

La formación online en la adquisición de conocimiento en balística e identificación humana forense

Online training in the acquisition of knowledge in ballistics and forensic human identification

Carlos Neyra-Rivera¹, José Jauregui Montero²,
Edwin Augusto Torres Suárez³, Jesús Miguel Quiroz Mejía²,
Bruce Budowle⁴

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

² Universidad Privada Norbert Wiener, Perú

³ Policía Nacional del Perú, Perú

⁴ University of Helsinki, Finlandia

carlosdavidmp@outlook.es , jose.jaureguim@uwiener.edu.pe , etorress@pnp.gob.pe ,
jesus.quiroz@uwiener.edu.pe , b.budowle@att.net

RESUMEN. La cantidad de denuncias realizadas en el Perú se ha incrementado desde el año 2016 al 2019 pasando de 355,876 a 446,508 estando involucrados en las distintas investigaciones peritos que pueden ser de la Policía Nacional del Perú (PNP) o del Ministerio Público. Por ello, el objetivo de la presente investigación fue identificar los factores asociados al nivel de conocimiento en identificación balística e identificación humana y conocer el nivel de conocimiento de este en el Instituto de Criminalística de la DIRCRI-PNP periodo 2020. No se identificaron factores asociados significativamente al nivel de conocimiento en identificación balística y a la identificación humana. Se encontró que el 14,3%, 52,4% y 33,3% de los peritos tenían un nivel de conocimiento alto, medio y bajo mientras que para balística forense el 14,3%, 76,2% y 9,5% de los peritos tenían un nivel de conocimiento alto, medio y bajo. Hay mucho por hacer en la implementación de sistemas de enseñanza y adaptación de sistemas automatizados y de Inteligencia Artificial Explicable (XIA).

ABSTRACT. The number of reports filed in Peru has increased from 355,876 to 446,508 from 2016 to 2019, with experts from the Peruvian National Police (PNP) or the Public Prosecutor's involved in the various investigations. Therefore, the objective of this study was to identify the factors associated with the level of knowledge in firearms and human identification to understand the level of knowledge of this at the Criminalistics Institute of the DIRCRI-PNP; period 2020. No factors significantly associated with the level of knowledge in firearms and human identification were identified. It was found that 14.3%, 52.4%, and 33.3% of the experts had a high, medium, and low level of knowledge, while for forensic ballistics, 14.3%, 76.2%, and 9.5% of the experts had a high, medium, and low level of knowledge. There is much to be done in the implementation of teaching systems and adaptation of automated systems and Explainable Artificial Intelligence (XIA).

PALABRAS CLAVE: Balística forense, Cursos online sincrónicos, Identificación humana, Nivel de conocimiento.

KEYWORDS: Forensic ballistics, Synchronous online courses, Human identification, Knowledge level.

1. Introducción

El avance de la ciencia y la tecnología requiere que el personal de entidades tanto públicas como privadas estén constantemente capacitándose (Tejada y Navío, 2005). La cantidad de denuncias realizadas en el Perú se ha incrementado desde el año 2016 al 2019 pasando de 355,876 a 446,508 (INEI, 2021) estando involucrados en las distintas investigaciones peritos que pueden ser de la Policía Nacional del Perú (PNP) o del Ministerio Público. Un perito es una persona altamente especializada en un campo del conocimiento y que cuando llega a la escena del crimen debe de tener clara la contextualización del “por qué”, “cómo”, “cuándo”, “con qué” ya que a partir de esas preguntas puede identificar claramente que objetos o indicios debe de recolectar para ser enviados al laboratorio forense y así puedan evaluar cuales se convierten en evidencias para la elaboración de su informe pericial (Natareno, 2018). En el Perú, los peritos pueden pertenecer a una entidad pública (peritos oficiales) o a una entidad privada (peritos de parte) y ellos trabajan con información empírica y no simplemente con explicaciones por parte del experto por ello muchas veces en lugar de preguntarse si las afirmaciones del perito de parte son “conducentes a la verdad” la preocupación suele girar en torno a si el sujeto es “realmente” un experto, si tiene la formación o habilidades correspondientes, si tiene los conocimientos suficientes, etc. (Edmond, Thompson y Tangen, 2014).

En el Perú, el nuevo Código Procesal Penal se ha implementado progresivamente desde el año 2004 y se ha complementado (luego de muchas prórrogas) en marzo del 2021. A pesar de ello, se observa como en los últimos años se viene incrementando los delitos (INEI, 2021) y que muchos de ellos no se resuelven debido probablemente a las deficientes investigaciones realizadas por parte del personal perito de la Policía Nacional del Perú (PNP) y/o de la Fiscalía de la Nación del Perú o el perito de parte. Las policiales y científico-periciales que realizan actividades conjuntas están promoviendo un cambio fundamental en las ciencias de identificación tradicionales con fines forense. La suposición de unicidad en el que se fundamentan estos campos se ve debilitada por los errores que pudieran surgir producto de la falta de conocimientos teóricos y la falta de experiencia en casos reales. Los cambios en la ley relacionados con la admisibilidad de la evidencia pericial en los tribunales, junto con el surgimiento de la tipificación del ADN como modelo para un enfoque científicamente defendible de las cuestiones de identidad compartida, están impulsando a las ciencias forenses más antiguas hacia un nuevo paradigma científico (Saks y Koehler, 2005).

En el Artículo 16 del “Reglamento del Decreto legislativo 1219: Certificación, registro y acreditación de Peritos Criminalísticos”; se ha dejado claramente establecido en el artículo 16.1 que la Dirección de Criminalística (DIRCRI) certifica, registra y acredita a los peritos criminalísticos y en el artículo 16.2. “El Reglamento del Registro de Peritos Criminalísticos de la Policía Nacional del Perú desarrolla los requisitos y procedimientos para la certificación, así como los lineamientos sobre su funcionamiento” (PNP, 2019). Esto conlleva a que la PNP capacita a sus peritos y es la misma entidad la encargada de validar sus competencias y acreditarlos lo que le minimiza la objetividad durante el proceso.

En diciembre de 2019, un brote de neumonía causada por un virus estalló en Wuhan-China. El SARS-COV-2 fue identificado como un virus de la familia Coronaviridae (Lu et al., 2020). En los seres humanos, el coronavirus causaba infecciones respiratorias e incluso la muerte, esta enfermedad llegó al Perú el 6 de marzo de 2020 y debido al rápido crecimiento del número de contagios (71 casos confirmados para esa fecha), 10 días después el gobierno anunció un estado de emergencia nacional, ordenando el aislamiento social obligatorio, el cierre de fronteras nacionales y la suspensión de cualquier medio de transporte hasta el 26 de junio del 2020. A pesar del fin de la cuarentena general recién se flexibilizó la educación de forma semipresencial desde el 09 de agosto del 2021 y las presenciales desde marzo del 2022.

El inicio súbito del aislamiento y la suspensión de actividades académicas presencial llevo a que entidades tanto públicas como privadas migrarán rápidamente a una educación online sincrónica y no a una educación virtual ya que no contaban con la formación, competencias y las herramientas tecnológicas. La formación de peritos por parte de la PNP no fue ajena a ello por lo que durante el 2020 tuvieron que migrar a una formación online sincrónica a través de plataformas de acceso libre. Debido a ello, el presente estudio busco identificar



los factores asociados al nivel de conocimiento en identificación balística y conocer el nivel de conocimiento de estos en el Instituto de Criminalística de la DIRCRI-PNP; periodo 2020. Los laboratorios de criminalística cuentan con el sistema de identificación Balística 3D (IBIS TRAX-3D) y para la identificación humana el Sistema de Identificación Dactilar Automatizada (AFIS).

Por ello, se busca identificar los factores asociados al nivel de conocimiento en identificación balística e identificación humana y conocer el nivel de conocimiento de este en el Instituto de Criminalística de la DIRCRI-PNP periodo 2020, para lo cual se tomará como referencia el banco de preguntas vinculadas a las temáticas que se desarrollan durante la formación de los peritos.

2. Revisión de la literatura

La pandemia de COVID-19 motivó la adaptación de estos enfoques a modalidades de aprendizaje a distancia o híbridas, incrementando su versatilidad y enriqueciendo el repertorio pedagógico del Forensic Science Undergraduate Program (FSUP). Actualmente, el principal impacto del programa radica en la incorporación exitosa de algunos de sus egresados a instancias pertenecientes o relacionadas con el sistema de justicia penal, como la fiscalía general de la Nación, la Comisión de Verdad y Justicia para el Caso Ayotzinapa y la Comisión Nacional de Búsqueda de Personas Extraviadas o Desaparecidas, entre otras. La ciencia forense es una fuente de problemas atractivos con una base en casos reales que invita a la aplicación de conocimientos de diferentes áreas para la resolución de un caso y, por lo tanto, se presta al Aprendizaje Basado en Problemas o proyectos (Sosa-Reyes et al., 2022). Como primer paso del Taller Interdisciplinario para la Resolución de Casos Forenses, un panel de ocho a diez profesores selecciona la carpeta de una investigación forense real, con preferencia por aquellos que permiten probar teorías alternativas utilizando la teoría del caso propuesta por el fiscal. En otras palabras, se pueden proponer dos hipótesis para explicar el caso con base en la evidencia disponible, a saber, la hipótesis de la acusación y la hipótesis de la defensa. Un grupo de profesores organizó algunas audiencias simuladas para mostrar a los estudiantes ejemplos de qué hacer. De igual manera, para los juicios orales; la formulación de aspectos de la evaluación del desempeño fue resultado de la deliberación del panel (Sosa Reyes, 2017).

Se está comenzando a enfatizar la importancia del aprendizaje estadístico y de la experiencia en las comparaciones de características forenses; así también la ciencia cognitiva establece su importante rol al otorgar de información en el desarrollo de los programas de capacitación y la selección de herramientas para los examinadores de comparación de características forenses, por ello, la evidencia actual sobre los mecanismos perceptivos y cognitivos asociados con la experiencia en comparación de características destaca un mecanismo específico (el aprendizaje estadístico) como un constructo explicativo prometedor con implicaciones para mejorar el reclutamiento y la capacitación. (Grown y Martire, 2020).

La forma objetiva para desarrollar el servicio y función policial depende de una serie de variables que incluyen doctrina policial, instrucción académica y humanista, cultura general y diversas especializaciones (Ramos, 2019). El presidente del Consejo de Asesores en Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos, "Forensic Science in Criminal Courts: Ensuring Scientific Validity of Feature-Comparison Methods" (el informe PCAST); se basa en un informe anterior preparado por el Consejo Nacional de Investigación, Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward publicado en 2009 (el informe NRC). Estos informes se centran en la organización, financiación y práctica de las ciencias forenses en los Estados Unidos. En su deliberada e inquebrantable preocupación por el valor probatorio, en particular la validez y fiabilidad de los procedimientos utilizados por los científicos forenses y la forma en que se expresan las opiniones en los informes y testimonios de los expertos; ambos tienen aplicación en Inglaterra y Gales. Ambos informes se dirigen directamente a los científicos forenses, las fuerzas del orden, los abogados y los tribunales. Los científicos forenses, los defensores, los jueces y los legisladores deben responder a estas críticas y recomendaciones si se espera colocar las ciencias forenses sobre bases científicas sólidas (Ward et al., 2017).

La labor de los examinadores en el estudio de armas de fuego podría mejorarse implementando retroalimentación sobre su rendimiento para reducir la sobre confianza; un trabajo adicional sobre sus

fortalezas y debilidades y del método basado en procesador de datos, podría ayudar en la exploración de las posibilidades de combinar sus juicios, para aumentar la validez general (Mattijssen et al., 2020).

Los tribunales deben asegurarse de que los examinadores expongan sus resultados de manera clara y precisa, que presenten el índice de error de los resultados tal como se establece en el informe del Consejo Asesor del Presidente sobre Ciencia y Tecnología (PCAST) y que revelen cualquier limitación adicional a sus opiniones; deben revelar cualquier información potencialmente tendenciosa o contaminante proporcionada antes de su análisis de la evidencia., asegurándose de que ninguna de las partes tergiverse o exagere la opinión del experto en sus argumentos garantizando que sólo se presenten a los jurados pruebas científicamente aceptadas (Friedman y Brand, 2017).

Se debe tener en consideración el estudio del famoso caso Daubert y sus cuatro criterios establecidos por la Corte Suprema en 1993 para decidir si una prueba pericial es fiable y, con ello, si es admisible; por lo tanto, que un método o técnica pueda ser (y haya sido) sometido a test o pruebas, que haya sido sometido a revisión por pares y publicado, que se indique su rango de error conocido o posible y se muestre que goza de una amplia aceptación en la comunidad experta de referencia.(Vázquez, 2022).

Para que una disciplina o método se considere científicamente válido, el proponente de la evidencia debe demostrar que es válido desde el punto de vista fundacional; que el método existente puede, en principio, aplicarse válidamente para lograr resultados precisos; y que es válido “tal como se aplica”: que el analista específico en este caso aplicó con precisión el método en la práctica.

Se puede notar con mucha recurrencia que en las investigaciones analizadas que no se están tomando en consideración los aspectos relacionados con la validez y la confiabilidad de los procedimientos y las técnicas utilizadas, así como tampoco de los criterios de Daubert; los cuales establecen que, se deben tomar en cuenta los sesgos y errores que se pueden encontrar antes y en la realización de los informes periciales (Risinger et al., 2002).

El tipo de conclusión que ha recibido más críticas en los últimos años (enunciados categóricos) sigue siendo el medio de expresión preferido en una clara mayoría de respuestas. También se encuentra que rara vez se informó sobre el suministro de información adicional que a menudo se considera necesaria para la evaluación racional de la evidencia (por ejemplo, información sobre confiabilidad y validez). Estos resultados sugieren un compromiso limitado con las recomendaciones recientes y son preocupantes dada la gravedad de las decisiones legales que dependen de la comunicación precisa y transparente de la ciencia forense. (Bali et al., 2020); así también Laaz et al., (2025) analiza cómo el testimonio de los científicos forenses en los tribunales ha sido tradicionalmente una actuación que presenta sus estudios como objetivos y técnicos, utilizando cálculos estadísticos y probabilísticos para convertir la evidencia en un elemento legal, estas interpretaciones erróneas, aunque cuestionables, no fueron cuestionadas en su momento y quedaron registradas de manera definitiva en los archivos legales.

Las actividades de aprendizaje se estructuran en torno a cinco objetivos principales para la resolución de problemas de casos forenses simulados: 1) seleccionar rastros y elementos relevantes que se recogerán en la escena y percibir su valor potencial en el proceso de reconstrucción, 2) aplicar técnicas de detección adecuadas en secuencia para obtener pistas de buena calidad, 3) procesar rastros utilizando la metodología de Análisis, Comparación, Evaluación y Verificación (ACE-V), 4) producir y resumir información en forma oral y escrita para ayudar a una investigación, y 5) trabajar en colaboración para beneficiarse de la diversidad de los miembros del grupo. Se implementó una herramienta de simulación de la escena del crimen basada en computadora (que permite a los estudiantes visualizar escenas del crimen en 360° y elementos relevantes) y una herramienta de comunicación (para simplificar y centralizar la comunicación entre los estudiantes y el personal docente). Si bien las evaluaciones de estas nuevas tecnologías fueron muy positivas, los estudiantes aún expresaron su disposición a realizar ciertas tareas en el sitio y una preferencia por las interacciones cara a cara (Sosa-Reyes et al., 2022).



No hay mejor foro que Science & Justice para alentar la investigación pedagógica futura dentro del sector de la justicia penal que, generan debates dentro de las comunidades de ciencia forense y criminalística, por esencia interdisciplinaria, la revista constituye una plataforma científica ideal para permitir una amplia difusión del conocimiento, promover el intercambio de pensamientos e ideas y fomentar el diálogo dentro de las disciplinas y a través de los límites disciplinarios. (Tidy y Fournet, 2022).

La investigación en ciencia forense y disciplinas asociadas es abundante y variada, se probaron la integración del aprendizaje activo (aprendizaje invertido, gamificación) en entornos de aprendizaje virtual; la tecnología de realidad virtual y los juegos electrónicos en la enseñanza de geo científicos forenses; el uso de una combinación de modelos bidimensionales y tridimensionales, analizar la investigación de casos a nivel profesional y también destacar la necesidad de colaboración. En su artículo de investigación sobre personas desaparecidas y casos sin resolver, analizan el proyecto piloto de casos sin resolver internacional, que tiene como objetivo apoyar a la Red de expertos policiales sobre personas desaparecidas en el diseño de un enfoque común para encontrar a los desaparecidos. Finalmente, en concordancia con las investigaciones realizadas debemos continuar fomentando el interés por investigaciones interjurisdiccionales que trasciendan las fronteras y ofrezca reflexión más global.

En diversas áreas del análisis balístico (AA), como la comparación de marcas de herramientas, la reconstrucción de trayectorias y la identificación de armas de fuego, los algoritmos de aprendizaje automático han demostrado ser prometedores al superar las técnicas convencionales gracias a su capacidad para analizar grandes conjuntos de datos e identificar tendencias mínimas. El AA garantiza resultados más fiables y aumenta el valor probatorio de los hallazgos forenses al automatizar operaciones complejas, reduciendo así el error humano y el sesgo. A pesar de estos avances, aún existen dificultades. La disponibilidad y la calidad de los datos son esenciales para la funcionalidad de los modelos de AA (Cuellar et al., 2022).

El aprendizaje automático (ML) representa un avance crucial en la ciencia forense, especialmente en el análisis balístico y la identificación de armas, al mejorar la precisión, objetividad y eficacia en las investigaciones, aunque aún enfrenta desafíos como la calidad de los datos, la falta de bases de datos estandarizadas y la interpretabilidad de los modelos, que son esenciales para su aplicación judicial. Para aprovechar plenamente su potencial, se requiere el desarrollo de bases de datos globales, mejoras en la adquisición de datos, énfasis en la IA explicable y una capacitación adecuada para los expertos forenses, además de una colaboración estrecha entre científicos, policías y organizaciones internacionales. La adopción de estas recomendaciones facilitará una transformación significativa en el campo, contribuyendo a la justicia y la seguridad pública con innovaciones responsables y éticas. (Chatterjee, 2024).

El proceso de capacitación y actualización de los peritos es un pilar fundamental para la mejora del desarrollo de sus capacidades y así puedan estar actualizados en las nuevas tecnologías que surgen. Así por ejemplo, Martynenko et al. (2024) realizó un estudio sobre la capacitación y especialización de los peritos en Ucrania y se llega a la conclusión que debería haber una evaluación estricta para que un profesional pueda realizar actividades como perito. También hay esfuerzos para llevar la formación de bases de datos para artefactos forenses (Grajeda et al., 2018) e incluir en esta propuesta el campo del análisis forense digital (Grajeda et al., 2023) lo que podría brindar la posibilidad de tener una capacitación digital que permita a los peritos mejorar sus conocimientos de forma remota según estándares de calidad internacionales.

Las recomendaciones actuales y urgentes están en torno a la certificación de peritos forenses ya que se ha identificado que a pesar los esfuerzos realizados en distintos países para capacitar a los peritos aún faltan normas mínimas obligatorias uniformes para el personal especializado en ciencias forenses esto a pesar del rol fundamental que tienen en las sentencias judiciales (van Ruth y Smithuis, 2019). Existen propuestas sobre normas y reglamentos que rijan la formación forense como la de Dinis-Oliveira et al. (2022) quienes sugieren de manera práctica un Reglamento de la Práctica Profesional de los Especialistas Forenses que pueda aplicarse y adaptarse fácilmente a medicina forense, biología forense, química forense, física forense, matemáticas forense, entre otras especialidades pero indican que deben de realizarse ciertas precisiones en cada campo del

conocimiento para que el perito en formación pueda obtener la certificación que garantice una adecuada formación.

3. Metodología

La presente investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Privada Norbert Wiener. El diseño que se empleó en la presente investigación tipo aplicado, de diseño no experimental descriptivo, correlacional, de corte transversal. La población estuvo conformada por 200 policías del Instituto de Criminalística de La Dircrí-PNP periodo 2020 que hayan concluido los cursos de especialización online sincrónicos de Identificación humana y Balística Forense en el periodo 2020. El muestreo fue por conveniencia teniendo como criterios de inclusión que fueran de oficiales de la PNP peritos, peritos con más de 1 año de experiencia, que hayan llevado los cursos de la PNP de identificación humana y/o balística y que la PNP los haya certificado como peritos; como criterios de exclusión se consideraron a peritos con menos de 1 año de experiencia, peritos que no hayan obtenido la certificación por la PNP. La muestra fue de 42 policías de los cuales 21 participantes en el curso de Balística Forense y 21 en el curso de Identificación Forense.

La técnica utilizada para el estudio fue la encuesta y el instrumento fue el cuestionario. Se diseñaron dos cuestionarios una para identificación humana (22 ítems) y otro vinculado a identificación balística (22 ítems): Además se tomaron datos vinculados a años de experiencia profesional en la PNP (de 1 a 5 años junior, de 6 a 10 años semi senior y mayor a 10 años senior), sexo, grado (suboficial u oficial), tiempo de servicio y cantidad de cursos llevados vinculados a Criminalística.

Las respuestas a los cuestionarios fueron capturadas empleando un formulario de google. Se realizó el análisis de confiabilidad de los cuestionarios empleando el alfa de Cronbach y la validación por juicio de expertos. Antes de realizar el llenado del cuestionario los participantes firmaron su consentimiento informado de forme libre y voluntaria.

Para valor el nivel de conocimiento se empleó la escala propuesta por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos del Perú (2021) en la que se tiene en consideración en nivel vigesimal según se muestra a continuación: a. Excelente 20, 19; b. Muy bueno 18, 17; c. Bueno 16, 15, 14; d. Aprobado 13, 12, 11; e. Desaprobado menor o igual a 10. En la presente investigación se consideró un nivel de conocimiento alto a los que obtuvieron una calificación excelente o muy buena, nivel de conocimiento medio a los que obtuvieron una calificación buena o aprobada y un nivel de conocimiento bajo a los que obtuvieron una calificación desaprobada.

Se realizó un análisis descriptivo de los ítems de los cuestionarios tanto vinculados a balística como a identificación humana, así como también en los peritos capacitados en balística forense se evaluó la experiencia profesional en la PNP, sexo, grado, tiempo de servicio y cantidad de cursos llevados vinculados a Criminalística. También se realizó un análisis inferencial empleando las pruebas de Chi-cuadrado para evaluar los posibles factores asociados al nivel de conocimiento en balística forense.

4. Resultados

Para evaluar la confiabilidad se empleó el Alfa de Cronbach o KR-21 (Fórmula 21 de Kuder-Richardson) empleando el test re-test en una muestra de 10 peritos de la PNP certificados en identificación humana y 10 peritos de la PNP en balística. En el instrumento de identificación humana y balística se obtuvieron un valor de alfa de Cronbach de 0.825 y 0.874 respectivamente. Además, los instrumentos fueron validados por 5 expertos con experiencia en el campo de las Ciencias Criminalísticas y en las evaluaciones vinculadas a identificación humana y balística.

En los peritos capacitados en Balística Forense se evaluaron los factores la experiencia profesional en la PNP, sexo, grado, tiempo de servicio y cantidad de cursos llevados vinculados a Criminalística (Tabla 1). Se observa que la mayor cantidad de peritos (14 peritos -66.67%-) son junior siendo el 21.4% de ellos los que



tiene un nivel de conocimiento alto mientras que los 4 peritos senior (19.05%) tiene nivel de conocimiento medio. Se evaluó a 13 peritos de sexo masculino (61.90%) y a 8 peritos de sexo femenino (38.10%) encontrándose la mayor cantidad de peritos de ambos sexos con un nivel de conocimiento medio. Participaron en el estudio 3 oficiales de la PNP (16.7%) (policías con mayor tiempo de formación) y 18 suboficiales de la PNP (83.3%) teniendo todos los oficiales nivel de conocimiento medio. Con respecto al tiempo de servicio se idéntico que los peritos que trabajaban de 1-5 años tenían un nivel de conocimiento alto (4.76%) mientras que los que trabajaban más de 21 años tenían un nivel de conocimiento medio (14.3%). Al evaluar el valor del χ^2 para identificar la relación entre el nivel de conocimiento y los factores evaluados no se identificó ninguna relación entre ellos ya que el p-value en todos los casos fue mayor a 0.05 por lo que el estudio piloto brinda información preliminar de que no existe una relación entre la experiencia profesional en la PNP, sexo, grado, tiempo de servicio y cantidad de cursos llevados vinculados a Criminalística.

Con respecto al nivel de conocimiento tanto en balística como en identificación humana (Tabla 2) solo el 14.3% (3 peritos) tuvieron un nivel de conocimiento alto en balística como en identificación humana y el 33.3% de los peritos de balística tuvieron un nivel de conocimiento bajo frente al 9.5% de los peritos de identificación humana que también tuvieron un nivel de conocimiento bajo.

Variables			Nivel de Conocimiento			Total	Chi-cuadrado
			Alto	Medio	Bajo		
Nivel de conocimiento	Excelente	fi	1	0	0	1	$\chi^2 = 30.188$ p-value= 0.0000
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%	
	Muy bueno	fi	2	0	0	2	
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%	
	Bueno	fi	0	4	0	4	
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
	Aprobado	fi	0	10	0	10	
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
Desaprobado	fi	0	2	2	4		
	%	0.0%	50.0%	50.0%	100.0%		
Experiencia	Junior	fi	3	10	1	14	$\chi^2 = 4.125$ p-value= 0.3894
		%	21.4%	71.4%	7.1%	100.0%	
	Senior	fi	0	2	1	3	
		%	0.0%	66.7%	33.3%	100.0%	
	Senior	fi	0	4	0	4	
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
Sexo	Masculino	fi	2	11	0	13	$\chi^2 = 3.597$ p-value 0.1656
		%	15.4%	84.6%	0.0%	100.0%	
	Femenino	fi	1	5	2	8	
		%	12.5%	62.5%	25.0%	100.0%	
Grado	Oficial	fi	0	3	0	3	$\chi^2 = 1.094$ p-value= 0.5788
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
	Sub Oficial	fi	3	13	2	18	
		%	16.7%	72.2%	11.1%	100.0%	
Tiempo de trabajo en la PNP	De 1 a 5 años	fi	1	0	0	1	$\chi^2 = 8.817$ p-value= 0.1841
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%	
	De 6 a 10 años	fi	2	6	1	9	
		%	22.2%	66.7%	11.1%	100.0%	
	De 11 a 15 años	fi	0	7	1	8	
		%	0.0%	87.5%	12.5%	100.0%	
Más de 21 años	fi	0	3	0	3		
	%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
Cantidad de cursos realizados	1 curso	fi	1	4	0	5	$\chi^2 = 2.683$ p-value= 0.8474
		%	20.0%	80.0%	0.0%	100.0%	
	2 cursos	fi	0	4	0	4	
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
	3 cursos	fi	1	4	1	6	
		%	16.7%	66.7%	16.7%	100.0%	
	4 cursos	fi	1	4	1	6	
		%	16.7%	66.7%	16.7%	100.0%	
Total		fi	3	16	2	21	
		%	14.3%	76.2%	9.5%	100.0%	

Tabla 1. Factores asociados al nivel de conocimiento sobre balística forense en los peritos de la PNP. Fuente: Elaboración propia.

Variable: Identificación humana			Nivel de conocimiento			Total	Chi-cuadrado	
			Alto	Medio	Bajo			
Niveles	Excelente	fi	1	0	0	1	$\chi^2 =$	42.000
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%		
	Muy bueno	fi	2	0	0	2		
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%		
	Bueno	fi	0	3	0	3		
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
	Aprobado	fi	0	8	0	8		
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
	Desaprobado	fi	0	0	7	7		
		%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%		
Total		fi	3	11	7	21	$p\text{-value} =$	0.0000
		%	14.3%	52.4%	33.3%	100.0%		
Variable: Identificación balística Forense			Nivel de conocimiento			Total	Chi-cuadrado	
			Alto	Medio	Bajo			
Niveles	Excelente	fi	1	0	0	1	$\chi^2 =$	30.188
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%		
	Muy bueno	fi	2	0	0	2		
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%		
	Bueno	fi	0	4	0	4		
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
	Aprobado	fi	0	10	0	10		
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
	Desaprobado	fi	0	2	2	4		
		%	0.0%	50.0%	50.0%	100.0%		
Total		fi	3	16	2	21	$p\text{-value} =$	0.0000
		%	14.3%	76.2%	9.5%	100.0%		

Tabla 2. Nivel de conocimientos sobre balística forense e identificación humana forense en peritos de la PNP. Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

Fue posible identificar dentro de este estudio que el nivel de conocimiento en balística no está relacionado con la experiencia profesional en la PNP, género, grado (oficial o suboficial), tiempo de servicio y número de cursos tomados relacionados con Criminalística luego de ser capacitados con cursos sincrónicos en línea. Además, el nivel de conocimiento de balística e identificación humana puede ser insuficiente ya que una proposición razonable es que la mayoría de los expertos deberían tener un alto nivel de conocimiento. Sin embargo, con base en este estudio, un alto nivel de conocimiento fue atribuido a la proporción más baja de expertos.

La estrategia de enseñanza en Perú considera los cursos de especialización práctica presencial, no se ha incorporado sistemas sincrónicos en línea u otro diseño semipresencial o virtual; Tal vez, se podrían implementar actividades virtuales que faciliten y demuestren las habilidades deseadas.

Los antecedentes de investigación reportan casos de errores que se dado a lo largo del tiempo, por lo que es muy relevante tomar en consideración los temas de capacitación para lograr interiorizar los sesgos y lograr la cultura de calidad; en esa idea se ha logrado identificar mejoras en aspectos como una máxima prioridad a los sistemas de Inteligencia Artificial IA explicable (XAI) para disipar las preocupaciones sobre la interpretabilidad de los modelos de aprendizaje automático (ML); la integración del aprendizaje activo (aprendizaje invertido, gamificación) en entornos de aprendizaje virtual, la tecnología de realidad virtual y los juegos electrónicos en la enseñanza; una plataforma científica ideal para permitir una amplia difusión del conocimiento, promover el intercambio de pensamientos e ideas y fomentar el diálogo dentro de las disciplinas y a través de los límites disciplinarios; el análisis balístico (AA), como la comparación de marcas de herramientas, la reconstrucción de trayectorias y la identificación de armas de fuego, los algoritmos de aprendizaje automático han demostrado ser prometedores al superar las técnicas convencionales gracias a su capacidad para analizar grandes conjuntos de datos e identificar tendencias mínimas.

Cabe señalar que, al ser un estudio piloto, estos resultados son preliminares y sirven en este momento como insumos para continuar con la investigación e indagación de estrategias alternativas de educación y

capacitación a corto y largo plazo. Hay mucho por hacer entonces en la implementación de sistemas de enseñanza y adaptación de sistemas automatizados y de XIA.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Neyra-Rivera, C., Jauregui Montero, J., Torres Suárez, E. A., Quiroz Mejía, J. M., & Budowle, B. (2026). La formación online en la adquisición de conocimiento en balística e identificación humana forense. *Campus Virtuales*, 15(2), 163-172. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1777>

Referencias

- Bali, A. S., Edmond, G., Ballantyne, K. N., Kemp, R. I., Martire, K. A. (2020). Communicating forensic science opinion: An examination of expert reporting practices. *Science and Justice*, 60(3), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2019.12.005>
- Chatterjee, I. (2024). Machine Learning in Forensics: Revolutionizing Firearm Identification And Ballistics Analysis. *Nesu Journal of Forensic Justice*, 3(1), 1–12. <https://www.nist.gov>
- Cuellar, M., Gonzalez, C., & Dror, I. E. (2022). Human and machine similarity judgments in forensic firearm comparisons. *Forensic Science International: Synergy*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.fsism.2022.100283>
- Dinis-Oliveira, R. J., Madureira-Carvalho, Á., Fernandes, L., Caldas, I. M., & Azevedo, R. M. S. (2022). The Portuguese Association of Forensic Sciences Model for Forensic Expert Certification: An Urgent Need and Regulation Proposal. *Forensic Sciences*, 2(2), 417-422. <https://doi.org/10.3390/forensicsci2020031>
- Edmond, G., Thompson, M. B., Tangen, J. M. (2014). A guide to interpreting forensic testimony: scientific approaches to fingerprint evidence. *Law, Probability and Risk*, 13(1), pp. 1-25. <https://doi.org/10.1093/lpr/mgt011>
- Friedman, J., Brand, J. (2017). It is Now Up to the Courts: Forensic Science in Criminal Courts: Ensuring Scientific Validity of Feature-Comparison Methods. *Santa Clara Law Review*, 57(2), 367-384. <https://digitalcommons.law.scu.edu/lawreview/vol57/iss2/2>
- Grajeda, C., Berrios, J., Benzo, S., Ogunwobi, E., & Baggili, I. (2023). Expanding digital forensics education with artifact curation and scalable, accessible exercises via the Artifact Genome Project. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2023.301566>
- Grajeda, C., Sanchez, L., Baggili, I., Clark, D., & Breiting, F. (2018). Experience constructing the artifact genome project (agp): managing the domain's knowledge one artifact at a time. *Digital Investigation*, 26, S47-S58.
- Growns, B., Martire, K. A. (2020). Human factors in forensic science: The cognitive mechanisms that underlie forensic feature-comparison expertise. *Forensic Science International: Synergy*, 2, pp. 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.fsism.2020.05.001>
- INEI. (2021). Estadísticas de Criminalidad, Seguridad Ciudadana y Violencia. Abril-junio 2021. 2021. <https://www.gob.pe/es/i/2970352>
- Laaz, A., Del, M., Domínguez, C., Cristhian, C., Del, E., Almeida, R., Andrea, L., Ochoa, O., Ángel, M., Lascano, R., Josué, D., Moreno, S. A. F., Gavilán, J., & Ruiz-Tagle Fernández, E. (2025). Metodología PBL Aplicada a: Medicina Legal y Análisis Estadístico; Balística y; Audio y Video Forense. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/8191>
- Lu R, Zhao X, Li J, Niu P, Yang B, Wu H, et al. (2020). Genomic characterization and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *The Lancet*, 395(10224): 565-574.
- Martynenko N. (2024). Areas of modernization of the system of training and certification of forensic experts in Ukraine based on the adaptation of foreign experience. *Forensic sciences research*, 9(4), owa033. <https://doi.org/10.1093/fsr/owae033>
- Mattijssen, E. J. A. T., Witteman, C. L. M., Berger, C. E. H., Brand, N. W., & Stoel, R. D. (2020). Validity and reliability of forensic firearm examiners. *Forensic Science International*, 307, 110112. <https://doi.org/10.1016/J.FORSCIINT.2019.110112>
- Natareno, I. (2018) La comunicación semiológica en la escena del crimen y los peritos forenses en un asesinato. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, 29, pp. 5-12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6642430>
- Ramos Ruiz, C. A. (2019). Formación académica y capacitación fundamentales para el desempeño eficiente de los comisarios de la Policía Nacional del Perú en la gestión de las comisarias. El caso del Rímac en el año 2014. (Tesis de maestría). Lima (Perú): Pontificia Universidad Católica del Perú. (<http://hdl.handle.net/20.500.12404/8110>).
- Reglamento general de evaluación del aprendizaje de estudiantes de pregrado (Resolución Rectoral N° 007510-2021-R/UNMSM). Lima, Perú: Vicerrectorado Académico. <https://viceacademico.unmsm.edu.pe/wp-content/uploads/2022/03/Reglamento-General-de-evaluacion-de-Aprendizajes-de-Estudiantes-de-Pregrado.pdf>
- Risinger, D. M., Saks, M. J., Thompson, W. C., & Rosenthal, R. (2002). The Daubert/Kumho implications of observer effects in forensic science: Hidden problems of expectation and suggestion. *California Law Review*, 90(1), 1–56. <https://doi.org/10.2307/3481305>
- Saks, A. M., Koehler, J. (2005). The coming paradigm shift in forensic identification science. *Science*, 309, pp. 892–895. <https://doi.org/10.1126/science.1111565>

- Sosa Reyes, A. M. (2017). From the laboratory to the court: Teaching science to forensic science students. *Educación Química*, 28(4), pp. 238–245. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.09.001>
- Sosa-Reyes, A. M., Villavicencio-Queijeiro, A., Suzuri-Hernández, L. J. (2022). Interdisciplinary approaches to the teaching of forensic science in the Forensic Science Undergraduate Program of the National Autonomous University of Mexico, before and after COVID-19. *Science and Justice*, 62(6), pp. 676–690. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.08.006>
- Tejada, J., Navío, A. (2005). El desarrollo y la gestión de competencias profesionales: una mirada desde la formación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(2), pp. 1-16. <https://doi.org/10.35362/rie3722719>
- Tidy, H., Fournet, C. (2022). Special Issue: The future of teaching, training and learning in forensic and crime sciences. *Science & Justice*, 62(6), 667. <https://doi.org/10.1016/J.SCIJUS.2022.09.002>
- van Ruth, E.M., Smithuis, M.M.A. (2019). Sobre la experiencia en ciencias forenses. En: Patrick, P.L., Schmid, M.S., Zwaan, K. (eds) *Análisis lingüístico para la determinación del origen*. *Política Lingüística*, vol. 16. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-79003-9_14
- Vázquez, C. (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, pp. 1-196. DOI: 10.33115/udg_bib/qf.i3.22743
- Ward, T., Edmond, G., Martire, K. A., Wortley, N. (2017). Forensic science, reliability and scientific validity: Advice from America. *Criminal Law Review*, 5, pp. 357–378.

