

Cambio de paradigma en la identificación de las armas de fuego: objetividad y subjetividad de sus resultados

Paradigm change in the identification of firearms: objectivity and subjectivity of your results

Nelson Gustavo Solís López¹

Recibido: 5 de marzo 2022

Aceptado: 15 de abril 2022

Publicado: 30 de junio 2022

Resumen

La proyección hacia un nuevo paradigma en la identificación de armas de fuego implica recorrer el panorama general fundamental de la disciplina para conocer inicialmente la base científica que ha sido expuesta y demostrada en ensayos empíricos realizados por más de 100 años; por ello, en este artículo se utiliza un enfoque cualitativo para describir el método estándar aplicado por el examinador en la evolución de la evidencia, el soporte teórico promulgado por la Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramientas (AFTE por sus siglas en inglés) y su escala de conclusiones. Asimismo, se expone los cuestionamientos realizados a la fundamentación científica de la disciplina en los últimos años, el origen de tecnologías emergentes que surge de esa crítica para complementar la evaluación subjetiva de la evidencia con valores estadísticos, como alternativa que minimice la influencia del sesgo cognitivo. Finalmente, se promueven estrategias para proyectar la acreditación de los laboratorios.

Palabras claves: armas de fuego artesanales; criterio de identificación; evaluación de evidencia; método estándar; tecnología emergente; teoría de identificación.

Abstract

The projection toward a new paradigm in firearms identification involves going through the fundamental overview of the discipline to initially know the scientific basis that has been exposed and demonstrated in empirical tests conducted for more than 100 years. This article uses a qualitative approach to describe the standard method applied by the examiner in the evolution of the evidence under the theoretical support proposed by the Association of Firearms and Toolmark Examiners (AFTE) and its scale of conclusions. The questions made to the scientific foundation of the discipline in recent years are presented, as well as the origin of emerging technologies that arise from this criticism to complement the subjective evaluation of evidence with statistical values as an alternative that minimizes the influence of cognitive bias. Finally, strategies to project the accreditation of laboratories are promoted.

¹ Mayor de la Policía Nacional del Ecuador. Jefe del grupo Balística de la Jefatura Zonal de Criminalística del Distrito Metropolitano de Guayaquil. nelson.solis@policia.gob.ec. : <https://orcid.org/0000-0002-8902-5751>

Key words: handmade firearms; identification criteria; evidence evaluation; standard method; emerging technology; identification theory.

Introducción

La identificación de las armas de fuego, como lo afirma la AFTE, es una disciplina de la identificación de marcas de herramientas² que tiene por objeto determinar si un proyectil,³ vaina o cartucho (no accionado) fueron disparados por un arma de fuego⁴ en particular. Esta disciplina se encuentra enraizada en el método científico y ha sido aplicada en varias investigaciones empíricas desarrolladas por examinadores⁵ de armas de fuego durante más de 100 años, entre ellas, en la publicación de Grzybowski *et al* (2003). Se ha corroborado la hipótesis: una marca de herramientas podría identificar individualmente a la herramienta específica que la produjo. El resultado de los estudios conllevó a la Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramienta a conmemorar en 1992 la teoría de la identificación de AFTE⁶ para explicar la teoría básica que fundamentara las opiniones de origen común a las que arribe el examinador (AFTE Committee for the Advancement of the Science of Firearm & Toolmark Identification 2008).

La teoría de la identificación articuló los principios que sustentan el método de “comparación de patrones” utilizado por los examinadores para determinar si existen suficientes similitudes entre las marcas producidas por las armas de fuego. Base científica ampliamente aceptada por la comunidad forense abocada a esta disciplina que se expuso a escrutinio en el reporte de la Academia Nacional de la Ciencia (NAS, por sus siglas en inglés) publicado en 2009 y en el informe del Consejo de Asesores del Presidente en

Ciencia y Tecnología de Estados Unidos (PCAST, por sus siglas en inglés) de 2016. Documentos que revizaron los fundamentos científicos⁷ de la disciplina, métodos y prácticas utilizadas, así como, los vacíos o lagunas de conocimiento existentes en la identificación de armas de fuego (National Institute of Standards and Technology [NIST] 2020).

El informe de la NAS expone la preocupación respecto a la base científica en la que se apoya la disciplina y que ha sido definida en el informe del PCAST bajo dos parámetros críticos: validez de los fundamentos y validez de la aplicación. La validez fundamental se refiere a que el método utilizado por el examinador se haya expuesto a estudios empíricos controlados y realizados por distintos grupos de expertos para el uso pretendido (identificación de la fuente productora de la marca comparada). Se debe demostrar que el método es reproducible,⁸ repetible⁹ y que proporciona estimaciones válidas sobre la precisión del método (tasa de error) (Vázquez 2022). Complementariamente, la validez de aplicación se refiere al estándar científico. El examinador al aplicar el método, considerado como válido, debe fundamentar sus afirmaciones en investigaciones empíricas y, con base a estas, demostrar la precisión del método y fuerza de la identificación propuesta (Mattijssen *et al* 2020).

Este artículo no pretende validar los métodos ni las herramientas utilizadas por la disciplina, como tampoco, profundizar en las observaciones realizadas en los reportes de la NAS y del PCAST. No obstante, si referenciarlos como motivante del desarrollo tangible de la disciplina para exponer la visión general de la identificación de armas de fuego, los avances plausibles alcanzados hasta la actualidad (varios derivados de la crítica realizada a la base científica), las

² AFTE (s.f.) afirma que la identificación de marcas de herramientas es una ciencia aplicada ya que trata de responder, explicar y predecir, mediante la investigación empírica, el conocimiento de las ciencias básicas (física, metalurgia, entre otras) –en cierta medida las ciencias formales (estadística) – la hipótesis de que una marca de herramienta podría identificar a la herramienta específica que la produjo (Grzybowski *et al*. 2003)

³ Proyectil: es la bala de un cartucho de arma de fuego que ha sido disparada.

⁴ Se considera a un arma de fuego como una herramienta especializada (AFTE s.f.).

⁵ Examinador: para el caso que incumbe se trata del sujeto con el conocimiento y experiencia en la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas.

⁶ Se puede consultar en: <https://afte.org/about-us/what-is-afte/afte-theory-of-identification>

⁷ Revisión de fundamentos científicos: es un estudio que busca documentar y evaluar el conocimiento confiable y establecido que respalda y sustenta los métodos de una disciplina (National Institute of Standards and Technology [NIST] 2020).

⁸ Reproducible: profiere que el fenómeno puede ser medido el número de veces por el mismo método.

⁹ Repetible: implica llegar a iguales conclusiones las veces que se utilice el mismo método.

cuestiones metodológicas que se requiere para mejorar la respuesta del perito y, especialmente, la información articulada que puede servir de guía metodológica para el examinador de armas de fuego en Ecuador.

Metodología

El enfoque utilizado en este artículo es cualitativo ya que expone la perspectiva sobre la situación actual de la disciplina en mención, partiendo de una revisión bibliográfica de las cuestiones vinculadas a la identificación de armas de fuego, así como, el desarrollo y la aplicación de procedimientos que aborden la gestión de calidad sobre el producto pericial expedido. Es cualitativa porque mediante un proceso inductivo se pretende describir el panorama actual de las armas de fuego, las observaciones realizadas a la base científica y los resultados del estudio descriptivo propuesto.

Discusión

Panorama general fundamental de la identificación de armas de fuego

La identificación de las armas de fuego se basa en el principio de unicidad y en el mecanismo subyacente que originan las marcas de herramientas, esto es, el objeto de mayor dureza (la herramienta) impartirá sus marcas o características al entrar en el objeto más blando (pieza de trabajo) al interactuar con este. La reproducibilidad y existencia de diferencias en la superficie de las herramientas constituyen las proposiciones hipotéticas sobre las que se basa la identificación de marcas de herramientas.

La primera proposición formula que diferentes herramientas dejan marcas que rara vez mostrarán una coincidencia suficiente que lleve a un examinador calificado a concluir en una identificación errónea (falso positivo). La segunda plantea que, la mayoría de los procesos de fabricación involucran la transferencia de marcas cambiantes o aleatorias en las piezas de trabajo

debido, principalmente, a fenómenos relacionados con el desgaste de herramientas por formación de virutas o por erosión eléctrica/química. Marcas transferidas que pueden seguir cambiando con el tiempo por causa de un mayor desgaste, corrosión, uso normal o abuso del arma de fuego o herramienta (Comité de AFTE para el Avance de la Ciencia de la Identificación de Armas de Fuego y Marcas de Herramientas 2008).

Las proposiciones profieren implícitamente las limitaciones de la disciplina que, en cierta medida, se relacionan con los métodos utilizados en la fabricación de armas de fuego, con la producción de componentes (estriado del cañón, aguja percutora y otros) fabricados consecutivamente por la misma herramienta, con los métodos aplicados para elaborar el estriado del cañón, en la dureza del metal (aleaciones) de las herramientas y piezas de trabajo, con las características morfológicas y estructurales de la munición, con las características estructurales de las armas de fuego manufacturadas de manera artesanal o casera y con la influencia de factores externos relacionados al uso del arma de fuego. Limitaciones que al ser desconocidas o no consideradas por el examinador pueden influir potencialmente en las opiniones que alcance el examinador al finalizar el análisis comparativo.

Generar opiniones de fuente de origen común, requiere preliminarmente que el examinador utilice el método estándar para la identificación de armas de fuego propuesto por el Grupo de Trabajo Científico para Armas de Fuego y Marcas de Herramientas (SWGUN, por sus siglas en inglés). Esto es, evaluar las características de clase;¹⁰ comparar los patrones formados por las características individuales y de subclase¹¹ en los especímenes utilizando un macroscopio de comparación balística; concluir, si existiere, el cuerdo suficiente entre las características individuales apreciables en las áreas de estudio de los elementos comparados (rango propuestos por la AFTE) y; finalmente, aplicar un proceso de revisión de pares para verificar los resultados alcanzados por

¹⁰ Proyectiles: el calibre, el número de estrías (campos y macizo), el ancho de los campos y macizos, la dirección de giro del estriado.

Vainas del cartucho disparado: se limitan a la impresión del percutor en la vaina, la forma del alojamiento del percutor, el tipo

de proceso de mecanizado utilizado para formar el espaldón (cara del bloque de cierre de la recámara).

¹¹ Revisar tabla 1.

el primer examinador para así minimizar el error (Bolton-King 2016).

Tabla 1

Definición de características de clase, subclase e individuales

Características	Definición
Clase	Características medibles de un espécimen que indican una fuente de un grupo restringido. Particularidades que resultan de factores de diseño determinados antes de la fabricación.
Subclase	Marcas que se pueden producir durante la fabricación y que son consistentes entre artículos fabricados consecutivamente por la misma herramienta.
Individuales	Marcas producidas por las imperfecciones aleatorias o irregularidades de las superficies de corte de las herramientas usadas en la fabricación de los componentes de las armas de fuego o causadas por el uso, corrosión o daño y son exclusivas de esa herramienta con exclusión práctica de todas las demás herramientas.

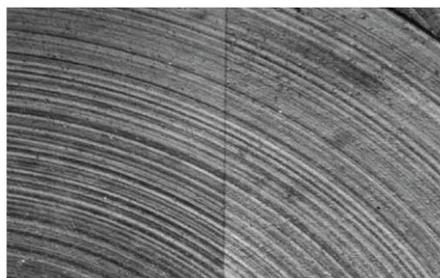
Fuente: AFTE 2013; Giverts y Kokin 2020

La comparación lleva implícita la evaluación compleja de características de subclase en los especímenes comparados para determinar la posible transferencia de estas marcas que, por la potencialidad imitativa como características individuales que poseen, el examinador puede confundirlas y generar resultados que deriven en identificaciones erradas (falsos positivos). Discernir las características de subclase requiere comprender cómo se originan (Nichols 2018). Para ello es imperioso conocer los métodos utilizados en la formación de metales, fabricación de armas de fuego, diseño o elaboración del estriado en los cañones herramientas de corte utilizadas y, sustancialmente, la interacción de la herramienta con el sustrato. Está demostrado en investigaciones empíricas que las mejoras en los métodos, materiales usados (dureza) y el uso de nuevas

tecnologías incrementan la producción de características de subclase (Giverts y Kokin 2020).

Imagen 1

Microrelieves observados en espaldones fabricados consecutivamente de dos fusiles Ruger M77, Mark II (el izquierdo es el primero y el derecho es el sexto en orden de producción).



Fuente: (Giverts y Kokin 2020)

Otro factor que se evalúa en la fase de comparación es la reproducibilidad¹² de las características individuales debido a que las superficies de los componentes del arma de fuego al estar expuestas a factores derivados del uso y abuso pueden provocar en ella cambios graduales no significativos y nuevas características identificativas de un disparo a otro (AFTE 2008). Puede, incluso, generar en disparos sucesivos realizados con la misma arma de fuego, marcas accidentales de vida útil muy corta y marcas con variación en su profundidad como en su posición espacial (Uchiyama 2008). Por lo tanto, para demostrar el grado de similitud que apoye la opinión de fuente de origen común, la intravariabilidad (afectación de la reproducibilidad) es baja, mientras que, la intervariabilidad (diferencia de características individuales entre distintas armas de fuego) es mayor.

Eliminada la posibilidad de influencia de características de subclase y observado la alta reproducibilidad de las características individuales, el examinador interpreta las observaciones realizadas durante el reconocimiento de identificación cognitiva de los patrones de coincidencia en los especímenes comparados e informa el criterio alcanzado a través de un rango de conclusiones. Al respecto, la AFTE¹³ desarrolló una escala de posibles conclusiones¹⁴ con los criterios orientativos que supeditan la interpretación conservadora del examinador a determinadas condiciones de similitud, sea una identificación o concluyente, eliminación o exclusión, no concluyente o inconclusa e inadecuada para el análisis de comparación.

Cambio de paradigma en la evaluación de la evidencia

Un nuevo paradigma se expresa como un cambio de cultura que aborda la evaluación de la evidencia. Evaluación que, como lo afirma

Morrison (2022), se concentra en el análisis de la evidencia y en la interpretación de los resultados alcanzados mediante la aplicación del método estandar implementado por SWGGUN y la teoría de la AFTE en el proceso de identificación. Si bien, son poco conocidos por los examinadores en Ecuador, es imperioso tratarlos para mejorar la confiabilidad de los resultados que se obtengan a través del análisis de laboratorio de las evidencias recabadas de la escena del crimen (Krishna y Rajan 2020).

Si se analiza la identificación de las armas de fuego de fabricación artesanal, aspecto desafiante para la disciplina, no se evalúan en ellas las características de clase porque no poseen estriado en el cañón. Al no cumplirse con la primera fase del método estandar, el examinador recurre a la compleja comparación de las características individuales y evaluación de su reproducibilidad para discriminar la fuente. Bajo esta limitante estructural y metodológica, arribar a una opinión de exclusión o eliminación como fuente productora de la marca o diferenciarla de otras únicamente por características individuales podría ser un error.

Comprendase que el propósito de evaluar las características de clase en un arma de fuego es acotar objetivamente a un pequeño grupo de objetos que poseen las mismas particularidades generales, lo que no se lograría con las características individuales. Más el estudio recaería en el profuso examen de la reproducibilidad y en la amplia comprensión de cómo afectan las características estructurales del arma de fuego y munición en la transferencia de características identificativas a los componentes del cartucho disparado para poder diferenciarlas o establecer el nivel de similitud entre ambas. Por lo tanto, y retomando el ejemplo propuesto, para el análisis de las armas de fuego artesanales, el uso de estándares y la promulgación de procedimientos definidos en un laboratorio solventaría la decisión del experto que puede recaer en cualquiera de los criterios de la escala de

¹² Reproducibilidad: capacidad de replicarse o grado de similitud de las características individuales observable de un disparo a otro en proyectiles, vainas o cartuchos accionados.

¹³ La escala de conclusiones fue expuesta a revisión y consta en el borrador del estándar de la escala de conclusiones realizado por el Subcomité de Armas de Fuego y Marcas de la Organización

de Comités Científicos de Área (OSAC), entidad vinculada al NIST.

¹⁴ La escala o rango de conclusiones propuesta por la AFTE se puede revisar en el siguiente enlace: <https://afte.org/about-us/what-is-afte>

conclusiones de la AFTE, exceptuando la eliminación de la fuente si el examen se realiza sin el arma de fuego.

El cambio de cultura en la identificación de armas de fuego implica reconocer las limitaciones de la disciplina para abordar la evaluación de la evidencia de manera precisa, comprendiendo el método y saber como aplicarlo. No obstante, esto no es suficiente ya que el examinador debe demostrar capacidad y competencia en el reconocimiento cognitivo de los patrones comparados para asumir un criterio de identificación que no puede restringirse o supeditarse exclusivamente a respuestas o conclusiones binarias (se identifica la fuente o se elimina como fuente productora) porque se desconocería las limitaciones de la propia disciplina que, como se dijo anteriormente, se sujeta a las condiciones intrínsecas del espécimen, es decir, a la cantidad, calidad y complejidad de la muestra comparada (NIST 2020).

Objetivos

La identificación de las armas de fuego y marcas de herramientas involucra aspectos resolutivos de subjetividad y no de una medida de cuantificación estandar que pudiere mantener el examinador en la comparación de marcas de herramientas. Tanto la objetividad como la subjetividad están intrincadas en la evaluación de la evidencia, existen disciplinas, como se expone en el reporte del PCAST, que emplean métodos de mayor objetividad que reducen el juicio del humano en la interpretación de los resultados alcanzados, es decir, cierto nivel de subjetividad es inherente a todas las actividades que se desarrollan en las distintas disciplinas científicas (Winburn y Clemmons 2021).

El lector forense debe entender que no existe la objetividad científica pura y que abrazar el mito de la objetividad no significa neutralidad, por el contrario constituye un peligro que puede acarrear percepciones erradas en el lego sobre la evaluación de la prueba (Winburn y Clemmons 2021). La identificación de armas de fuego y marcas

de herramientas, al igual que toda ciencia se apoya en teorías que han sido plasmadas por conocimientos obtenidos de investigaciones empíricas logradas de la aplicación rigurosa del método científica, donde la objetividad y subjetividad han interactuado dentro de un contexto investigativo que ha dado forma a los análisis y conclusiones científicas que alcance la disciplina.

Los aspectos subjetivos de la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas no deben verse como una falla grave, si bien la subjetividad es actualmente inevitable en la disciplina, esta se produce al final de una serie de pasos cuantificables y medibles en el proceso de examen, como es la evaluación de las características de clase (Murdock, y otros 2017). La aplicación de métodos subjetivos en la evaluación de la evidencia ha generado preocupación en el global de las ciencias forenses, como informa el reporte del NAS y PCAST, sobre todo en la manera de emitir los resultados de la comparación usando términos estilizados y sin valor científico en las conclusiones de identificación como: “grado razonable de certeza”, “certeza científica”, “certeza razonable”, “más allá de toda duda razonable” y “con exclusión de todas las demás armas de fuego”. Términos idiosincráticos que no poseen definiciones comunes, ni explicaciones estadísticas o lógicas, más invitan a la confusión del lego por la incapacidad del perito de explicar su criterio de identificación; por lo tanto, los examinadores deben hacer una declaración clara sobre el examen en sí¹⁵, exponiendo las bases de esa opinión, los estudios, las observaciones y las limitaciones. (National Commission on Forensic Science (NCFS) 2016)

Ante lo proferido, es preciso hablar de una transición o cambio de cultura hacia el uso de tecnología emergente con la cual se pretende proporcionar una relación de probabilidad o razón de verosimilitud (likelihood ratio) en las comparaciones realizadas para brindar en las conclusiones una estimación confiable de la incertidumbre con respecto a la fuente de la marca de la herramienta, como es el caso de los microscopios de comparación virtual (VCM por sus

¹⁵ Lo que AFTE precisa como certeza práctica, es decir, el acuerdo suficiente demostrado por la coincidencia de los patrones observados que permite inferir que el arma de fuego disparó esos elementos. No debe incluirse absolutismo no

demostrados aun estadísticamente, por ejemplo: el patrón observado en los proyectiles le corresponde al arma de fuego analizada, con exclusión de todas las demás.

siglas en inglés) para lo cual, el examinador debe comprender que se necesitan conocer dos cuestionamientos: Primero, la probabilidad de que la evidencia recogida en la escena del delito coincida con una muestra obtenida del arma de fuego sospechosa y la probabilidad de que esta coincidencia ocurra por casualidad. Segundo, para estimar estas probabilidades, se deben generar bases de datos adecuadas de proyectiles y vainas, como la base de datos de investigación de marcas de herramientas balísticas del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NBTRD por sus siglas en inglés) de acceso libre y aún en desarrollo (Mejia, y otros 2019), para alcanzar al valor probabilístico de la incertidumbre.

La ayuda de tecnologías emergentes en la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas, pretenden calmar el desconcierto generado por los repotes del NAS y PCAST o el escepticismo que se ha planteado alrededor de la disciplina de comparación de patrones, entregando mayor confianza en los resultados y reduciendo la información del sesgo cognitivo como factor de error humano en los análisis de identificación, a través de respuestas que establecen valores probabilísticos como se plantea la Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses (ENFSI) mediante el uso de una escala bayesiana para emitir conclusiones de fuente de origen común. La identificación de las armas de fuego y marcas de herramientas involucra aspectos resolutivos de subjetividad y no de una medida de cuantificación estandar que pudiere mantener el examinador en la comparación de marcas de herramientas. Tanto la objetividad, como la subjetividad, están intrincadas en la evaluación de la evidencia. Existen disciplinas, como se expone en el reporte del PCAST, que emplean métodos de mayor objetividad que reducen el juicio del humano en la interpretación de los resultados alcanzados, es decir, cierto nivel de subjetividad es inherente a todas las actividades que se desarrollan en las distintas disciplinas científicas (Winburn y Clemmons 2021).

El lector forense debe entender que no existe la objetividad científica pura y que abrazar el mito de la objetividad no significa neutralidad, por el contrario, constituye un peligro que puede acarrear percepciones erradas en el lego sobre la evaluación de la prueba (Winburn y Clemmons 2021). La identificación de armas de fuego y marcas de herramientas, al igual que toda ciencia se apoya en teorías que han sido plasmadas por conocimientos obtenidos de investigaciones empíricas logradas de la aplicación rigurosa del método científica, en la cual la objetividad y subjetividad han interactuado dentro de un contexto investigativo que ha dado forma a los análisis y conclusiones científicas que alcance la disciplina.

Los aspectos subjetivos de la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas no deben verse como una falla grave. Si bien la subjetividad es actualmente inevitable en la disciplina, esta se produce al final de una serie de pasos cuantificables y medibles en el proceso de examen, como es la evaluación de las características de clase (Murdock *et al.* 2017). La aplicación de métodos subjetivos en la evaluación de la evidencia ha generado preocupación en las ciencias forenses, como informa el reporte de la NAS y PCAST, sobre todo, en la manera de emitir los resultados de la comparación usando términos estilizados y sin valor científico en las conclusiones de identificación como grado razonable de certeza, certeza científica, certeza razonable, más allá de toda duda razonable y con exclusión de todas las demás armas de fuego. Términos idiosincráticos que no poseen definiciones comunes, ni explicaciones estadísticas o lógicas, más invitan a la confusión del lego por la incapacidad del perito de explicar su criterio de identificación. Por lo tanto, los examinadores deben hacer una declaración clara sobre el examen en sí,¹⁶ exponiendo las bases de esa opinión, los estudios, las observaciones y limitaciones (National Commission on Forensic Science [NCFS] 2016).

Ante lo proferido, es preciso plantear una transición o cambio de cultura hacia el uso de tecnología emergente con la cual se pretende

¹⁶ Lo que AFTE precisa como certeza práctica, es decir, el acuerdo suficiente demostrado por la coincidencia de los patrones observados que permite inferir que el arma de fuego disparó esos elementos. No debe incluirse absolutismo no

demostrados aun estadísticamente, por ejemplo: el patrón observado en los proyectiles le corresponde al arma de fuego analizada, con exclusión de todas las demás.

proporcionar una relación de probabilidad o razón de verosimilitud (*likelihood ratio*) en las comparaciones realizadas para brindar en las conclusiones una estimación confiable de la incertidumbre con respecto a la fuente de la marca de la herramienta. Este es el caso de los microscopios de comparación virtual (VCM, por sus siglas en inglés). Para lo cual, el examinador debe comprender que se necesitan conocer dos cuestionamientos: primero, la probabilidad de que la evidencia recogida en la escena del delito coincida con una muestra obtenida del arma de fuego sospechosa y la probabilidad de que esta coincidencia ocurra por casualidad. Segundo, para estimar estas probabilidades, se deben generar bases de datos adecuadas de proyectiles y vainas, como la base de datos de investigación de marcas de herramientas balísticas del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NBTRD, por sus siglas en inglés) de acceso libre y aún en desarrollo (Mejía *et al.* 2019), para alcanzar al valor probabilístico de la incertidumbre.

La ayuda de tecnologías emergentes en la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas pretenden calmar el desconcierto generado por los repostes de la NAS y PCAST o el escepticismo que se ha planteado alrededor de la disciplina de comparación de patrones. Esto entrega mayor confianza en los resultados y reduce la información del sesgo cognitivo como factor de error humano en los análisis de identificación mediante respuestas que establecen valores probabilísticos como lo plantea la Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses (ENFSI, por sus siglas en inglés) mediante el uso de una escala bayesiana para emitir conclusiones de fuente de origen común.

La influencia del sesgo cognitivo y el error humano

¿Con qué frecuencia se equivoca un perito? Difícilmente se podría responder este cuestionamiento propuesto cuando no se halló en Ecuador evidencia que lo exponga. Sin embargo, el error humano y la influencia del sesgo cognitivo en la toma de decisiones del examinador han sido abordados en multiplicidad de investigaciones desarrolladas en otras regiones. Se ha expuesto los

fallos detectados en los laboratorios, en la fundamentación que soporta la confiabilidad de los resultados, en la evaluación de la evidencia inadecuada (Roux *et al.* 2012) y en las opiniones de afirmación del examinador que han sobredimensionado en su testimonio el valor de la prueba exponiendo que sus conclusiones tienen una certeza del 100 % (absoluta) y que tienen una tasa de error de 0 % o insignificante (Vásquez 2022).

La validez de los resultados o la confiabilidad, como lo refieren Mattijssen *et al.* (2020) se mide estableciendo la tasa de error, la cual se determina calculando la capacidad de identificación (sensibilidad) y exclusión o eliminación de fuente (especificidad) que posee el examinador. Los valores de la tasa de identificaciones erradas (falso positivo) y eliminaciones negativas (falsos negativos) establecen la precisión del examinador. Si bien no se halla determinada la tasa de error de la disciplina, estudios empíricos la ubican entre el intervalo porcentual del 0% al 2 % cuando las evaluaciones se realizan en examinadores capacitados. En general, conocer la capacidad identificativa del examinador, potencia la validez aplicada del método y amplía la confianza en los resultados que emite el examinador, la cual se puede medir y conocer a través de evaluaciones de aptitud que pueden ser ejecutadas por los Laboratorios de Criminalística.

Múltiples factores pueden crear riesgos para la validez y confiabilidad de los resultados que obtenga el investigador, el error es uno de ellos. Entre las principales fuentes de error se halla el sesgo cognitivo (Mohajan 2017), muy vinculado con la subjetividad y definida como la inclinación inconsciente de la perspectiva o temperamento del experto hacia un juicio personal o inexacto. Esto puede influenciar o condicionar las interpretaciones del examinador a un determinado juicio de valor que desencadene en una serie de errores dentro de la identificación (Nichols 2018).

Dror (2020) afirma que el primer paso para lidiar con los sesgos cognitivos es reconocer y entender el impacto potencial que puede tener el análisis en un examinador competente. Para ello debe comprenderse sus fuentes ya que hay creencias incorrectas en los examinadores sobre la experiencia, conocimiento y competencia de la

disciplina. Perciben inmunidad al sesgo cognitivo. contruyen en el experto, un espejismo en sus La tablna que sigue describe esas falacias que intervenciones.

Tabla 2

Fuentes y creencias incorrectas

Falacias	Creencia incorrecta
Cuestiones éticas	Les sucede a personas corruptas, poco éticas y malisiosas, una cuestión de integridad personal y carácter personal.
Manzanas podridas	Les sucede a los expertos que no saben hacer bien su trabajo, es una cuestión de competencia.
Inmunidad experta	Los expertos son imparciales e inmunes, no se ven afectados, porque el sesgo no afecta a los expertos competentes que realizan su trabajo con integridad.
Protección tecnológica	El uso de tecnología, instrumentación, automatización o inteligencia artificial garantiza la protección contra los sesgos humanos.
Punto ciego del sesgo	Soy imparcial y no me sesgo; son los otros expertos los que están sesgados.
Ilusión de control	Soy consciente de que el sesgo me afecta y, por lo tanto, puedo controlar y contrarrestar su efecto con la mera fuerza de voluntad.

Fuente: (Dror 2020)

El análisis de las fuentes del sesgo cognitivo estan fuera del alcance de este artículo pero se puede revisar en la referencia de Dror (2020). No obstante, se debe precisar que el sesgo contextual y de confirmación influyen fuertemente en la identificación de armas de fuego y marcas de herramientas. Sesgo contextual que precisa como la decisión del examinador puede afectarse por las influencias externas e internas que aporten información irrelevante sobre la investigación. Por ejemplo, tener acceso al proceso fiscal, conocer la teoría que plantea el investigador del caso (Kassin *et al.* 2013). El sesgo de confirmación, se define como los efectos que generan creencias y expectativas motivadas por un contexto situacional preexistentes de un individuo (propio de una situación) lo que influye en la recopilación, percepción e interpretación de los resultados. Esto provoca un enfoque rígido (visión de túnel) hacia un sospechoso que lleva a los examinadores a buscar y favorecer inconscientemente la evidencia inculpatoria, mientras pasan por alto o descartan cualquier información exculpatoria que pueda existir (Kassin *et al.* 2013).

En esencia, el examinador está constantemente “sintonizado” mediante los “efectos constructivos”, considera ciertos datos e ignora otros tantos a medida que se van recopilando y que respaldan una decisión particular (Risinger *et al.* 2002). Por ello, es necesario establecer estrategias que permitan minimizar la influencia del sesgo cognitivo en las interpretaciones de observador.

Tabla 3

Estrategias que minimizan la influencia del sesgo cognitivo

Estrategias	Contexto de aplicación
Desenmascaramiento secuencial	Consiste en proporcionar únicamente información necesaria para que el examinador intervenga de manera adecuada y confiable en el análisis. Cuando se completa ese paso, se proporciona más información para continuar con el siguiente paso del análisis, considere el método estándar.
Relleno forense	Aplicable en pruebas de aptitud, permite minimizar el sesgo contextual introducido por la evidencia y consiste en adionar un arma de fuego o herramientas similares en la evidencia recibida, cuando se tratare de un arma de fuego o herramienta.
Procesamiento lineal	Puede reducir el sesgo contextual, consiste en evaluar inicialmente la evidencia y posteriormente los especímenes presentados de un arma de fego sospechosa.
Procesos de laboratorio definidos	Contar con documentación que permite una mejor verificabilidad de las observaciones realizadas y una mejor evaluación de las conclusiones obtenidas como resultado de esas observaciones, aplicación de un proceso de revisión de pares.
Cultura de investigación daría	Implementar estándares que exijan a los examinadores a evaluar y medir objetivamente la evidencia.
Influencias externas mal filtradas	Definir procesos y promover el uso de estándares limitarían la intromisión de entes externos en el análisis de la evidencia. Una alternativa es separar los laboratorios de ciencias forenses de las agencias de aplicación de la ley o de las oficinas de fiscalía.
Influencias internas mal filtradas	Incluye miedo en el lugar de trabajo y demandas de metas (pueden introducir sesgos porque los examinadores están más apurados para cumplir un número determinado de tareas, de modo que no prestan tanta atención a los detalles).

Fuente: (Dror 2020); (Nichols, R. 2018)

Los laboratorios de Criminalística se ven obligados a abordar las pesadas demandas de trabajo de casos que se les imponen con recursos limitados sin la capacidad de abordar necesidades profesionales igualmente importantes (capacitación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología nueva e innovadora) (American Society of Crime Laboratory Directors (ASCLD) 2009). Es una realidad no alejada en Ecuador. Es necesario implementar medidas para acrecentar la confiabilidad de los resultados y promover un cambio de cultura forense, diseñar instrumentos

de competencia con los cuales se demuestre la experiencia del examinador, definir programas de formación basados en competencias que no dependan del tiempo dedicado a la formación (continua, sino, que estén alineados a las normas exigidas por la entidad de educación superior del país y, promover la acreditación de los laboratorios y certificación de los examinadores (Australia New Zealand Policing Advisory Agency National Institute of Forensic Science [ANZPAA NIFS] 2016).

Conclusiones

Los avances en la disciplina de la identificación de armas de fuego son plausibles y marcan un camino a seguir para los examinadores. Si bien, algunas tecnologías están en desarrollo, estas al implementarse ampliamente apoyaría el valor de análisis discriminatorio del experto el que actualmente es de naturaleza subjetiva. La subjetividad presente en el método de comparación no vuelve defectuosa a la disciplina, más requiere un abordaje metodológico para restringir la influencia de aquellas fuentes de error humano directamente relacionadas con ese enfoque, como es el sesgo cognitivo.

El método de comparación de patrones utilizado por la disciplina de identificación de armas de fuego debe ser conocido y constantemente expuesto a ensayos empíricos diseñados con el fin de conocer la validez de aplicación, es decir, la precisión con que el examinador desarrolla el análisis comparativo y emite opiniones confiables, para que esto ocurra, es necesario que los laboratorios de criminalística definan los procesos internos para evaluar las capacidades y competencias de los examinadores, mejoren la formación que recibe el experto y que esta se dirija por especialidades, implemente estándares de gestión administrativa como de evaluación de evidencia y promueva la calidad de los análisis con proyección a la acreditación de los laboratorios y consecuentemente hacia un cambio de cultura en el ámbito forense.

Bibliografía

- AFTE Committee for the Advancement of the Science of Firearm & Toolmark Identification. 2008. "The Response of the Association of Firearm and Tool Mark Examiners to the National Academy of Sciences 2008 Report Assessing the Feasibility, Accuracy, and Technical Capability of a National Ballistics Database August 20, 2008". *AFTE Journal*, 40. 234-244.
- American Society of Crime Laboratory Directors [ASCLD]. 2009. *ASCLD's Comments on the Release of the NAS Report on Forensic Science*. Estados Unidos.
- Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramientas [AFTE]. s/f. Página web. Acceso el 15/8/2022. <https://afte.org/2022>. *SWGgun Admissibility Resource Kit (ARK)*. Acceso el 7/12/2022. <https://afte.org/resources/swggun-ark>
- Australia New Zealand Policing Advisory Agency National Institute of Forensic Science [Anzpa]. 2016. *A Guideline to Forensic Fundamentals: Identifying the Underpinning Science of Human Based Forensic Science Disciplines*. Anzpa.
- Bolton-King, Rachel. 2016. "Preventing miscarriages of justice: A review of forensic firearm identification". *Science and Justice*, 56(2). 129-142. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2015.11.002>
- Committee on Identifying the Needs of the Forensic Sciences Community, National Research Council. 2009. *Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward*. Washington D.C.
- Dror, Itiel. 2020. "Cognitive and Human Factors in Expert Decision Making: Six Fallacies and the Eight Sources of Bias". *Analytical Chemistry*, 7998–8004.
- Giverts, Pavel, y Andrey V. Kokin. «The Problem of Subclass Features in Forensic Firearms Identification.» *Theory and Practice of Forensic Science*, 92(12). 109-117. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.0c00704>
- Grzybowski, Richard, Miller Jerry, Moran Bruce, Murdock John, Nichols Ron & Thompson Robert. 2003. "Firearm/Toolmark Identification: Passing the Reliability Test Under Federal and State Evidentiary Standards". *AFTE Journal*, 35. 1-34. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3iGYQLS>
- Kassin Saul, Dror Itiel & Kukucka Jeff. 2013. "The forensic confirmation bias: Problems, perspectives, and proposed

- solutions". *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 2(1). 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2013.01.001>
- Krishna Rohith & Sheetal Rajan. 2020. "Conventional and Internal Standards in Forensic". En Deepak Rawtani (Ed.), *Technology in Forensic Science: Sampling, Analysis, Data and Regulations*, 329-340. Alemania: John Wiley and Sons.
- Mattijssen Erwin, Witteman Cilia, Berber Charles, Brand Nicolaas & Stoel Reinoud. 2020. "Validity and reliability of forensic firearm examiners". *Forensic Science International*, 307. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.110112>
- Mejia Robin, Cuella María, Delger Dana y Eddy Bill. 2019. "What does a match mean? A framework for understanding forensic comparisons". *The Royal Statistical Society*. 25-28. <https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2019.01251.x>
- Mohajan, Haradhan. 2017. "Two Criteria for Good Measurements in Research: Validity and Reliability". *Annals of Spiru Haret University*, 17(4). 58-82. Acceso el 7/12/2022. <https://mpr.ub.uni-muenchen.de/83458/>
- Morrison, Geoffrey. 2022. "Advancing a paradigm shift in evaluation of forensic evidence: The rise of forensic data science". *Forensic Science International: Synergy*, 5.1-8. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2022.100270>
- Murdock, John y *et al.* 2017. "The Development and Application of Random Match Probabilities to Firearm and Toolmark Identification". *Forensic Sciences*, 62(3). 619-625. DOI: 10.1111/1556-4029.13386
- National Commission on Forensic Science [NCFS] 2016. *Views of the Commission Use of the Term "Reasonable Scientific Certainty"*. NCFS. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3BgvnP8>
- National Institute of Standards and Technology [NIST]. 2020. NISTIR 8225: NIST Scientific Foundation Reviews. Estados Unidos: Department of Commerce. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3uCWlBz>
- Nichols, Ronald. 2018. *Firearm and Toolmark Identification*. Estados Unidos: Elsevier.
- . 2018. "Subclass Characteristics: From Origin to Evaluation". *AFTE Journal*, 50(2). 68-88. <https://bit.ly/3P6gh4w>
- Roux Claude, Crispino Frank & Ribaux Olivier. 2012. "From Forensics to Forensic Science". *Current Issues in Criminal Justice*, 24(1). 7-24. <https://doi.org/10.1080/10345329.2012.12035941>
- The Association of Firearm and Tool Mark Examiners [AFTE]. 2022. AFTE Theory of Identification as it Relates to Toolmarks. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3F3TmCq> 2013. AFTE Glosary. AFTE. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3iKRUNR>
- Uchiyama, Tsuneo. 2008. "Toolmark Reproducibility on Fired Bullets and Expended Cartridge Cases". *AFTE Journal*, 40(1). 3-45. Acceso el 7/12/2022. <https://bit.ly/3Hie84a>
- Vásquez, Carmen. 2022. "Presentación de la traducción al castellano del informe del PCAST sobre la Ciencia Forense en los tribunales penales". *Revista Internacional sobre Razonamiento Probatorio*, 3. 275-480. DOI: 10.33115/udg_bib/qf.i3.22743
- Vázquez Rojas, Carmen. 2022. "La fiabilidad de los métodos de las ciencias forenses y el informe PCAST". *Ciclo de conferencias en el marco del concurso escolarizado para la designación de juezas y jueces de distrito especializados en el sistema penal acusatorio*.
- Winburn Allysha & Clemmons Chaunesey. 2021. «Objectivity is a myth that harms the practice and diversity of forensic science". *Forensic Science International: Synergy*, 3. 1-4. DOI: 10.1016/j.fsisyn.2021.100196