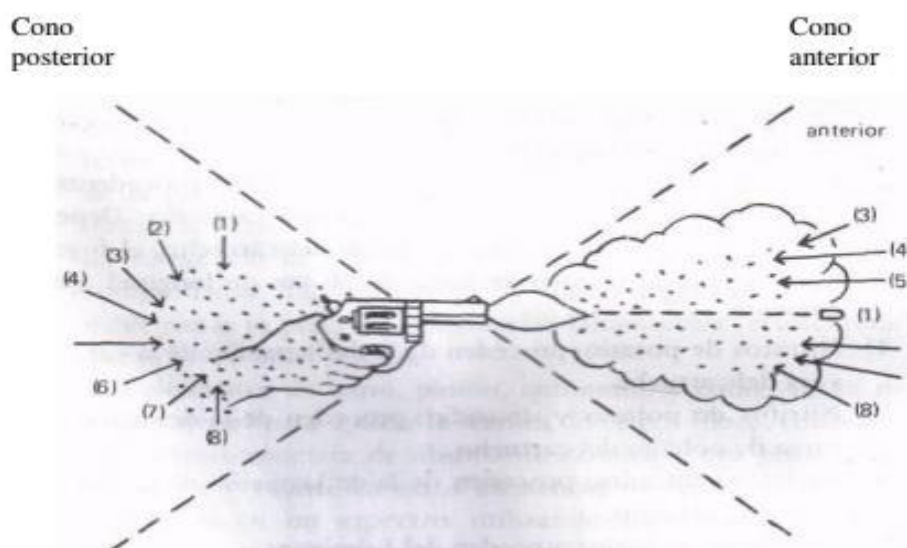
Tal como lo señalaron Moya (2011), Di Maio (2007), siguiendo la tendencia de analizar los compuestos inorgánicos en los ReDisAF, refiere como en el instante en que se dispara un AF se produce una cadena de efectos físico-químicos que llevan a que se generen residuos conformados por “pólvora (nitritos y nitratos), restos de plomo, de cobre, del detonador o de la carga iniciadora, como bario y antimonio”. (p. 232). Estos fragmentos o

partículas se acumulan en las manos del individuo que dispara el AF, en sus ropas y la misma arma, por lo que su presencia evidencia que esta ha sido disparada. Los ReDisAF están definidos y constituidos por una mezcla de “plomo, antimonio, bario, y otros elementos” (p. 233).

2.2.2.1. Residuos anteriores y posteriores. Con fundamento al cono de deflagración los ReDisAF se clasifican en; i) residuos anteriores, y, ii) residuos posteriores, conforme se visualiza en la figura 11.

Figura 11

Conos de deflagración AF



Nota: Tomado de Montiel (2003).

A. Residuos cono de deflagración anterior, como advierte Krishnan (1977), el proceso de combustión o ignición al disparar un AF no es integral, por consiguiente, la porción de la pólvora que no ha sido consumida al igual que metales procedentes del proyectil, se propagan por el canon y son expulsado por la boca del AF. Reciben esta denominación por cuanto siguen la trayectoria del proyectil.

Los ReDisAF que se juntan al proyectil en el cono de ignición anterior son:” metales (plomo, bario y antimonio), gases, humo y la flama”. (Krishnan, 1977, p. 326).

Tabla 3*Elementos en el cono posterior de la deflagración*

	Elemento	Procedencia
1.	Nitratos de potasio	deflagración de carga de pólvora del casquillo.
2.	Nitritos de potasio y sodio	deflagración de la carga de pólvora del casquillo
3.	Derivados de nitratos	deflagración de la cámara de pólvora del casquillo.
4.	Bario	fulminante del casquillo.
5.	Plomo	del proyectil o bala, sin camisa de cobre o acero
6.	Antimonio	fulminante del cartucho.
7.	Cobre	del proyectil recubierto con camisa de cobre.
8.	Acero	del proyectil recubierta con camisa de acero.

Nota: Tomado de Montiel (2003).

A causa de la presencia de elementos provenientes del disparo de AF en el cono anterior al momento de dispararse un AF, sencillo resulta comprender que las superficies cercanas también se pueden ver contaminadas por ellos, conforme a las trayectorias que se pueden realizar a partir de lo ilustrado en la figura 9.

B. Residuos cono de deflagración posterior o uprange residues. Al accionarse un AF el mayor porcentaje de residuos se expulsan por la boca del cañón, no obstante, un pequeño porcentaje se expulsan por la parte trasera del AF como nos ilustra Krishnan (1977, p. 327), verbi gratia, en el revolver por la fisura que existe entre el cilindro y la parte posterior del cañón y en la pistola semiautomática al expulsar los casquillos percutidos.

Tabla 4*Elementos en el cono anterior de la deflagración*

Elemento	Procedencia
1) Bala o proyectil	Elemento del cartucho expulsado a gran velocidad, impulsado por fuerza de los gases, originados en deflagración de la carga de pólvora del cartucho
2) Humo y gases	Deflagración de carga de pólvora del cartucho, granos de pólvora que logran su combustión completa
3) Fogonazo o llama	Gases sobrecalentados procedentes de la deflagración de la pólvora del cartucho
4) Nitratos de potasio	Deflagración de la pólvora del cartucho
5) Nitritos de potasio y de sodio	Deflagración de la pólvora del cartucho
6) Derivados nitrados	Deflagración de la pólvora del cartucho
7) Elementos de bario	Proceden del fulminante
8) Elementos de plomo	Proceden de la bala
9) Elementos de antimonio	Proceden del fulminante
10) Elementos de cobre	Proceden de la bala, recubierta con camisa de cobre
11) Elementos de acero	Proceden de la bala, recubierta con camisa de acero

Nota: Tomado de Montiel (2003).

Conforme a la figura 9 estos elementos son los que se buscan identificar en la mano de la persona sindicada de disparar un AF.

2.2.2.2. Análisis de RedisAF. En el ámbito del derecho penal, el análisis de RedisAF constituye un indicio para establecer si un individuo ha disparado un AF, pues, como se explicó en precedencia, el disparo de un AF es posible gracias a la combustión o ignición de la pólvora del proyectil, lo que produce gases y fragmentos de pólvora y sus componentes que se adhieren a las manos, ropas del tirador y superficies cercanas. Por ello, a partir de lo manifestado por Pérez (2019), se colige que el análisis o estudio de los RedisAF en la

práctica forense tienen dos usos esenciales: i) a partir de la concentración en las heridas o sitios de impacto permite estimar la distancia de disparo; y, ii) a partir de los residuos que hay en las manos o ropas de un individuo determinar quién es el autor del disparo.

Dentro de esta investigación, se abordará el segundo de los escenarios, es decir, el análisis de los ReDisAF para ii) a partir de los residuos que hay en las manos o ropas de un individuo determinar si es el autor del disparo, para “confirmar si existe vinculación en el delito”. (Caro, 2007, p. 112). En este contexto, como precisa Pérez (2019), los fragmento o residuos que se trata de descubrir son los metálicos provenientes principalmente del “fulminante, que se han formado como consecuencia de las elevadas presiones y temperaturas alcanzadas durante el mismo”. (p. 128).

Es decir, de acuerdo a lo explicado en precedencia se buscar identificar la presencia de los elementos depositados en el cono posterior como consecuencia del disparo, conforme lo ilustrado en figura 9 y la tabla 3.

La existencia de ese tipo de residuos, en las manos de un individuo vivo o fallecido, a efectos de establecer si ella fue la que realizó el disparo, se logra a través del empleo de “técnicas de reactivos químicos siendo las más frecuentes: Activación de Neutrones, Harrison Gilroy, Rodizonato de sodio, Parafina o Guantelete, Espectrofotometría de Absorción Atómica y Microscopía Electrónica de Barrido”. (Montiel, 2003, p. 209).

2.2.2.3. Tipos pruebas identificación ReDisAF. Aun cuando, esta investigación se circunscribe a la Espectrofotometría de Absorción Atómica a continuación se procede a analizar someramente las principales técnicas de reactivos químicos así:

A. Prueba activación de neutrones (NAA). La finalidad de este método es la detección de elemento metálicos por medio de la activación de un reactor nuclear, en el que los metales hallados en las manos del inculcado se convierten en “metales radioactivos que emiten rayos gamma con una longitud de ondas perfectamente conocidas permitiendo la

identificación y cuantificación por medio del espectro”. (Moreno, 2006, p.213). Debido a sus altos costes esta técnica es poco empleada, pese a que sus resultados son notablemente fidedignos al detectar y medir bario y antimonio presente en la muestra tomada del sindicado de disparar un AF.

De acuerdo a lo informado por Moreno (2006), la muestra se recolecta, frotando un lienzo empapado con ácido nítrico al 2%, en el dorso, la palma de las manos de quien pudo disparar, dentro de las 24 horas siguientes de realizado el disparo.

Beneficios: alta sensibilidad, su precisión, el análisis no afecta la muestra, bajo prevalencia de falsos positivos. Inconvenientes: su coste, el tiempo que requiere su práctica y “no identifica plomo solo identifica y cuantifica bario y antimonio”. (Moreno, 2006, p. 426).

B. Prueba de Harrison y Gilroy. Método divulgado en 1959 a través de la Revista Americana de Ciencias Forenses por H. C. Harrison y R. Gilroy, consiste en identificar “bario y plomo mediante rodizonato de sodio, y también antimonio, componente del fulminante del cartucho mediante trifenilo arsonio”. (Moreno, 2006, p. 427).

Los datos arrojados por esta prueba son relativamente fiables como señala Montiel (2003), lo aconsejable es efectuar la prueba pocas horas después del disparo. La muestra se toma con tela de algodón impregnada con ácido clorhídrico 0.1 molar, posteriormente se le aplican los reactivos reseñados en el párrafo anterior.

Beneficios: poca prevalencia de falsos positivos, bajo coste, fácil de realizar. Inconvenientes: baja sensibilidad, no posibilita establecer el número de disparos efectuados ni conocer el tiempo que ha pasado desde disparo. Poco empleado por lo difícil de adquirir los reactivos en el mercado.

C. Técnica rodizonato de sodio: como evoca Moreno (2006), este método fue formulado en 1954 por Feigl, con la finalidad de identificar plomo y bario componentes del fulminante del cartucho, en las manos de quien se sindicó de disparar.

La muestra se toma con tela de algodón impregnada de ácido clorhídrico, a la que como lo describe Yat, (2015), se le aplican dos gotas de solución buffer, luego se coloca en una placa de vidrio y se le adiciona dos gotas de la solución de rodizonato de sodio y se observa al microscopio, de observarse un color rojo escarlata indica presencia de plomo y el rojo oscuro de bario.

Beneficios: fácil de realizar, coste bajo, resultados confiables, buena sensibilidad, baja prevalencia de falsos positivos. Inconvenientes: “error en la técnica altera o daña la muestra o lleva a errores de interpretación, reactivo se debe preparar recientemente debido a que por su inestabilidad química por influencia de condiciones ambientales”. (Yat, 2015, p. 48).

D. Prueba de la parafina o o método parafinoscópico (Guantelete): Esta prueba como ilustra Moreno (2006), fue aplicada por primera vez por el Dr. Gonzalo Iturrioz y Font en 1913 al colocar en los orificios que dejaron en las prendas de vestir los disparos que acabaron con la vida de Gral. Armando J. de la Riva, jefe de Policía de la Habana; una lámina de parafina presionándola para alzar el material dejado por la ignición de los proyectiles, verbi gratia los nitratos, los que identifico aplicando “el reactivo de Guttman (difenilamina-sulfúrica) cuya reacción produce un color azul, y con base en su dispersión, determinar la distancia de los disparos”. (p. 42), en 1922 con fundamento en esta prueba el Dr. Fernández Benítez, también cubano, creo el guantelete de parafina para captar los productos de nitratos acumulados en las manos de quien había disparado un AF, colocando en el “área interna del guantelete, previamente abierto por sus bordes, el reactivo de Guttman. En el caso de existir elementos nitrados, aparecían pequeñas comas de color azul”. (Moreno 2006, pp. 324-325).

Teodoro González Miranda del Laboratorio de Identificación Criminal de la Policía del Distrito Federal de México, implemento este método signándolo como “prueba de parafina”. (Moreno 2006, p.325) y posteriormente fue implementada por la Policía de los Ángeles, California, EEUU como el nombre de “test de González”. (Moreno 2006, p. 325).

La parafina previamente derretida a baño de maría, se aplica en la mano de quien se cree acciono el AF “con una brocha de camello”, se le cubre con una gasa y se aplica sobre ella otra capa de parafina se deja enfriar en la mano del individuo y se retira cuidadosamente y se le aplica elreactivo griess - lunge- Guttmany”. (Yat, 2015, p. 49).

Beneficios: bajo coste, desintegra nitritos lo que facilita el examen. Inconvenientes: es inespecífica: no identifica la presencia de pólvora, “sino de nitritos o nitratos”. (Moreno, 2006, p. 325), alta cantidad de falsos positivos y negativos.

2.2.3. Prueba de espectrofotometría de absorción atómica

El vocablo espectroscopia se refiere al examen y análisis del espectro o del comportamiento de “una molécula, un ion o un átomo excitadas por una fuente de energía” idónea, previamente conocida para producir este efecto en un átomo o molécula. (Universidad Autónoma de Chiguagua, s.f, p. 2). Newton es considerado como uno de los precursores de este método, al estudiar en el año mil seiscientos el comportamiento de la luz al atravesar un prisma. Herschel en 1831 explico que las sales de los metales expuestas, directamente o disueltas; a una flama originan distintos colores, verbi gratia la de color naranja pertenece al calcio, la amarilla pertenece al sodio, la violeta al potasio, etc., estos experimentos se confirmaron ulteriormente por otros científicos, surgiendo la posibilidad de identificar el metal de una sal en un determinado compuesto químico. (UACH, s.f.).

Ya en 1851 Kirschhoff y Bunsen profundizaron “el conocimiento de la naturaleza de este fenómeno, cuando la luz colorida producida por el metal en la flama la hicieron incidir en un depósito óptico que separa la radiación emitida por el metal, de la luz solar” (UACH, s.f, p. 2) a este dispositivo se le denomino espectroscopio dado que posibilitaba la observación: del espectro, permitiendo observar que cada metal que emite radiación de diferente color, presenta líneas que aparecen en diferentes posiciones en la pantalla o campo de observación, y esto es independientemente de las condiciones en que se realiza el

experimento”. (UACH, s.f, p. 2), y de clase de sal metálica; sino que, solamente está subordinada o depende del metal de que se trate. Así mismo, la intensidad de la línea está en proporción directa a la concentración del metal. Este método permitió la identificación indubitable de un elemento y su concentración.

El espectrofotómetro fue muy útil, a comienzos del siglo veinte para comprobar si se había descubierto un nuevo elemento de la tabla periódica, pues al realizar el examen su espectro no coincidía con los elementos conocidos.

Aun cuando, la espectroscopia en el análisis cuantitativo se empleó desde finales del siglo veinte, su aplicación generalizada en el examen químico solamente data de 1952, año en que surgió el “primer equipo comercial de espectroscopia de absorción atómica para la cuantificación de Metales”. (UACH, s.f, p. 3), y de ahí hasta la actualidad su desarrollo ha sido vertiginoso.

“En general es una técnica analítica utilizada para determinar la concentración de átomos / iones metálicos en una muestra”. (Visser, 2021), en nuestro caso procedentes de la pólvora que se quema al dispararse un AF.

Este método según Bautista y Larico (2018), ha sido empujado para localizar bario, antimonio y plomo producidos por el disparo de AF, en las áreas habitualmente más empleadas al accionar un AF. Científicamente, es un método analítico para identificar elementos fundado en “la absorción de energía radiante por átomos libres en su estado basal”. (Soria, 2012). Es decir, se fundamenta en la absorción de las longitudes de onda producidos por elementos en su condición de átomo. (Jiménez, 2013).

El objetivo de este método conforme lo manifestado Montiel (2003), consiste en la localización de los elementos de la pólvora generados por su ignición a fin de establecer si un individuo ha accionado un AF. Se sustenta en el principio de los átomos libres, es de tipo analítico de ahí que, se puede emplear para el estudio de “trazas de elementos minerales,

muestras biológicas, metalúrgica, farmacéuticos, aguas, alimentos y medio ambiente”. (p. 213).

2.2.3.1. Conservación de la muestra

- Es recomendable que el perito que toma la muestra para detección de ReDisAF tenga en cuenta:

- Emplear, como mínimo, un hisopo por mano, aunque el perito tiene autonomía para tomar muestras adicionales.

- Efectuar un reconocimiento visual de las manos y muñecas del sospechoso.

- Fotografiar manos y muñecas del sospechoso y esencialmente en las áreas en las que se evidencie ennegrecimiento.

- Lavarse meticulosamente sus manos y antebrazos previo a la manipulación de los materiales para impedir la contaminación de la muestra.

- Evitar al máximo tener contacto con las manos del sospechoso.

- Evitar trasladar o tocar a quien se le atribuye haber disparado el AF.

- Impedir que el sospechoso lave, roce o frote las manos antes de la toma de la muestra.

- No se pueden tomar las huellas digitales previo a la toma de la muestra.

No se pueden “esposar las manos del sujeto detrás de la espalda” (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación, 2017, p.100)

En tratándose de sospechoso vivo la muestra se debe tomar “antes de las 12 h posteriores a ocurrido el hecho”. (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación, 2017, p. 101).

2.2.3.2. Procedimiento

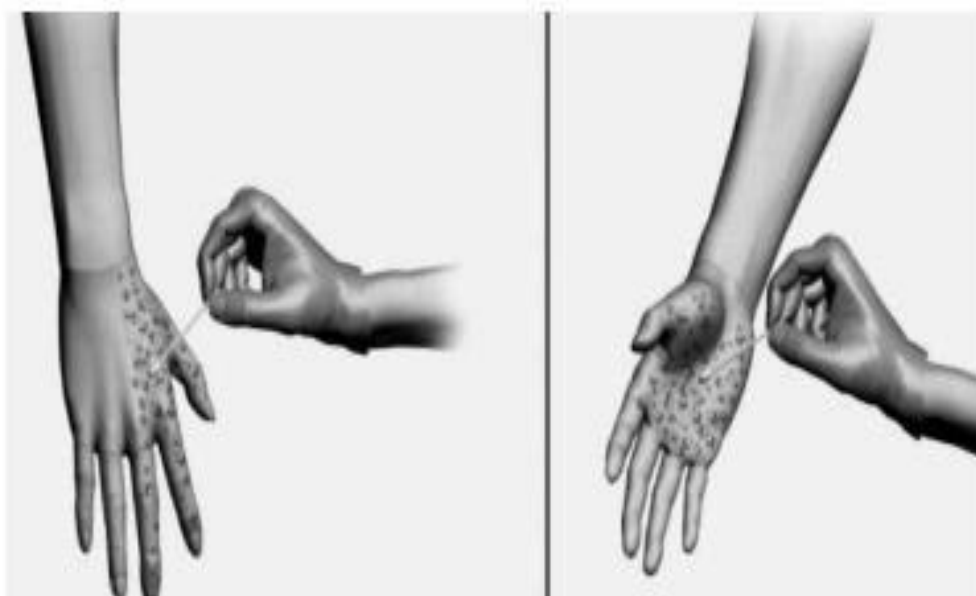
Para realizar esta prueba advierten Pérez-Cao y Valero (2001), se requiere obtener muestras de las manos y vestuario del sospechoso de haber disparado, pues como se dejó

claro, en la mano que empuña y dispara un AF se depositan residuos de la deflagración de la pólvora. No obstante, esta zona no es la única de la que se pueden levantar los residuos pues también se pueden levantar de: la epidermis de las personas, en el interior y exterior de coches, en el entorno de un suceso, vestidos, etc.

La muestra se levanta con un hisopo esterilizado mojado en ácido nítrico (HNO_3) con el que se limpia la mano: palma, dorso, dedos, etc.; o punto en que piensa pueden existir ReDis de pólvora figura 10, la cual se remite al laboratorio para que un técnico la analice empleando espectrofotómetro de absorción atómica. (Yat, 2015).

Figura 12

Toma de muestra prueba de espectrofotometría de absorción atómica



Nota: Elaboración propia.

Algunos países, como Chile emplean un kit especial, como se aprecia en la figura 11; para asegurar que la toma de muestra se realice con elementos realmente esterilizados.

Figura 13

Kit para la toma de muestra de residuos de disparo por absorción atómica



Nota. Elaboración propia.

Los beneficios que reporta la aplicación de esta prueba son múltiples, conforme a Reis et al. (2003) consisten en que:

Identifica pequeñas proporciones de elementos de la pólvora; alta sensibilidad; su precisión; poca prevalencia de falsos positivos; se emplea en manos y vestuario; su sensibilidad es mayor al método de activación de neutrones; conlleva el desarrollo de técnica y confirmación que acredita el buen funcionamiento del Espectro de AA por su sensibilidad y fiabilidad; posibilita la rectificación de fondo en muestras difíciles;

Permite la corrección de fondo para muestras complejas.

Provee un mejoramiento de la estabilidad de la señal con la función smoothing (alisado), incluso en expansión de escala, para mejorar los límites de detección y una precisión analítica superior.

- Permite la corrección de fondo no uniforme y algunas interferencias de espectro.
- Aplica a una amplia variedad de matrices de muestra.

- Elimina fuentes de error potenciales.
- Es de operación automática.
- La calibración del equipo la realiza con diluciones automatizadas.
- Analiza varios elementos de manera secuencial y automatizada.
- Permite un consumo de la muestra mínimo (menos de 500 μ L por determinación)
- Se puede variar el volumen de muestreo para modificar la sensibilidad o para superar interferencias potenciales.

“Permite el uso de modificadores de matriz y otros agentes reductivos tales como Borohidruro de sodio (NaBH_4) y cloruro estannoso (SnCl_2) para preconcentrar el analito y mejorar la sensibilidad de la determinación”. (Reis et al., 2003, pp. 1269-1273).

Adicionalmente, Montiel (2003) precisa que este método es preciso y sensible es útil para establecer la “concentración simple de elementos, especialmente donde la muestra esta mezclada y cuando se puede colocar fácilmente en solución”. (p. 213)

Inconvenientes que presenta esta prueba para Robinson (1996), están dados por: el tiempo que requiere la ejecución de todo el proceso; debe ser realizada en máximo ocho horas después de efectuado el disparo pues de lo contrario la prevalencia de falsos negativos es grande; el espectrómetro precisa de inversión en mantenimiento para apropiado funcionamiento, el laboratorio que lo emplea necesita de precisión en sus cálculos por ello se efectúa control de calidad de sus dispositivos, lo que supone que el empleo de este artefacto debe ser comprobado o autorizado.

2.2.4. *Permanencia de redisaf*

En la práctica, como lo explica Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación (2017), no se puede confiar en hallar ReDisAF luego de transcurridas 12 horas desde que se efectuó el disparo, en tratándose de una persona viva. No obstante, en situaciones de

suicidios estos residuos permanecen más tiempo, por lo cual la muestra se debe levantar “inmediatamente después del contacto con el sujeto en el campo”. (p. 100).

En el mismo sentido Romolo y Margot (2001), aclaran que los ReDisAF que se alojan en las manos de quien acciona un AF no permanecen allí por tiempo indeterminado, este tiempo es fluctuante por estar supeditado a la labor que despliega el sospechoso. Estos residuos pueden desaparecer por el lavado de las manos, el rozamiento con prendas de vestir, los movimientos, etc. En tratándose de personas muertas, ello puede ser fruto del manejo que se dé al cadáver previo a la toma de la muestra. “Las partículas de mayor tamaño desaparecen antes, mientras que las más pequeñas pueden permanecer un tiempo prolongado”. (p. 198).

El tiempo de permanencia de ReDisAF ha sido objeto de análisis variados con hallazgos disímiles. Como lo refiere Pérez (2019), la posición mayoritaria entre los que se cuentan Brozek-Mucha (2007); y, Knechtla y Gallusers (1996); sostiene que en el transcurso de las dos horas siguientes al disparo la cantidad de partículas disminuye significativamente y al pasar cuatro horas las probabilidades de hallar residuos se reducen sustancialmente. No obstante, también existen investigadores que: i) hallan ReDisAF a las cinco, doce, diecisiete y veinticuatro horas de accionada el AF entre los que están Knechtla y Galluser (1996) y Andrasco y Maehly (1977), entre otros y, ii) los que sostienen que el tiempo de permanencia de ReDisAF en situaciones reales es mayor a las fijadas por el investigador que se cuenta con (Pérez, 2019). Estas discrepancias pueden obedecer a las diversas circunstancias en que se realiza el análisis.

En el evento en que, el tiempo entre el disparo de la AF y la ubicación del presunto autor del disparo sea alto, propone como alternativa la de recolectar muestras de cabello, de las prendas de vestir y/o de la nariz áreas en las que los ReDisAF perduran más. (Pérez, 2019).

2.2.4.1. Interpretación análisis ReDisAF. Como lo advierte Pérez (2019), para que un ReDisAF constituya una prueba fidedigna se requiere que estos fragmentos no pueden ser hallados en individuos que no hayan disparado un AF, pues de lo contrario “valor como evidencia forense disminuiría de forma drástica”. (p. 131), toda vez que, el perito al interpretar los resultados del análisis de la muestra de ReDisAF solo puede afirmar si en ella hay residuos de disparo o no, mas no si un individuo disparo una AF. En nuestro caso la muestra es positiva si presenta residuos de Pb: Plomo, Sb: Antimonio y Ba: Bario.

En este contexto, se debe tener en cuenta que en determinadas circunstancias se presentan falsos positivos o falsos negativos, pese a que la prueba se efectuó a quien se le sindicó de accionar el AF se haya realizado de forma incorrecta, lo que ocurre es que existen diversas circunstancias que coadyuvan a su contaminación o alteración.

Por ello, los resultados del análisis de ReDisAF dentro del proceso penal no pueden ser valorados como la prueba idónea para demostrar que una persona disparo AF, sino que, constituye un indicio que debe ser confirmado o desvirtuado con las otras pruebas o medios de convicción acopiados en la investigación.

A. Falsos positivos. Nos encontramos en el escenario de que la muestra de ReDisAF realizada a una persona resulta positiva para Pb: Plomo, Sb: Antimonio y Ba: Bario, pero como sostiene Morales (2015), estos resultados se pueden originar por haberse contaminado con pólvora, mas no por haber disparado AF, lo que se puede obedecer a:

La manipulación de AF o de sus componentes, se produce en individuos que por las labores que cumplen pueden acceder a ellos;

La manipulación de ropa u otro objetivo que llevan residuos de pólvora, bien de quien acciono el AF o de quien fue lesionado;

Por transferencia a consecuencia de forcejear con el individuo que acciono el AF;

Por hallarse situado cerca al individuo que dispara el AF, pues al momento del disparo se generan gases que diseminan por las superficies cercanas;

Por la manipulación del AF con posterioridad a ser accionada.

Sobre el particular Exline y Schwoeble (2000), aclaran que, esta prueba únicamente revela que ciertas cantidades de Pb, Ba y Sb fueron halladas en el área, aunque no precisan su origen o procedencia, esto es, no es viable señalar con certeza que las partículas halladas proceden de haber disparado AF, por cuanto, pueden proceder “de otras fuentes, como contaminantes ambientales, baterías de vehículos, papel, maquillaje, fibras, reveladores de huellas dactilares, frenos de vehículos y vidrios, entre muchas otras fuentes que contienen los elementos típicos de DisAF”. (p. 12).

B. Falsos negativos. este escenario es inverso a los falsos positivos, aunque el resultado de la muestra tomada a quien se le sindicó de haber disparado un AF no halló: Pb: Plomo, Sb: Antimonio y Ba: Bario, ello obedece a que los residuos se eliminaron luego de accionada el AF, para Morales (2015), esto se debe a:

- El lavado de las manos luego del disparo;
- El roce de las manos con la vestimenta;
- Por mal embalaje de la vestimenta del sospechoso de disparar, pues se puede causar contaminación;
- Tomar la muestra en un tiempo superior a seis horas luego de accionada el AF;
- En tratándose de cadáver, no embalar las manos;
- El AF está bien ajustada, la cantidad de pólvora liberada no es suficiente para que se aloje en las manos, particularmente con un solo disparo;
- La clase de proyectil empleado en el AF;
- La inadecuada realización de la prueba;
- La contaminación de la prueba por mala manipulación; etc.

2.2.5. Espectrofotómetro de absorción atómica

El espectrofotómetro de absorción atómica, como se precisó, se concibe como el instrumento empleado para realizar la prueba de espectrofotometría de absorción atómica. Concebido por Gilabert (2002), como un dispositivo creado para estimar los “factores de reflectancia y transmitancia espectrales. Su finalidad es comparar a cada longitud de onda el flujo radiante reflejado o transmitido por el objeto con el incidente”. (p.54), en nuestro caso, de los elementos de la pólvora generados por su combustión al disparar un AF; teniendo presente como lo advierten Pecsok y Shields (1973) todos los materiales absorben energía radiante, incluso: el cristal que aparentemente es transparente, absorbe longitudes de onda que se encuentran en el espectro visible.

Al respecto Montiel (2003), sostiene que el espectrofotómetro de absorción atómica es un instrumento que emplea un método cuantitativo, en el que las muestras contentivas de elementos se someten a vapor para efectuar el examen por medio de fuego en el que, “los elementos absorben frecuencias características de radiación generadas por lámparas de cátodo ahuecado que emiten el espectro de luz del elemento” examinado. (p. 213). La magnitud de absorción es proporcional a la concentración del elemento en la muestra analizada.

2.2.5.1. Principio de funcionamiento. Los principios básicos de funcionamiento del Espectrofotómetro de Absorción Atómica, son dos:

i) Todos los átomos o iones pueden absorber luz en longitudes de onda específicas y únicas. Cuando una muestra que contiene cobre (Cu) y níquel (Ni), por ejemplo y se expone a la luz a de longitud de onda característica de Cu, entonces solo los átomos o iones de este elemento absorberán esta luz. La cantidad de luz absorbida en esta longitud de onda es directamente proporcional a la concentración de los iones o átomos absorbentes. (Visser, 2021), es decir en el ejemplo, del cobre.

ii) Los electrones dentro de un átomo, existen en varios niveles de energía. Cuando el átomo está expuesto a su propia longitud de onda única, puede absorber la energía fotones y los electrones que se mueven desde un estado fundamental a un estado excitado. La energía radiante absorbida por los electrones está directamente relacionada con la transición que ocurre durante este proceso. Además, dado que la estructura electrónica de cada elemento es única, la radiación absorbida representa una propiedad única de cada elemento en particular y se puede medir. (Visser, 2021).

2.2.5.2. Componentes espectrofotómetro de absorción atómica. Sin consideración a la clase espectrofotómetro de absorción atómica de que se trate, las partes esenciales de todo espectrómetro de absorción atómica los ilustra Machaca (2018), figura 10, señalando que ellos pueden variar atendiendo a la clase de espectrofotómetro, su precisión, calidad, etc.

Figura 14

Esquema funcionamiento espectrofotómetro de absorción atómica



Nota: Tomado de Machaca (2018).

La UACH (s.f.), relaciona siete componentes del espectrofotómetro de absorción atómica:

La fuente de radiación que debe emitir una línea de radiación determinada, requerida para realizar la “transición en los átomos del elemento”. (p. 5), examinado.

“El nebulizador, que al aspirar la muestra líquida, cree gotas pequeñas para que atomización sea eficaz”. (UACH, s.f, p. 5).

El quemador, en el que debido a la temperatura lograda en la combustión y a consecuencia de ella se propicie la generación de átomos presentes en la solución.

El sistema óptico cuya función es la “separar la radiación de longitud de onda de interés”. (UACH, s.f, p. 5), así como las otras que se presenten

El detector o transductor, con aptitud para modificar proporcionalmente “las señales de intensidad de radiación electromagnética, en señales eléctricas o de intensidad de corriente”. (UACH, s.f, p. 5).

El amplificador o sistema electrónico, encargado de incrementar la señal eléctrica generada, de manera que en la fase siguiente se pueda tratar por medio de “circuitos y sistemas electrónicos comunes”. (UACH, s.f, p. 5).

El sistema de lectura, encargo de transformar “la señal de intensidad de corriente a una señal que el operario pueda interpretar”. (UACH, s.f, p. 5), este dispositivo puede ser de tipo “escala de aguja, una escala de dígitos, un graficador, una serie de datos que pueden ser procesados a su vez por una computadora, etc.”. (UACH, s.f, p. 5).

III. Método

3.1. Tipo de investigación

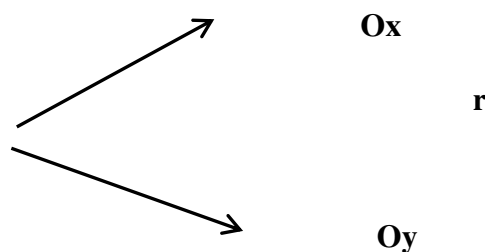
La investigación se desarrolló:

Con un enfoque cuantitativo

De tipo básico. Se estudiaron las variables: prueba de absorción atómica y causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, conforme al contenido asignado por la ciencia criminalística.

De nivel explicativo: Se indicó la manera como la ineficacia de la prueba de absorción atómica índice la prueba de absorción atómica

De diseño no experimental transaccional: La autora no manipulo las variables: prueba de absorción atómica y causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, solo analizo su desempeño durante el periodo investigado, posteriormente determino la relación que poseen.



Dónde:

M: Muestra

Ox: Observación realizada a Variable independiente: prueba de absorción atómica

Oy: Observación realizada a la Variable dependiente: causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica

R: Relación que existe entre las variables sometidas a estudio

3.2. Población y muestra

La población de la de la investigación fue estuvo constituida por 70 individuos entre: miembros de la PNP, peritos de la escena del crimen, Fiscales provinciales y adjuntos, Jueces Penales, Defensores públicos y Abogados litigantes y egresados de programa de maestría en criminalística y derecho penal de la Escuela Universitaria de Posgrado de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

A partir de la población, aplicando el muestreo no probabilístico y la siguiente fórmula matemática, se extrajo la muestra que correspondió 59 individuos constituida conforme a la tabla 5:

$$n = \frac{(p \cdot q) Z^2 N}{e^2 N - 1 + (p \cdot q) Z^2}$$

En la cual:

- n:** Es el tamaño de la muestra que se va a tomar en cuenta para encuestar.
- p, q:** Representan la probabilidad de la población de estándar, no comprendida en la muestra. Se asume que p y q tienen el valor de 0.5 cada uno.
- Z:** Representa las unidades de desviación estándar con una probabilidad de error de 0.05, es decir, un intervalo de confianza de 95% en la estimación de la muestra, por tanto, el valor de $Z = 1.96$.
- N:** Es el total de la población, Este caso 70 personas, considerando únicamente a aquellas cuya opinión es relevante para la investigación.
- EE:** Representa el error estándar de la estimación, aceptado en la investigación, en este caso es 5.00%.

Sustituyendo:

$$n = (0.5 \times 0.5 \times (1.96)^2 \times 70) / (((0.05)^2 \times 70) + (0.5 \times 0.5 \times (1.96)^2))$$

$$n = 59$$

Tabla 5

Conformación de la muestra

COLABORADOR	CANTIDAD	%
Miembro de la PNP	10	16.74
Peritos de la escena del crimen	05	8.47
Fiscales provinciales y adjuntos	08	13.55
Jueces penales	09	15.25
Defensores públicos	10	16.74
Abogados litigantes	17	28.71
TOTAL	59	99.96

Nota. Elaboración propia

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 6

Operacionalización de variable independiente y dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
INDEPENDIENTE	Método científico empleado para que a través del espectrofotómetro de absorción atómica identificar restos de plomo (Pb), antimonio (Sb) y bario (Ba), compatibles con residuos de disparo de arma de fuego en ropas y manos de personas vivas y muertas.	Se medirá en encuesta	X.1. Identifica Pb, Sd y Ba. X.2. No identifica a quien dispara X.3. Prueba indiciaria
X. PRUEBA DE ABSORCIÓN ATÓMICA			

DEPENDIENTE Y. CAUSAS DE INEFICACIA DE LA PRUEBA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Circunstancias que se	
	presentan previo a la toma de muestra para efectuar la prueba de absorción atómica en las manos de un sospechoso de haber disparado un arma de fuego y que influyen negativamente en su resultado.	Y.1. falta de aislamiento de las manos del sospechoso Y.2. Plazo excesivo para la toma de muestra Y.3. No arroja residuos de Pb, Sb y Ba.

Nota. Elaboración propia.

3.4. Instrumento

El instrumento empleado en esta investigación fue:

Cuestionario: creado por la investigadora para averiguar la postura de los encuestados respecto a prueba de absorción atómica y causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica.

3.5. Procedimientos

Los procedimientos empleados fueron:

Descriptivo. Posibilitó la explicación de las variables: prueba de absorción atómica y causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica

Inductivo. Permitió inferir la manera como las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica afectan la prueba de absorción atómica.

3.6. Análisis de Datos

Los datos fueron examinados a través de:

El programa SPSS 25, una vez ingresados los datos de la encuesta, arrojo datos estadísticos que se presentaron es gráficos y tablas

IV. Resultados

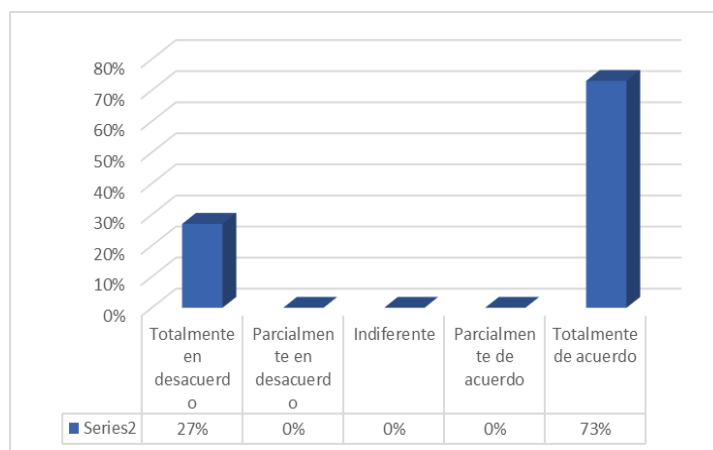
4.1. Análisis de la encuesta

Este capítulo contiene los resultados de la investigación del estudio, procesados utilizando el programa SPSS V24 presentados en figuras y conforme a las siguientes preguntas:

¿Conocía la existencia de pruebas para identificar residuos de disparos de armas de fuego en zonas del cuerpo y prendas de vestir de una persona?

Figura 15

Respuesta encuestados pregunta 1



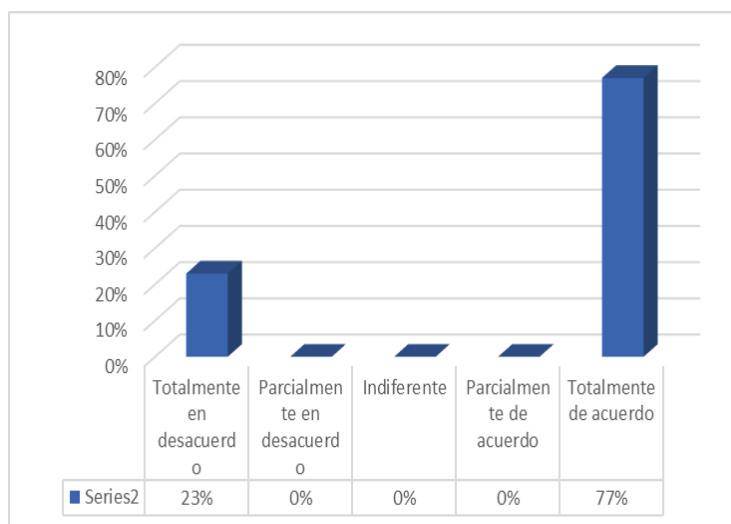
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 15 evidencia que el 73% de los encuestados acepto conocer que existen pruebas para identificar residuos de disparos de armas de fuego en zonas del cuerpo y prendas de vestir de una persona, al tiempo que el 27% no lo conocía. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Sabía que una de las pruebas para identificar residuos de disparos de armas de fuego es la de absorción atómica?

Figura 16

Respuesta encuestados pregunta 2



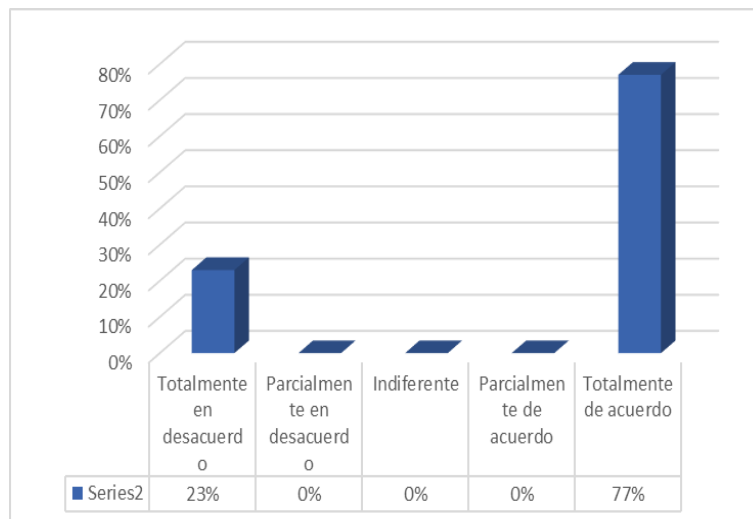
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 16 evidencia que el 77% de los encuestados acepto saber que una de las pruebas para identificar residuos de disparos de armas de fuego es la de absorción atómica, al tiempo que el 23% no lo sabía. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Sabía que la prueba de absorción atómica identifica Pb, Sd y Ba?

Figura 17

Respuesta encuestados pregunta 3



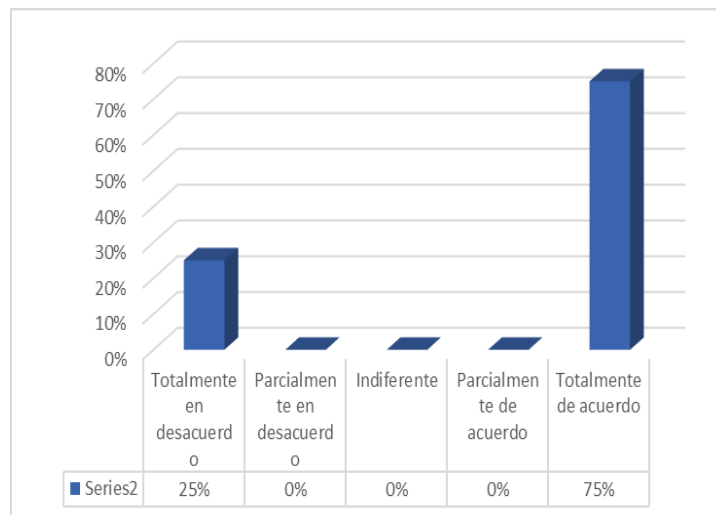
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 17 evidencia que el 77% de los encuestados acepto saber que la prueba de absorción atómica identifica Pb, Sd y Ba, al tiempo que el 23% no lo sabía. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Conocía que el Pb, Sd y Ba se encuentran en los residuos de disparo de arma de fuego?

Figura 18

Respuesta encuestados pregunta 4



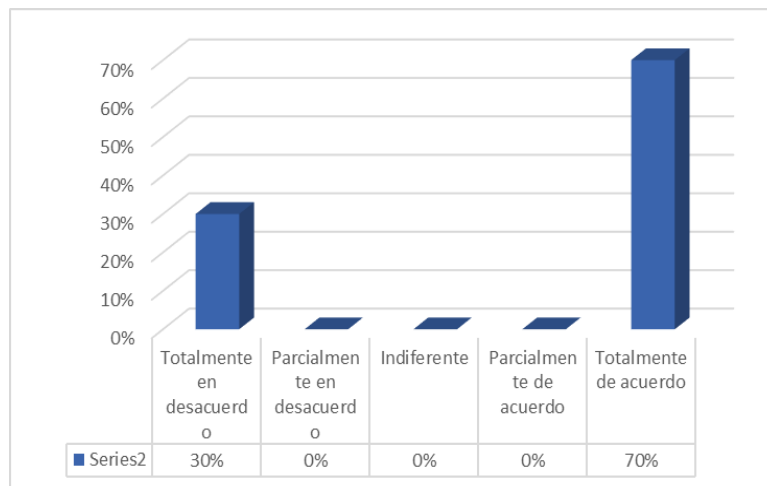
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 18 evidencia que el 75% de los encuestados acepto conocer que el Pb, Sd y Ba se encuentran en los residuos de disparo de arma de fuego, al tiempo que el 25% no lo conocía. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Conocía que la prueba de absorción atómica no identifica a quien disparo arma de fuego?

Figura 19

Respuesta encuestados pregunta 5



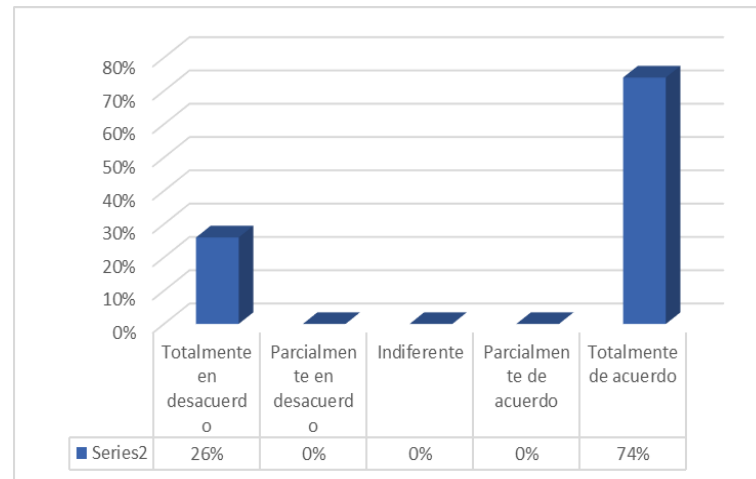
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 19 evidencia que el 70% de los encuestados acepto conocer que el Pb, Sd y Ba se encuentran en los residuos de disparo de arma de fuego, al tiempo que el 25% no lo conocía. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Concuerda con que la prueba de absorción atómica es una prueba indiciaria en el proceso penal?

Figura 20

Respuesta encuestados pregunta 6



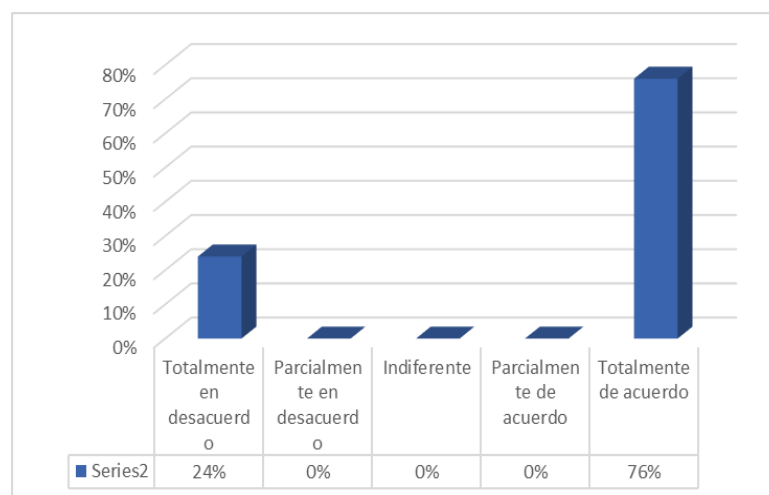
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 20 evidencia que el 74% de los encuestados concordó con la prueba de absorción atómica es una prueba indiciaria en el proceso penal, al tiempo que el 26% no coincidió en ello. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Concuerda con que debido a que la prueba de absorción atómica es indiciaria para establecer quien disparo un arma de fuego debe ser valorada con otras?

Figura 21

Respuesta encuestados pregunta 7



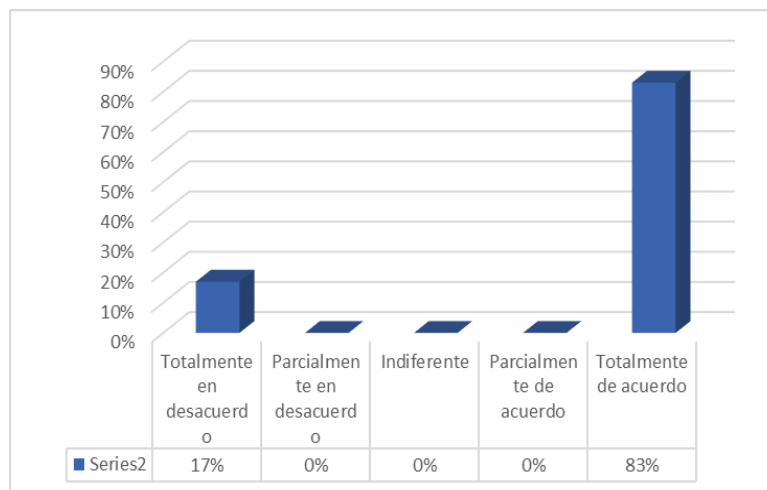
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 21 evidencia que el 76% de los encuestados concordó con que debido a que la prueba de absorción atómica es indiciaria para establecer quien disparo un arma de fuego debe ser valorada con otras, al tiempo que el 26% no concordó con ello. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Concuerda con que la ineficacia de la prueba de absorción atómica implica que no puede identificar residuos de disparo de arma de fuego?

Figura 22

Respuesta encuestados pregunta 8



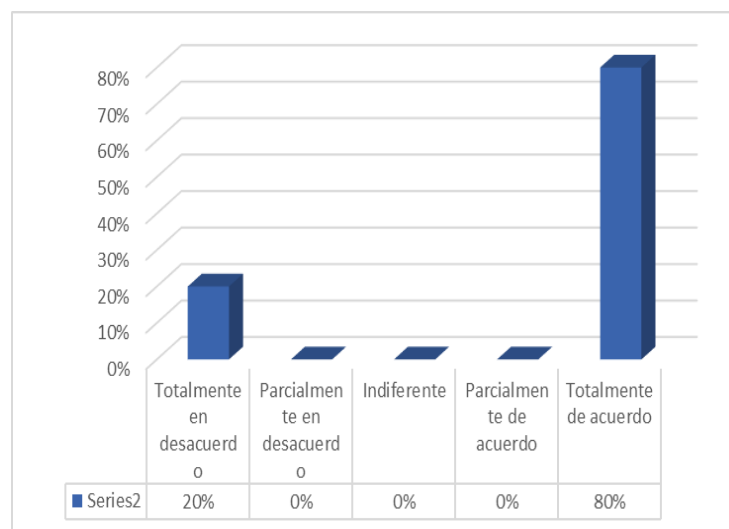
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 22 evidencia que el 83% de los encuestados concordó con que la ineficacia de la prueba de absorción atómica implica que no puede identificar residuos de disparo de arma de fuego, al tiempo que el 17% no concordó con ello. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Conocía que a la persona que será sometida a la prueba de absorción atómica debe imposibilitársele el uso de sus manos?

Figura 23

Respuesta encuestados pregunta 9



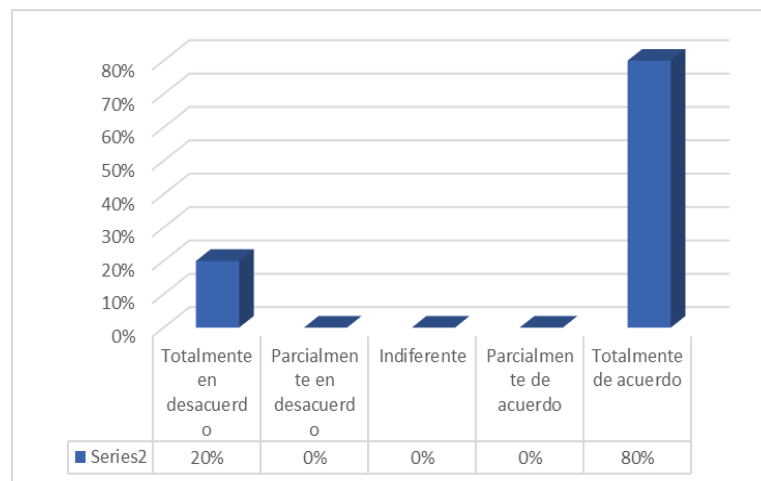
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 23 evidencia que el 80% de los encuestados acepto conocer que la persona que será sometida a la prueba de absorción atómica debe imposibilitársele el uso de sus manos, al tiempo que el 20% no lo conocía. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Conocía que los residuos de disparo de arma de fuego no permanecen indefinidamente en las manos de quien la dispara?

Figura 24

Respuesta encuestados pregunta 10



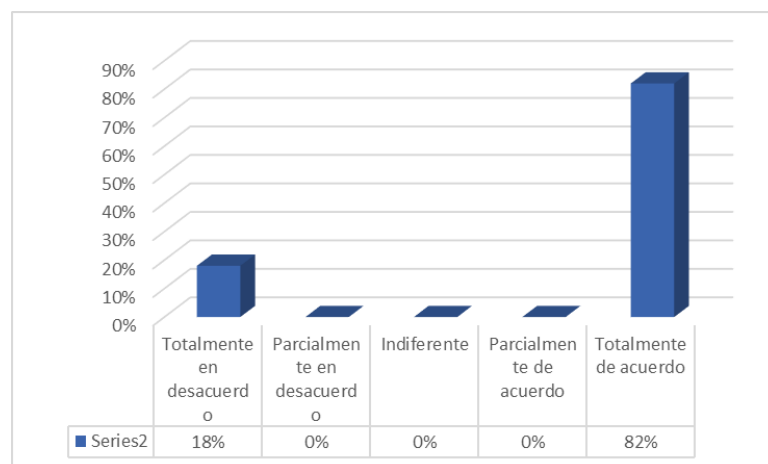
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 24 evidencia que el 80% de los encuestados acepto conocer que los residuos de disparo de arma de fuego no permanecen indefinidamente en las manos de quien la dispara, al tiempo que el 20% no lo conocía. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿No sabía que el criterio científico mayoritario es que la permanencia máxima de los residuos de disparo en manos es de cuatro horas luego del disparo?

Figura 25

Respuesta encuestados pregunta 11



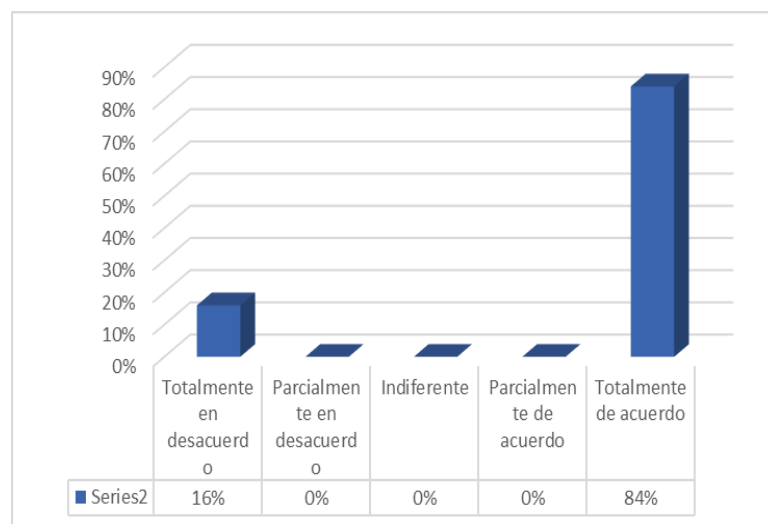
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 25 evidencia que el 82% de los encuestados acepto no saber que el criterio científico mayoritario es que la permanencia máxima de los residuos de disparo en manos es de cuatro horas luego del disparo, al tiempo que el 18% no lo conocía. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Concuerda con que un plazo excesivo para tomar la muestra para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia?

Figura 26

Respuesta encuestados pregunta 12



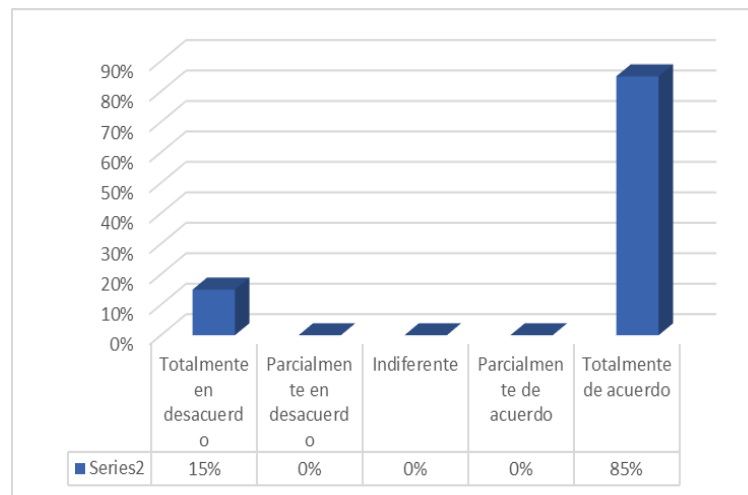
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 26 evidencia que el 84% de los encuestados estuvo de acuerdo con que la prueba de absorción atómica ineficaz no identifica Pb, Sb y Ba, al tiempo que el 16% no estuvo de acuerdo. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Está de acuerdo con que la prueba de absorción atómica ineficaz no identifica Pb, Sb y Ba?

Figura 27

Respuesta encuestados pregunta 13



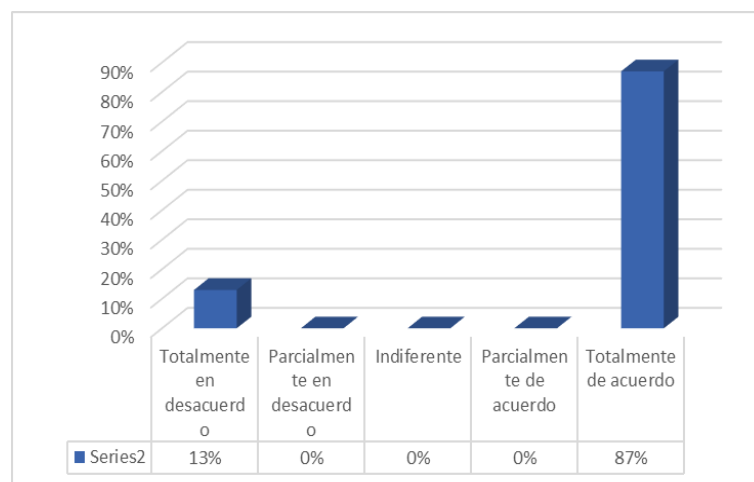
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 27 evidencia que el 85% de los encuestados estuvo de acuerdo con que la prueba de absorción atómica ineficaz no identifica Pb, Sb y Ba, al tiempo que el 15% no estuvo de acuerdo. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Está de acuerdo con que son causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, son: ¿la falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para realizar la prueba Lima 2019-2021?

Figura 28

Respuesta encuestados pregunta 14



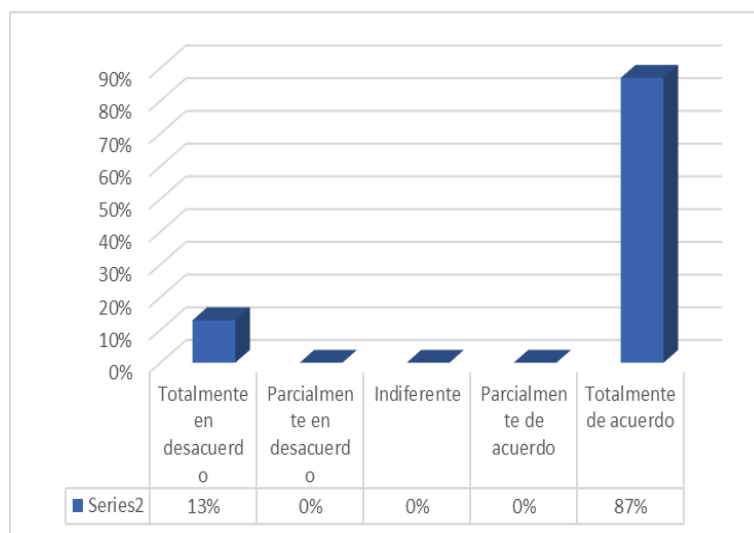
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 28 evidencia que el 87% de los encuestados estuvo de acuerdo con que son causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, son: ¿la falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para realizar la prueba Lima 2019-2021, al tiempo que el 13% no estuvo de acuerdo. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Coincide con que, la falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica, al posibilitar el accionar del sospechoso para hacer desaparecer o reducir los residuos Lima 2019-2021?

Figura 29

Respuesta encuestados pregunta 15



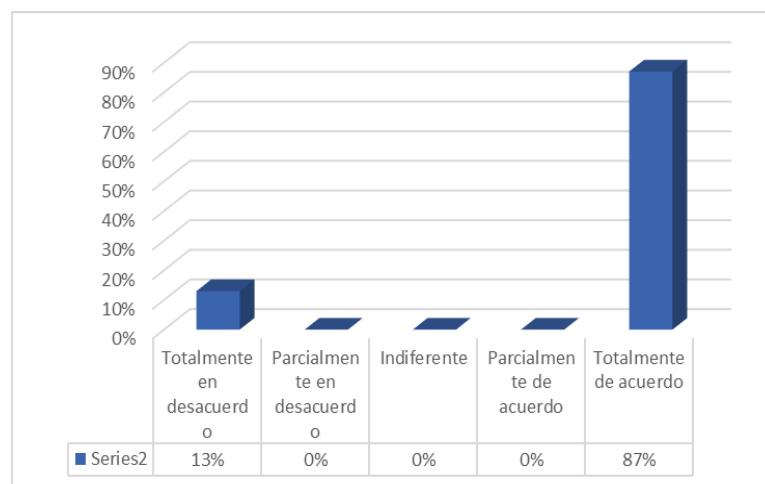
Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 29 evidencia que el 87% de los encuestados coincidió con que la falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica, al posibilitar el accionar del sospechoso para hacer desaparecer o reducir los residuos Lima 2019-2021, al tiempo que el 13% no coincidió con ello. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

¿Está de acuerdo con que El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia dado que, por lo amplio los residuos desaparecen Lima 2019-2021?

Figura 30

Respuesta encuestados pregunta 16



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Análisis: La figura 30 evidencia que el 87% de los encuestados estuvo de acuerdo con El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia dado que, por lo amplio los residuos desaparecen Lima 2019-2021, al tiempo que el 13% no estuvo de acuerdo. Resultado que confirma el tipo de investigación diseñado y realizado por la investigadora.

4.2. Contrastación de la hipótesis

La contrastación de la hipótesis se efectuó a través del coeficiente estadístico de correlación de Rho de Spearman.

Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis Alternativa (H_1): Las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, son: falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para realizar la prueba Lima 2019-2021.

Hipótesis Nula (H_0): No son causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, son: falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para realizar la prueba Lima 2019-2021.

Tabla 7

Tabla frecuencias observadas hipótesis general

Variables	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Prueba de absorción atómica	51	08	100
Causas de ineficacia de la prueba absorción atómica	51	08	100
TOTALES	51	08	100

Nota. Elaboración propia.

Tabla 8

Tabla frecuencias esperadas hipótesis general

Variables	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Prueba de absorción atómica	54	05	100
Causas de ineficacia de la prueba absorción atómica	54	05	100
TOTALES	54	05	100

Nota. Elaboración propia.

Procedimiento de contrastación:

Para contrastar la hipótesis principal se observó el siguiente método:

- 1) Supuestos: La muestra fue aleatoria simple, constituida por 59 personas.
- 2) Estadística de contrastación:

$$\begin{aligned} X^2 &= \sum \frac{(\text{Observed frequencies} - \text{Expected frequencies})^2}{\text{Expected frequencies}} \\ &= \sum \frac{(F_o - F_e)^2}{F_e} \end{aligned}$$

- 3) Criterio de decisión: Rechazar la hipótesis nula (H_0) si el valor de X^2 es mayor o igual a $0.05 = 5.00\%$ es decir, $X^2 = \geq 0.05 = 5.00\%$

- 4) Resultado de obtenido al aplicar la estadística de contrastación:

$$X^2 = ((51-54)^2) / 54 = 0.16$$

- 5) Decisión estadística: por cuanto $16,66\% > 5.00\%$, se desestima la hipótesis H_0 y se admite H_1 .

- 6) Conclusión: Las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, son: falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para realizar la prueba Lima 2019-2021.

Contrastación de la hipótesis específica 1

Hipótesis Alternativa (H_1): La falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica al posibilitar el accionar del sospechoso para hacer desaparecer o reducir los residuos Lima 2019-2021.

Hipótesis Nula (H_0): La falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra NO causa ineficacia de la prueba de absorción atómica al posibilitar el accionar del sospechoso para hacer desaparecer o reducir los residuos Lima 2019-2021.

Tabla 9*Tabla de frecuencias observadas hipótesis específicas No. 1*

Variables	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Prueba de absorción atómica	51	08	100
Causas de ineficacia de la prueba absorción atómica	51	08	100
TOTALES	51	08	100

Nota. Elaboración propia.**Tabla 10***Tabla de frecuencias esperadas hipótesis específicas No. 1*

Variables	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Prueba de absorción atómica	56	03	100
Causas de ineficacia de la prueba absorción atómica	56	03	100
TOTALES	56	03	100

Nota. Elaboración propia.**Procedimiento de contrastación**

Para contrastar la hipótesis principal se observó el siguiente método:

- 1) Supuestos: La muestra fue aleatoria simple, constituida por 59 personas.
- 2) Estadística de contrastación:

$$\begin{aligned}
 X^2 &= \sum \frac{(\text{Observed frequencies} - \text{Expected frequencies})^2}{\text{Expected frequencies}} \\
 &= \sum \frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}
 \end{aligned}$$

- 3) Criterio de decisión: Rechazar la hipótesis nula (H_0) si el valor de X^2 es mayor o igual a $0.05 = 5.00\%$ es decir, $X^2 = \geq 0.05 = 5.00\%$

- 4) Resultado de obtenido al aplicar la estadística de contrastación:

$$X^2 = ((51-56)^2) / 56 = 0.44$$

5) Decisión estadística: por cuanto $44,64\% > 5,00\%$, se desestima la hipótesis H_0 y se admite H_1 .

6) Conclusión: La falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica al posibilitar el accionar del sospechoso para hacer desaparecer o reducir los residuos Lima 2019-2021.

Contrastación de las hipótesis específicas No. 2

Hipótesis Alternativa (H_1): El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia dado que, por lo amplio los residuos desaparecen Lima 2019-2021

Hipótesis Nula (H_0): El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica NO causa su ineficacia dado que, por lo amplio los residuos desaparecen Lima 2019-2021

Tabla 11

Tabla de frecuencias observadas hipótesis específicas No. 2

Variables	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Prueba de absorción atómica	51	08	100
Causas de ineficacia de la prueba absorción atómica	51	08	100
TOTALES	51	08	100

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

Tabla de frecuencias esperadas hipótesis específicas No. 2

Variables	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Prueba de absorción atómica	58	01	100
Causas de ineficacia de la prueba absorción atómica	58	01	100
TOTALES	58	01	100

Nota. Elaboración propia.

Procedimiento de contrastación

Para contrastar la hipótesis principal se observó el siguiente método:

1) Supuestos: La muestra fue aleatoria simple, constituida por 59 personas.

2) Estadística de contrastación:

$$\begin{aligned} X^2 &= \sum \frac{(\text{Observed frequencies} - \text{Expected frequencies})^2}{\text{Expected frequencies}} \\ &= \sum \frac{(F_o - F_e)^2}{F_e} \end{aligned}$$

3) Criterio de decisión: Rechazar la hipótesis nula (H_0) si el valor de X^2 es mayor o igual a $0.05 = 5.00\%$ es decir, $X^2 = \geq 0.05 = 5.00\%$

4) Resultado de obtenido al aplicar la estadística de contrastación:

$$X^2 = ((51-58)^2) / 58 = 0.84$$

5) Decisión estadística: por cuanto $84,48\% > 5.00\%$, se desestima la hipótesis H_0 y se admite H_1 .

6) Conclusión: El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para realizar la prueba la prueba de absorción atómica causa su ineficacia pues por lo extenso los residuos desaparecen Lima 2019-2021

V. Discusión de resultados

5.1. Alcanzados en la encuesta

a) **La hipótesis general.** Conforme a los resultados de la encuesta el 87% de los encuestados estuvo de acuerdo con que las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, son: falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para realizar la prueba Lima 2019-2021, en el mismo sentido, esta hipótesis fue aceptada por cuanto, conforme al criterio de decisión: si el valor de X^2 es mayor o igual a $0.05 = 5.00\%$ es decir, $X^2 = \geq 0.05 = 5.00\%$ se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa H_1 para el caso el valor de X^2 fue de 0.16 es decir, 16,66% el que resulta $> 5.00\%$.

Resultado similar al presentado por Machaca (2018) y Bautista y Larico (2018), al aludir a la falta de capacitación de los policiales y peritos para la toma de muestra en las manos del sospechoso de disparar un arma de fuego para ser analizada a través de la prueba de absorción atómica, en el mismo sentido, así como la literatura especializada al subsumirse estas dos causas dentro de las circunstancias a observar para la conservación de la muestra.

b) **La hipótesis específica 1.** Conforme a los resultados de la encuesta el 87% de los encuestados coincidió con que la falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica al posibilitar el accionar del sospechoso para hacer desaparecer o reducir los residuos Lima 2019-2021; en el mismo sentido, esta hipótesis fue aceptada por cuanto, conforme al criterio de decisión: si el valor de X^2 es mayor o igual a $0.05 = 5.00\%$ es decir, $X^2 = \geq 0.05 = 5.00\%$ se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa H_1 para el caso el valor de X^2 fue de 0.44, es decir 44.64% el que resulta $> 5.00\%$.

Resultado similar al presentado por Reyna (2021), al establecer que los policiales de la región Ancash no aislaban correctamente las manos de los sospechosos de disparar arma de

fuego que debían someterse a la prueba de absorción atómica y el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación (2017) y Romolo y Margot (2001), al señalar que para conservar los residuos en las manos del sospechoso de disparar un arma de fuego se debe evitar que este frote las manos en sus vestidos, las lave, etc.

c) Hipótesis específica 2. Conforme a los resultados de la encuesta el 87% de los encuestados coincidió con que El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia dado que, por lo amplio los residuos desaparecen Lima 2019/2021; en el mismo sentido, esta hipótesis fue aceptada por cuanto, conforme al criterio de decisión: si el valor de X^2 es mayor o igual a $0.05 = 5.00\%$ es decir, $X^2 = \geq 0.05 = 5.00\%$ se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa H_1 para el caso el valor de X^2 fue de 0.84, es decir 84,48% el que resulta $> 5.00\%$.

Resultado que no se pudo contrastar con los proporcionados por otras investigaciones, toda vez que no ha sido objeto de estudio, pero que si resulta corroborado por el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación (2017), al señalar que los residuos de disparo permanecen en las manos de quien dispara por el plazo de doce horas y Brozek-Mucha (2007), al precisar que luego de dos horas de efectuarse el disparo los residuos se reducen considerablemente y trascurridas cuatro horas se reducen aún más.

VI. Conclusiones

6.1. Si bien la prueba de espectrofotometría de absorción atómica para detectar residuos de disparo de armas de fuego en manos, o simplemente prueba de absorción atómica; es de índole científica dado que, aplicando principios de la química y de la física, identifica la presencia de plomo, antimonio y bario en las manos de una persona sindicada de haber disparado un arma de fuego, no obstante, se presentan situaciones externas que ocasionan que no sea posible tal identificación por lo que la prueba deviene en ineficaz, entre estas causas se cuentan: la falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo para tomar la muestra requerida para la prueba.

6.2. Resulta esencial, custodiar en todo momento, las manos de la persona que, por haber sido sindicada de disparar un arma de fuego en la realización de un acto delincencial, va ser sometida a la prueba de absorción atómica con el propósito de identificar de residuos de disparo en ellas, dado que, estos individuos busquen que estos residuos desaparezcan ya sea rozándola con la ropa, con tierra, por el lavado de sus manos con agua, orina o detergente; para contar con un indicio para evadir su responsabilidad penal.

6.3. Debido a que la ciencia ha demostrado, a través de diversos experimentos que los residuos procedentes del disparo de arma de fuego no permanecen indefinidamente en las manos del tirador, sino que pueden ser identificados sin mayores inconvenientes en un plazo máximo de cuatro horas después de accionarse el arma de fuego, motivo por el cual el plazo que se maneja en nuestro país para la toma de la muestra de entre 24 y 48 horas posteriores al disparo hace que la prueba sea ineficaz pues, por norma general no se hallara plomo, antimonio y bario procedentes del disparo pues, aunque se custodien adecuadamente las manos del sospechoso, con el transcurso del tiempo y las condiciones que se produjo el hecho (por ejemplo con lluvia, por acción de viento y del polvo, etc.) estos pueden desaparecer. No

obstante, este plazo puede ser apropiado para aquellos casos en los que el sospecho realizo muchos disparos.

VII. Recomendaciones

Que la Dirección de la Policía Nacional del Perú:

7.1. Mediante circular, recuerde a sus miembros el procedimiento que se debe seguir para custodiar las manos de los intervenidos sospechosos de haber disparado un arma de fuego al cometer un delito, para preservar los residuos que producto de él se impregnaron en sus manos, de manera que se puedan identificar a través de la prueba de absorción atómica, con énfasis en que no se les puede esposar con las manos en la espalda, que no se les debe tomar huellas dactilares antes de la toma de la muestra.

7.2. En coordinación con el área de criminalística actualice el plazo para la toma de la prueba al sospechoso de haber disparado arma de fuego, para identificar mediante la prueba de absorción atómica identificar residuos de disparo esencialmente constituidos por plomo, bario y antimonio, por cual el plazo actual, de 24 a 48 es excesivo y no tiene sustento científico.

VIII. Referencias

- Andrasco, J. y Maehly, A. (1977). Detection of GSR on hands by scanning electron microscopy. *J. Forensic Sci*, 22(2), pp. 725-738.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/618150>
- Bautista, A. y Larico, I. (2018). Determinación de residuos de disparo por arma de fuego mediante espectrofotometría de absorción atómica. *Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud*, 3(1), pp. 40-48.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/forense/mmf-2018/mmf181e.pdf>
- Bringas, R. (2003). *Balística y glosario de armament y balística*. booksmedicos.org
<https://ceforvig.co/wp-content/uploads/2019/12/Balistica-y-Glosario-de-Armamento.pdf>
- Brozek-Mucha Z. (2007) Comparison of cartridge case and airborne GSR—a study of the elemental composition and morphology by means of SEM-EDX. *Revista X-Ray Spectrometry*, 36(6), pp. 398–407.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/xrs.990>
- Caro, P. (2007). *Manual de química forense*. (13ª ed.). Ediciones La Rocca.
- Castañeda, J. (2017). Clasificación forense de armas de fuego en la legislación mexicana. *Revista Skopein*, (16), pp. 24-35.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6047718>
- Di Maio, V. (2007). *Heridas por arma de fuego*. Editorial La Rocca.
- Exline, D. y J. Schwoeble (2000). *Current methods in forensic gunshot residue analysis*. (1ª ed.). CRC Press.
- Fernández, L. (13 de enero de 2020). Punta Negra: ¿En qué consiste la prueba de absorción atómica que le harán a intervenidos? *El comercio*.

<https://elcomercio.pe/lima/policiales/punta-negra-en-que-consiste-la-prueba-de-absorcion-atmica-que-le-haran-a-intervenidos-noticia/?ref=ecr>

Fiscalía General de la Nación (2005). *Balística forense*. Dirección Nacional Cuerpo Técnico de Investigación.

Gilabert, E. (2002). *Medida del color*. Universidad Politécnica de Valencia

Jiménez, C. (2013). Validación del método de análisis de residuos de disparo por espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente en frotis de manos, en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. *Revista Ciencias forenses*, 1(1), pp. 8- 12.

Knechtla, P. y Galluser, A. (1966). La persistence des résidus der tir sur le mains selon l'activité du tireur. *Revue Internationale de criminología et de pólice technique*, 49 (2), pp. 228-246.

https://serval.unil.ch/en/notice/serval:BIB_3565

Krishnan, S. (1977). Detection of gunshot residue on the hands by trace element analysis. *Revista J Forensic Sci*, 22(2), pp. 304–324.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/618152>

Machaca, E. (2018). “*Valor probatorio del examen pericial por espectrofotómetro de absorción atómica, en los Juzgados penales del Cercado de Arequipa 2016 – 2017*”. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6891/CHMmamaer.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación (2017). *Manual de actuación en el lugar del hecho y/o en la escena del delito*. (13ª ed.). Ediciones SAIJ

Montiel, J. (2003). *Criminalística*. Editorial Limusa.

- Morales, L. (2015). *Enciclopedia criminalística, criminología e investigación*. (1ª ed.). Sigma Editores.
- Moreno, R. (2001). *Balística forense*. (13ª ed.). Editorial Porrúa.
- Moreno, R. (2006). *Manual de introducción a la criminalística*. (11ª ed.). Editorial Porrúa.
- Moya, C. (2011). Acerca de: análisis de residuos de disparo. *Instituto de medicina legal y ciencias forenses de Colombia*.
<https://www.medicinalegal.gov.co/acerca-de-analisis-de-residuos-de-disparo>
- Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito [UNODC]. (2020). Serie de módulos universitarios. Armas de fuego 2. Fundamento sobre armas de fuego y municiones. La declaratoria de Doha: Promover una cultura de legalidad. Educación para la justicia.
<https://docslib.org/doc/11905358/fundamentos-sobre-armas-de-fuego-y-minuciones>
- Organización de los Estados Americanos [OEA]. (1997). Convención interamericana contra la fabricación y el tráfico ilícitos de armas de fuego, municiones, explosivos y otros materiales relacionados.
https://www.oas.org/es/sla/ddi/tratados_multilaterales_interamericanos_A-63_fabricacion_trafico_ilicito_armas_municiones_explosivos.asp
- Pecsok, L. y Shields, D. (1973). *Métodos modernos de análisis químicos*. (1ª ed.). Editorial Politécnico.
- Pérez, A. (2019). Técnicas de análisis de los residuos de disparo. En F., Serrulla (Coord.), *Armas de fuego y ciencias forenses* (pp.119-142). Asociación Galega de Médicos Forenses.
- Pérez-Cao, A. y Valero, C. (2001). Presentación del dispositivo de recogida de residuos de disparo diseñado por la sección de criminalística del Instituto de Toxicología. *Cuadernos de Medicina Forense*, 7(23), pp. 15-21.

<https://ibecs.isciii.es/cgi->

<bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&base=IBECS&lang=e&nextAction=Ink&exprSearch=10223&indexSearch=ID>

Preparadores de Oposiciones en Policía (2017). Escala básica del cuerpo Policía Nacional.

<https://www.preparadores.eu/preparadores-oposiciones-policia/>

Real Academia Española [RAE]. (2021). *Diccionario de la Lengua española*. Edición del tricentenario.

Reis, E., Sarkis, J., Negrini, O., Rodrigues, C., Kakazu, M. y Viebig, S. (2003). A new method for collection and identification of gunshot residues from the hands of shooters. *Journal of Forensic Sciences*, 48(6), pp. 1269-74

<http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/5856>

Reyna, J. (2021). “*Observancia del procedimiento para la toma de muestras para análisis de restos de disparos por arma de fuego, Ancash – 2021*”. [Tesis de Maestría, Universidad Privada Norbert Wiener].

https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/6405/T061_41585576_M.pdf?Landívar.Guatemala.

Robinson, W. (1996). *Atomic spectroscopy*. (1ª ed.). Marcel Dekker Inc.

Romolo, F. y Margot, P. (2001). Identification of gunshot residue: a critical review. *Forensic Sci Int*, 119(2), pp. 195-211.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11376984>

Solís, P. (2019). Las armas de fuego en España. En F. Serrulla (Coord.), *Armas de fuego y ciencias forenses*. Asociación Galega de Médicos Forenses.

Soria, S. (2012). “*Determinación de metales en residuos de disparo por espectroscopía de absorción atómica*”. [Tesis de pregrado]. Universidad de Burgos.

https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.1/135/Soria_Hernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Texas Parks and Wildlife Foundation [TPWF] (s.f.). Armas de fuego y municiones.

<https://tpwd.texas.gov/education/hunter-education/educacion-para-cazadores/capitulo-2#:~:text=Las%20tres%20partes%20b%C3%A1sicas%20de,en%20muchos%20casos%20C%20el%20ca%C3%B1%C3%B3n>

Universidad autónoma de Chiguagua [UACH]. (s.f.). Espectrometría de absorción atómica, *Lectura (9)*.

https://llamados.ancap.com.uy/docs_concursos/ARCHIVOS/2%20LLAMADOS%20FINALIZADOS/2011/REF%2022_2011%20TECNICO%20LABORATORIO%20LUBRICANTES/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/ESPECTROMETRIA.PDF

Visser, D. (2021). Espectroscopia de absorción atómica, principios y aplicaciones. *Technology Networks*.

<http://www.news-courier.com/analysis/articles/atomic-absorption-spectroscopy-principles-and-applications-356829>

Yat, G. (2015). “Establecer el procedimiento para la detección de residuos por disparo de arma de fuego en el sujeto activo en la escena de crimen”. [Tesis de pregrado]. Universidad Rafael Landívar.

<https://aprenderly.com/doc/1757555/establecer-el-procedimiento-para-la-detecci%C3%B3n-de-residuos>

IX. ANEXOS:

Anexo 1: Matriz de consistencia

“Ineficacia de la espectrofotometría de absorción atómica para detectar residuos de disparo de armas de fuego en manos”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, E DIMENSIONES	MÉTODO
PROBLEMA GENERAL ¿Cuáles son las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica Lima 2019-2021? PROBLEMAS ESPECÍFICOS 1) ¿Por qué motivos falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica Lima 2019-2021? 2) ¿Por qué motivo el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia Lima 2019-2021?	OBJETIVO GENERAL Mencionar las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica Lima 2019-2021. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1) Explicar los motivos por los que la falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica Lima 2019-2021. 2) Exponer el motivo por el que el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia Lima 2019-2021.	HIPÓTESIS GENERAL Las causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica son: falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia Lima 2019-2021. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 1) La falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica al posibilitar el accionar del sospechoso para hacer desaparecer o reducir los residuos Lima 2019-2021. 2) El plazo de 24 a 48 horas siguientes al disparo, para la toma de la muestra requerida para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia dado que, por lo amplio los residuos desaparecen Lima 2019-2021.	VARIABLE INDEPENDIENTE: X. PRUEBA DE ABSORCIÓN ATÓMICA DIMENSIÓN: X.1. Identifica Pb, Sd y Ba. X.2. No identifica a quien dispara. X.3. Prueba indiciaria. VARIABLE DEPENDIENTE: Y. CAUSAS DE INEFICACIA PRUEBA DE ABSORCIÓN ATÓMICA DIMENSIÓN: Y.1. Falta de aislamiento de las manos del sospechoso. Y.2. Plazo excesivo para la toma de muestra. Y.3. No arroja residuo de Pb, Sb y Ba.	Tipo de investigación básico Nivel de investigación: explicativo Métodos: Descriptivo, Inductivo, Deductivo El diseño: no experimental. La población: 70 individuos. La muestra 59 individuos. Instrumento: cuestionario. Procedimientos: descriptivo e inductivo. Análisis de datos: programa SPSS, gráficos y tablas.

Anexo B: Instrumento: encuesta

Instrucciones generales

La encuesta que se le formula es personal y absolutamente anónima, hace parte de la investigación titulada: Ineficacia de la espectrofotometría de absorción atómica para detectar residuos de disparo de armas de fuego en manos”, contiene interrogantes sobre la prueba de absorción atómica y las causas de ineficacia de la prueba de absorción Lima 2019-2021.

De antemano agradezco responder con la mayor transparencia y veracidad las preguntas del cuestionario.

Para contestar considere lo siguiente:

1= Totalmente en desacuerdo

2= En Desacuerdo

3= Neutral

4= De acuerdo

5= Totalmente de acuerdo

Cuestionario a utilizar

NR	PREGUNTA	1	2	3	4	5
	VARIABLE INDEPENDIENTE: PRUEBA DE ABSORCIÓN ATÓMICA					
1	¿Conocía la existencia de pruebas para identificar residuos de disparos de armas de fuego en zonas del cuerpo y prendas de vestir de una persona?					
2	¿Sabía que una de las pruebas para identificar residuos de disparos de armas de fuego es la de absorción atómica?					
3	¿Sabía que la prueba de absorción atómica identifica Pb, Sd y Ba?					
4	¿Conocía que el Pb, Sd y Ba se encuentran en los residuos de disparo de arma de fuego?					
5	¿Conocía que la prueba de absorción atómica no identifica a quien disparo arma de fuego?					
6	¿Concuerda con que la prueba de absorción atómica es una prueba indiciaria en el proceso penal?					
7	¿Concuerda con que debido a que la prueba de absorción atómica es indiciaria para establecer quien disparo un arma de fuego debe ser valorada con otras?					
	VARIABLE DEPENDIENTE: CAUSAS DE INEFICACIA DE LA PRUEBA DE ABSORCIÓN ATÓMICA					
08	¿Concuerda con que la ineficacia de la prueba de absorción atómica implica que no puede identificar residuos de disparo de arma de fuego?					
09	¿Conocía que a la persona que será sometida a la prueba de absorción atómica debe imposibilitársele el uso de sus manos?					
10	¿Conocía que los residuos de disparo de arma de fuego no permanecen indefinidamente en las manos de quien la dispara?					
	¿No sabía que el criterio científico mayoritario es que la					

11	permanencia máxima de los residuos de disparo en manos es de cuatro horas luego del disparo?					
12	¿Concuerda con que un plazo excesivo para tomar la muestra para la prueba de absorción atómica causa su ineficacia?					
13	¿Está de acuerdo con que la prueba de absorción atómica ineficaz no identifica Pb, Sb y Ba?					
14	¿Está de acuerdo con que son causas de ineficacia de la prueba de absorción atómica, son: falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra y el plazo de 24 a 48 para realizar la prueba?					
15	¿Coincide con que la falta de custodia de las manos del sospechoso antes de la toma de muestra causa ineficacia de la prueba de absorción atómica porque posibilita la desaparición de los residuos o su contaminación por acción del sospechoso?					
16	¿Está de acuerdo con que el plazo de 24 a 48 para realizar la prueba causa con la ineficacia de la prueba de absorción atómica porque por lo excesivo desaparecen los residuos?					

Anexo C: Validación del instrumento por experto

luego de revisado el instrumento de la de tesis titulada: “Ineficacia de la espectrofotometría de absorción atómica para detectar residuos de disparo de armas de fuego en manos”, mi calificación es la siguiente:

Ítem	Interrogante	50	60	70	80	90	100
1	¿En qué porcentaje se logrará contrastar la hipótesis?				X		
2	¿En qué porcentaje las preguntas se refirieren a las variables, e indicadores de la investigación?					X	
3	¿En qué porcentaje los interrogantes permitirán lograr el objetivo general de la investigación?				X		
4	¿En qué porcentaje, las preguntas son de fácil comprensión?					X	
5	¿Qué porcentaje de preguntas siguen una secuencia lógica?					X	
6	¿En qué porcentaje se obtendrán datos similares con esta prueba aplicándolo en otras muestras?					X	

Validado favorablemente por:

Dr. Efraín Jaime Guardia Huamani

Docente de la Universidad Nacional Federico Villarreal- Lima – Perú.

Anexo D: Confiabilidad del instrumento establecida por experto

Luego de revisado el instrumento de la tesis titulada: “Ineficacia de la espectrofotometría de absorción atómica para detectar residuos de disparo de armas de fuego en manos”, debo indicar que dicho instrumento es factible de reproducción por otros investigadores.

Es decir, los resultados obtenidos con el instrumento en una determinada ocasión, bajo ciertas condiciones, serán similares si se volviera a medir las mismas variables en condiciones idénticas.

Este aspecto de la razonable exactitud con que el instrumento mide lo que se ha pretendido medirles lo que se denomina la confiabilidad del instrumento, la misma que se cumple con el instrumento de encuesta de este trabajo.

Determinación del coeficiente de confiabilidad

Variables	Coeficiente Alfa de Cronbach	Número de ítems
Prueba de absorción atómica	0.8918	07
Causas de ineficacia prueba de absorción atómica	0.8968	09
Total	0.8905	16

Estas son las conclusiones sobre el coeficiente confiabilidad:

- 1) Para la Variable independiente: prueba de absorción atómica el valor del coeficiente es de 0.8918 lo que indica alta confiabilidad.
- 2) Para la variable dependiente: causas de ineficacia prueba de absorción atómica el valor del coeficiente es de 0.8968, lo que indica una alta confiabilidad.
- 3) El coeficiente Alfa de Cronbach para la Escala total es de 0.8905, indicativo de una alta confiabilidad del instrumento.

4) Finalmente, la confiabilidad, tanto de la escala total, como de las dos variables en particular, presentan valores que hacen que el instrumento pueda ser útil para alcanzar los objetivos de la investigación.

Determinada la confiabilidad del instrumento por:

Dr. Efraín Jaime Guardia Huamani

Docente de la Universidad Nacional Federico Villarreal- Lima – Perú.