



# MARE INGENII

## INGENIERÍAS

**Ingeniería en Salud y Seguridad para el Trabajo (SST)**

# Ciencia forense aplicada en el análisis e investigación de los accidentes de trabajo: revisión bibliométrica

## Bibliometric analysis of forensic science applied in the analysis and investigation of work accidents

Harold Zamir Taborda Osorio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magíster en Salud y Seguridad en el Trabajo de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá D.C. Docente Programa Ingeniería en Seguridad y Salud para el Trabajo, Fundación Universitaria San Mateo. Correo electrónico: haroldzamirtaborda@gmail.com

**Como citar:** Taborda Osorio, H. 2019. Ciencia forense aplicada en el análisis e investigación de los accidentes de trabajo: revisión bibliométrica. *Mare Ingenii. Ingenierías* 1(1). Disponible en <http://cipres.sanmateo.edu.co/index.php/mi>

**Recibido:** Junio 29 de 2019

**Aceptado:** Julio 16 de 2019

### RESUMEN

El objetivo del presente artículo es identificar los indicadores bibliométricos de las publicaciones científicas relacionadas con la importancia de la ciencia forense aplicada en la investigación de los accidentes de trabajo. Como metodología se emplea un estudio descriptivo exploratorio que cuantifique las variables de publicaciones científicas de revistas académicas ubicadas en bases de datos, en materia de ciencia forense y accidentes de trabajo. Las bases de datos consultadas fueron Medline, Pubmed y ScienceDirect. En los resultados se encuentra un total de 333 artículos, de los cuales 9 (2,7%) se relacionan con el tema de interés. Además, dichas producciones van a partir del año 2004. Por último, la ciencia forense y sus aplicaciones benefician el análisis de la causalidad de eventos fatales en los lugares de trabajo y promueve la aplicación de estrategias para evitar y minimizar este tipo de eventos.

**Palabras clave:** accidente de trabajo; ciencia forense; seguridad del trabajo.

### ABSTRACT

The main objective of the present paper is to identify the bibliometric indicators of scientific publications related to the importance of forensic science applied in work accidents investigation. An exploratory-descriptive study is used as a methodology. This quantify the variables of academic journals scientific publications located in databases on forensic science and work accidents. The databases consulted were Medline, Pubmed and ScienceDirect. It is find, in the results, a total of 333 articles and 9 (2.7%) were related to the topic of interest. Besides, those publications go since 2004. Finally, forensic science and its applications benefit the analysis of the causality of fatal events in the workplace and promotes the application of strategies to avoid and minimize this type of events.

**Keywords:** forensic science; work safety; work accident.

## INTRODUCCIÓN

La ciencia forense se define como la provisión de pruebas por medios científicos [1]. La ciencia forense es un término amplio que abarca un grupo creciente de subespecialidades en ciencia y medicina. Estas transmiten métodos fundamentales con la esperanza de que sean científicamente válidos y legalmente admisibles, para la presentación de pruebas ante los tribunales [2].

La ciencia forense, mejor conocida como medicina legal, tiene como objetivo proporcionar, a todos los actores envueltos en la investigación criminal, procedimientos y estrategias (sin juicios de valor) que permitan lograr respuestas certeras, investigación efectiva de un crimen y obtener pruebas para procesar o exonerar a los sospechosos. Además, incluye un amplio grupo de aplicaciones interdisciplinarias de las ciencias físicas y biológicas, así como varias tecnologías utilizadas en la justicia civil y criminal. Entre esas están las áreas de la psicología, patología, psiquiatría, toxicología, entomología, antropología, odontología y la química forense [3].

La ciencia forense, que busca responder preguntas pendientes relacionadas con actividades delictivas mediante el examen de pruebas de crímenes, se utiliza cada vez más a medida que los crímenes de la sociedad moderna se vuelven más inteligentes, complejos y diversos [4]. En el pasado la ciencia forense se había centrado en proporcionar evidencia corroborativa durante la fase de creación de caso de una investigación. Sin embargo, el pensamiento actual reconoce la importante contribución que puede hacer a las primeras etapas del proceso forense, no solo al presentar un caso a la corte, sino también al proporcionar inteligencia e influir en el proceso de asignación de tareas y coordinación [5].

En el proceso de reconstrucción de un crimen, generalmente, se comienza con un tutorial de la escena. Esta ronda preliminar se realiza para dar al investigador una idea aproximada de lo que sucedió, por qué sucedió y cómo sucedió [6], [7]. Es así como, por medio de la descripción, debe formular una hipótesis preliminar al comienzo de la investigación de la escena del crimen. La hipótesis debe basarse en información previa y en la identificación de evidencia potencial. El siguiente paso es la determinación de la evidencia: qué evidencia está presente en la escena y qué rastros físicos deben asegurarse. Finalmente, la evidencia está asegurada. Por ejemplo, se levantan las huellas dactilares y se toman muestras de sangre para analizar el ADN.

Tanto la investigación criminal como la investigación de accidentes poseen similitudes. La investigación de accidentes continúa hacia la recolección e interpretación de hechos o datos. Tiene en cuenta circunstancias o escenarios que permiten llegar a una conclusión aquello que aconteció con el fin de obtener las lecciones y recomendaciones sin que las consecuencias lleven a enjuiciar a las personas u organizaciones [8].

Los objetivos de las investigaciones de accidentes son similares a los de la investigación empírica, ambos buscan explicar la verdad observada: la investigación empírica en la teoría de la evidencia y la investigación de accidentes en determinar las causas de un accidente [9]. Ambos también confían en el uso de parámetros medibles y definidos que permitan esclarecer las conclusiones. Sin embargo, cada una tiene diferentes requisitos según los diferentes propósitos que sirven y cada uno usa diferentes métodos para cumplir dichos requisitos [9].

Por otro lado, es destacable la necesidad de aplicar las lecciones de las investigaciones de accidentes a la política pública para mejorar la seguridad pública. Lo anterior es una consideración que rara vez se aplica a la investigación empírica [10]. Asimismo el gobierno posee el papel directo en las investigaciones de accidentes de trabajo, lo que satisfaría la necesidad pública de conocer las respuestas a lo que sucedió y la necesidad de garantizar que se tomarán medidas para abordar las deficiencias que llevaron al accidente [10].

La importancia de la investigación de accidentes radica en varios propósitos: existe un propósito epistemológico, en el cual se establece lo que sucedió previamente e identifica formas que eviten futuros accidentes. También un propósito moral para rastrear las transgresiones que se cometieron y para fortalecer los límites morales y regulatorios. Por su parte el propósito existencial encuentra una explicación del sufrimiento ocurrido [11]. Los propósitos mencionados tienen poca relevancia para los investigadores lo que afecta el comportamiento de las investigaciones de los accidentes [11].

Ahora bien, la ingeniería forense desea reducir el riesgo y mejorar el desempeño del producto, seguridad y costo. La ingeniería forense se ocupa de la relación y la aplicación de hechos de ingeniería/científicos para reconstruir la secuencia de eventos que condujeron a pérdidas económicas y/o lesiones (consecuencias) asociadas con un producto diseñado para llegar a una conclusión de responsabilidad y remedios. Es una ciencia forense que determina el modo, el mecanismo, los peligros, la causalidad del fallo de algunos ingenieros producidos, generalmente, en un contexto legal [12].

Una investigación forense puede requerir el uso de muchas pruebas científicas y técnicas teóricas. También puede cruzar varios campos de estudio científico para reconstruir la secuencia de eventos y así conducir a los factores causales de un sistema, componente, falla de parte y recomendaciones con respecto a la prevención de recurrencia y/o prevención de pérdidas [12]. Sin embargo, en algunos casos, la reconstrucción es simple y la prevención de pérdidas es directa. El modo, el mecanismo, los peligros, la causalidad del fallo de algún producto de ingeniería, por lo general en un contexto legal [12].

El costo socioeconómico y humano de los accidentes ocupacionales e industriales para las organizaciones y las naciones a nivel mundial es alarmante. Cada año se registran más de 264 millones de accidentes industriales con más de 350.000 muertes [13]. La investigación de accidentes de trabajo es una técnica de seguridad destinada a descubrir las causas que llevaron al accidente en cuestión. Las investigaciones son, por lo tanto, un primer paso esencial en el diseño y la implementación de medidas preventivas adecuadas, con el objetivo de evitar que ocurran accidentes similares nuevamente [14].

La importancia de una buena investigación de los accidentes de trabajo está en poder extraer algún beneficio de prevención, lo que podría definirse como una falla de seguridad. Para esto es necesario obtener información que admita detectar riesgos existentes para ser controlarlos de una manera suficiente y adecuada [15]. Algunos autores han definido criterios básicos cuando se preparan los reportes de investigación de accidentes de trabajo [16]. Este autor definió el proceso de investigación de accidentes en tres fases: fase 1 (informe inicial), fase 2 (recopilación de datos e información) y fase 3 (análisis y corrección).

En Italia se han analizado las muertes ocurridas en un lugar de trabajo desde el punto de vista forense para proporcionar una reconstrucción completa del accidente laboral y así reducir los riesgos laborales, mejorar el sistema de seguridad y las estrategias de prevención [17]. En esta investigación se concluye que la reconstrucción de los accidentes permite descubrir las responsabilidades del trabajador o empleador. Encima permite a las autoridades mejorar los dispositivos y equipos de protección, aumentar las inspecciones y mejorar los sistemas de control para reducir la cantidad de accidentes. Además, un análisis profundo de los riesgos en el lugar de trabajo, una vigilancia

adecuada y la formación de los empleados de salud son esenciales para mejorar la seguridad y obtener una mejora global de las condiciones de trabajo [17].

Según estas consideraciones y la importancia de la ciencia forense, este estudio pretende identificar indicadores bibliométricos de las publicaciones científicas relacionadas con la importancia de la ciencia forense aplicada en la investigación de los accidentes de trabajo.

## METODOLOGÍA

Un estudio descriptivo exploratorio es realizado para cuantificar variables de publicaciones científicas de revistas académicas de ciencias de salud, ciencias de la seguridad y salud en el trabajo ubicadas en bases de datos en materia de ciencia forense y accidentes de trabajo. Las bases de datos consultadas fueron: MEDLINE, PubMed y Science-Direct.

Para realizar la búsqueda se tienen en cuenta descriptores o palabras claves como *injuries*, *forensic sciences*, *work injury* y *work accidents* con el operador booleano AND para construir las siguientes ecuaciones de búsqueda: *forensic sciences AND work accidents*. La investigación en las bases de datos se ejecutó durante los meses de enero y mayo de 2018.

Además, para este fin se tiene en cuenta un protocolo de búsqueda para analizar los contenidos de las publicaciones científicas consultadas con las siguientes variables:

**Tipo de revista.** Hace referencia al nombre de la revista indexada, o no, en la cual se encuentra publicada la investigación.

**Tipo de estudio.** El tipo de estudio hace referencia a la forma como fue abordado el. Entre ellos se encuentran los exploratorios, descriptivos, correlacional, explicativo, cualitativo, cuantitativo, cohorte, casos y controles.

**Organización que realizó la investigación.** Hace referencia al ente público, privado que usó los recursos para el desarrollo de la investigación, entre las cuales se encuentran, universidades, hospitales, asociación de profesionales, Organizaciones no gubernamentales (ONG), etc.

**País donde se realizó la investigación.** Se refiere al lugar geográfico donde se ha desarrollado la investigación.

**Tipo de publicación realizada.** Hace referencia al tipo de investigación desarrollada. Puede ser de los siguientes tipos: artículo original, carta al editor, artículo de revisión, revisión sistemática, otros.

**Idioma de la publicación.** Hace referencia a la característica del idioma original en el cual se ha escrito la investigación. Se distingue por el modo particular en una o varias naciones que lo tienen como aspecto común.

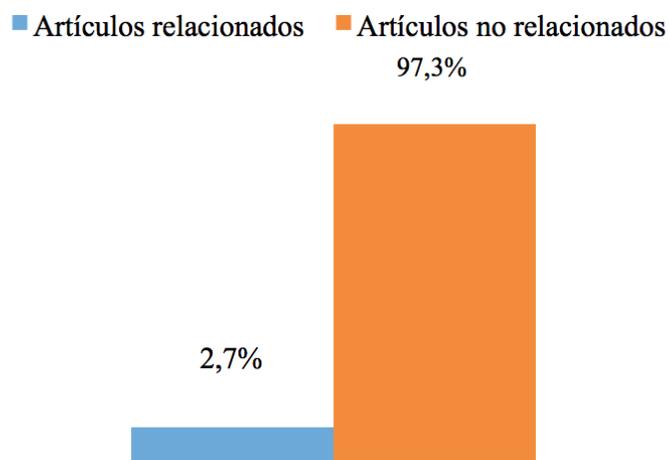
**Año de publicación de la investigación.** Año en la investigación es aceptada y divulgada en la revista de investigación.

## RESULTADOS

Según la búsqueda, en las tres (3) bases de datos se encontró un total de 333 artículos. De esos artículos nueve (9), el 2,7%, se relacionaron con el tema de interés, esto es, la aplicación de la ciencia forense en el análisis e investigación de accidentes de trabajo (Figura 1).

El número de artículos relacionados por cada base de datos consultados se puede observar en la Tabla 1. De acuerdo con la búsqueda el 66,6% de los artículos se hallaron en PubMed, el 22,2 en ScienceDirect y el 11,1% en MEDLINE.

**Figura 1.** Distribución porcentual de artículos relacionados y no relacionados con el interés de la investigación. Artículos relacionados Artículos no relacionados. Fuente: elaboración propia.



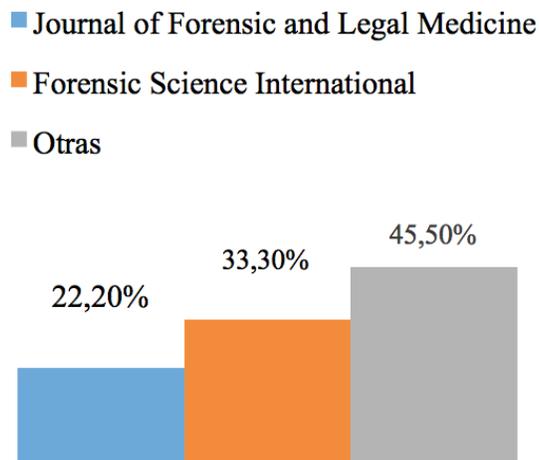
**Tabla 1.** Distribución porcentual de artículos según base de datos consultada. Fuente: elaboración propia.

Base de datos	Artículos por base de datos	Frecuencia relativa (%)
Medline	1	11,1%
Pubmed	6	66,6%
ScienceDirect	2	22,2%
Total de artículos	9	100%

La revista *Forensic Science International* con el 33,3% de los resultados de la búsqueda se destaca como la publicación con más investigaciones relacionadas con el tema de interés. En seis (6) revistas se hallaron los nueve (9) artículos relacionados con ciencia forense y accidentes de trabajo. Ver Figura 2.

Estudios descriptivos retrospectivos (44,4%) se destacan en la literatura internacional relacionada con el tema de interés. La revisión de la literatura (22,2%) es el segundo tipo estudio desarrollado. Ver Tabla 2.

**Figura 2.** Distribución porcentual de revistas relacionadas con la temática de interés. Fuente: elaboración propia, 2018.



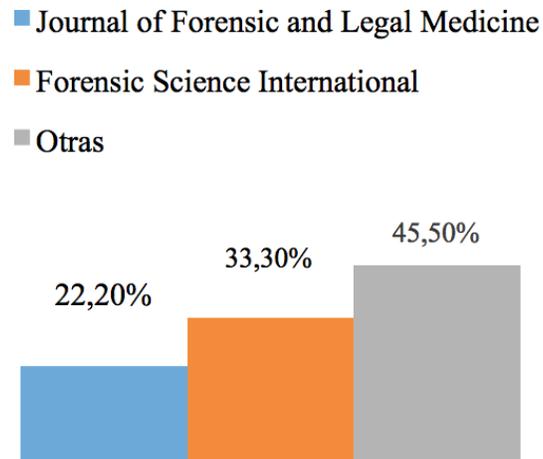
**Tabla 2.** Distribución porcentual de artículos según tipo de estudio. Fuente: elaboración propia, 2018.

Tipo de estudio	Número de publicaciones	Frecuencia relativa (%)
Estudio Descriptivo retrospectivo	4	44,4%
Estudios de revisión de la literatura	2	22,2%
Otros	3	33,3%
Total de artículos	9	100%

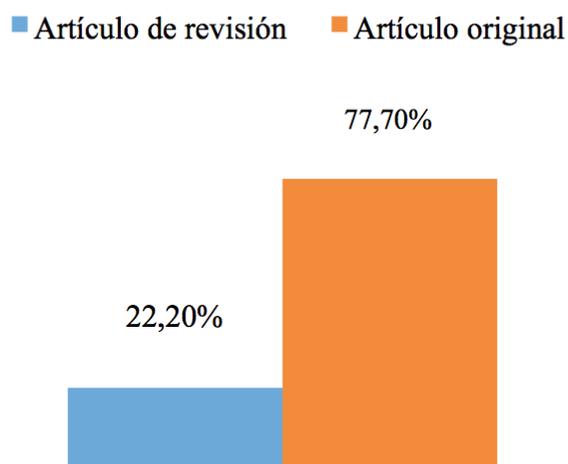
En la Figura 3 se muestra el tipo de organización que realiza la investigación. Las universidades se destacan con el 88,8% de los estudios desarrollados en torno a la ciencia forense y accidentes de trabajo.

Con relación al tipo de publicación, 7 (77,7%) artículos son originales y 2 (22,2%) son artículos de revisión (Ver Figura 4).

**Figura 3.** Distribución porcentual de organizaciones que realizan la investigación. Fuente: elaboración propia, 2018.



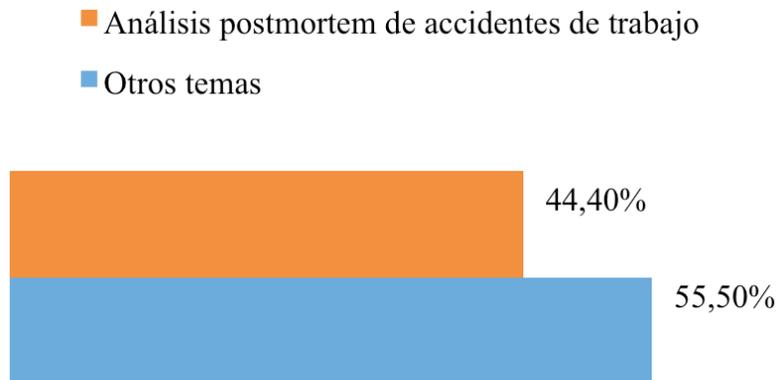
**Figura 4.** Distribución porcentual del tipo de publicación abordada. Fuente: elaboración propia, 2018.



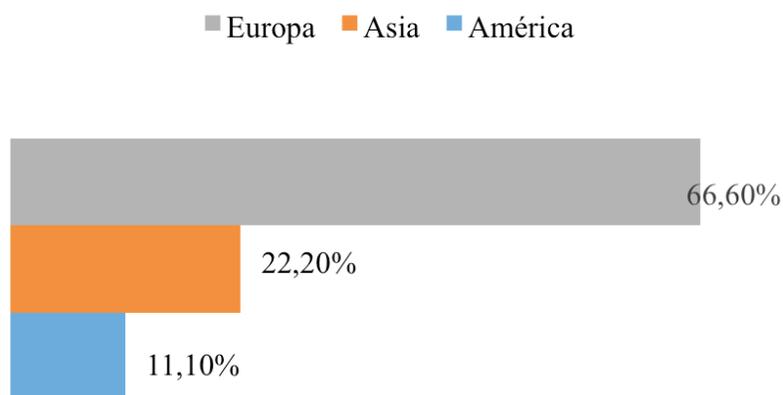
En la figura 5 se detalla el eje temático más desarrollado en las investigaciones. Análisis postmortem de accidentes de trabajo con 4 (44,4%) estudios se destaca como el eje temático más abordado.

Las investigaciones provienen de 9 países diferentes, 6 (66,6%) de Europa, 2 (22,2%) de Asia y 1 (11,1%) de América (Ver Figura 6).

**Figura 5.** Distribución porcentual del eje temático abordado en las investigaciones. Fuente: elaboración propia, 2018.



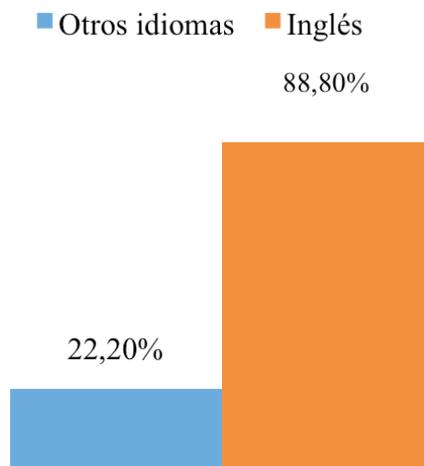
**Figura 6.** Distribución porcentual de países por continente que realizan la investigación. Fuente: elaboración propia, 2018.



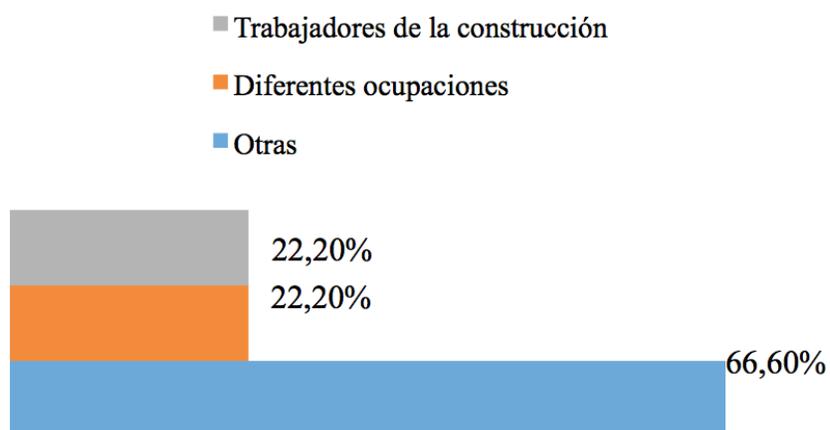
En el idioma inglés se publica el 88,8% de los artículos encontrados en la búsqueda. Ver figura 7. En la Figura 8 se muestra el tipo de población investigada. De acuerdo con los resultados, los

trabajadores de la construcción se destacan con el 22,2% como la población con más investigaciones aplicadas.

**Figura 7.** Distribución porcentual del idioma de publicación. Fuente: elaboración propia, 2018.



**Figura 8.** Distribución porcentual según población trabajadora investigada. Fuente: elaboración propia, 2018.



Desde el año 2004 se han comenzado a desarrollar investigaciones teniendo en cuenta el tema de interés. En el año 2018 se registra el mayor número de investigaciones (22,2%). Ver Figura 9.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el presente análisis bibliométrico se ha procurado identificar indicadores bibliométricos de las publicaciones científicas relacionadas con la importancia de la ciencia forense aplicada en la investigación de los accidentes de trabajo. Esta temática ha reflejado ser de interés muy reciente. Además, evidencia que la seguridad en el trabajo necesita revisar más sus aportes para profundizar en lo técnico y en lo científico para su aplicación en el análisis e investigación de accidentes de trabajo.

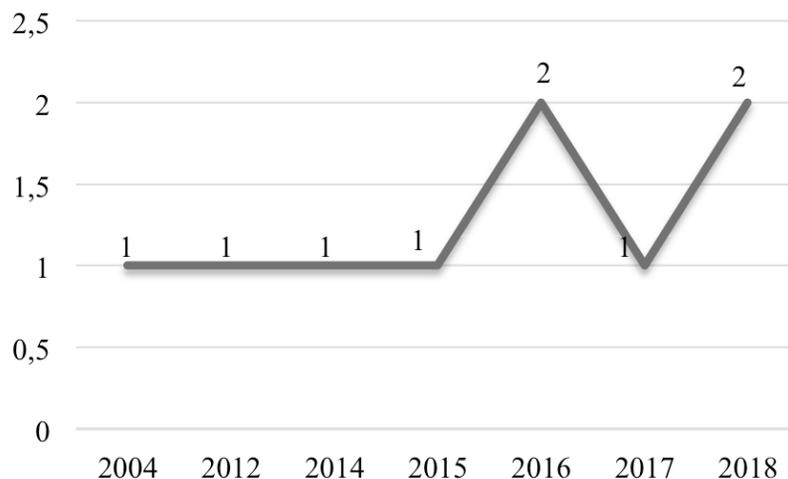
La especialidad en el tema se refleja en los estudios desarrollados en la revista *Forensic Science International*, publicación propia en torno a la ciencia forense [18], [19], [20]. Los estudios encontrados muestran la aplicación de técnicas de la ciencia forense en el análisis e investigación de accidentes de trabajo después de sucedido un evento fatal, en especial la muerte en los lugares de trabajo [17], [18], [19], [20], [21], [22].

Con el fin de evitar posibles eventos futuros en los lugares de trabajo, la ciencia forense aplicada en el análisis e investigación de los accidentes de trabajos se ha especializado en el desarrollo de estudios descriptivos retrospectivos que procuran dar respuesta a fatalidades y eventos mortales generados por diversas causas [18], [20], [17], [21], [22]. Por otro lado, los resultados evidenciaron que las universidades son las organizaciones que producen más conocimiento en el tema de interés. Solo un centro de investigación en Holanda muestra una investigación [19].

Los estudios realizados en Europa han tenido el interés en el análisis de casos de accidentes de trabajo que permitan establecer criterios uniformes para emitir certificación médica relacionada [23]. Además, en Italia y en Turquía se han aplicado técnicas de ciencia forense con miras a analizar los accidentes de trabajo post mortem [17-22].

Los trabajadores del sector de la construcción son la población que presenta más eventos fatales. Investigaciones en el mundo han revelado especial interés desde la aplicación de la ciencia forense en el análisis e investigación de los accidentes de trabajo [21], [24].

**Figura 9.** Distribución de investigaciones realizadas por año. Fuente: elaboración propia, 2018.



## CONCLUSIONES

Estudios descriptivos retrospectivos toman como análisis los eventos ocurridos en los lugares de trabajo. Sin embargo, es necesario conocer más acerca de las aplicaciones de la ciencia forense para actuar con estrategias preventivas que minimicen la ocurrencia de accidentes de trabajo fatales.

Los trabajadores del sector de la construcción se convierten en una población de estudio que debe interesar a los profesionales en seguridad y salud en el trabajo con el propósito de crear acciones contundentes que promuevan la vida en los lugares de trabajo. Se necesita indagar más sobre ciencia forense aplicada en el análisis e investigación de accidentes de trabajo, lo cual muestra una gran oportunidad para los profesionales en seguridad y salud en el trabajo que realizan funciones de gestión del riesgo.

Por último, la ciencia forense y sus aplicaciones benefician el análisis de la causalidad de eventos fatales en los lugares de trabajo y promueve la aplicación de estrategias para evitar y minimizar este tipo de eventos pero es necesario comenzar a conocer sobre ciencia forense lo cual permitirá profundizar más sobre técnicas y metodologías de prevención que produzcan mayores efectos preventivos en los lugares de trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial a la profesora Katherine Montaña Oviedo, coordinadora de investigación del programa de ingeniería en seguridad y salud para el trabajo de la Fundación Universitaria San Mateo, por sus aportes y observaciones durante la construcción del presente artículo.

## LISTA DE REFERENCIAS

[1] T.A. Kubic y J. Buscaglia, "The Police of Japan. National Police Agency, Tokyo", en C.G.G. Aitken. International Affairs Division, National Police Agency, 1995, pp. 1-9

- [2] C. Wecht, "The history of legal medicine", *J. American Academy Psychiatry and the Law*, vol. 33, n. 2, pp. 245-251, sept 2005.
- [3] S. Bell, *Forensic Chemistry*, 2.nd ed., New Jersey: Pearson-Prentice Hall, 2006.
- [4] Y.S. Yoo, O.H. Cho, K.S. Cha, et al., "Factors Influencing Post-traumatic Stress in Korean Forensic Science Investigators", *J Asian Nurs Research*, vol. 7, n. 3, pp. 136-141, 2013.
- [5] J. Mennell y I. Shaw. "The Future of Forensic and Crime Scene Science Part I. A UK forensic science user and provider perspective". *J. Forensic Sci Int.*, vol 157, n. 14, pp. 7-12, 2013.
- [6] K. Inman y N. Rudin, *Principles and Practice of Criminalistics: The Profession of Forensic Science*, 1.st, Florida: CRC Press, 2000.
- [7] K. Inman, N. Rudin, "The origin of evidence", *J. Forensic Sci Int*, vol. 126, n. 1, pp. 11-16, 2002.
- [8] G. Edelman y J. "Bijhold, Tracking people and cars using 3D modeling and CCTV", *J. Forensic Sci Int*, vol. 202, n. 1-3, pp. 26-35, 2012.
- [9] B. Strauch, "Can we examine safety culture in accident investigations, or should we?", *J. Safety Science*, vol. 77, pp. 102-111, 2015.
- [10] J. Le Coze, "What have we learned about learning from accidents? postdisasters reflections", *J. Safety Science*, vol. 51, n. 1, pp. 441-453, 2013.
- [11] S.W. Dekker. "The psychology of accident investigation: epidemiological preventive, moral and existential meaning-making", *Theory Issues of Ergonomy Science*, vol. 16, pp. 202-213, 2015.
- [12] S. Brown, "Forensic engineering: Reduction of risk and improving technology (for all things great and small)", *J. Eng Failure Anal*, vol. 14, n. 6, pp. 1019-1037, 2007.
- [13] P. Hamalainen. "The effect of globalization on occupational accidents", *J. Safety Science*, vol. 6, pp. 733-742, 2009.
- [14] C. Johnson y, C.M. Holloway, "A survey of logic formalisms to support mishapanalysis", *J. Rel Eng Sys Saf*, vol. 80, n. 3, pp. 271-291, 2003.
- [15] A. Fraile, F. López, A. Muñoz, et al., "Proyecto INVAC: Una contribución a la modernización de la investigación de accidentes de trabajo", *Sal Trab*, vol. 99, pp. 29-44, 1993.
- [16] A. Goldberg, "Taming the cost of accidents while improving safety", *J. Occup Health Saf*, vol. 66, n. 10, pp. 66-70, 1997.

- [17] S. Perotti y M.C. Russo, "Work-related fatal injuries in Brescia County (Northern Italy), 1982 to 2015: A forensic analysis", *J Forensic Leg Med*, vol. 58, pp. 122-125, 2018.
- [18] S.M. Antunes, C. Cordeiro y H.M. Teixeira, "Analysis of fatal accidents with tractors in the Centre of Portugal: Ten years analysis", *J. Forensic Sci Int*, vol. 287, pp. 74-80, 2018.
- [19] E. Verolme y A. Mieremet, "Application of forensic image analysis in accident investigations", *J. Forensic Sci Int.*, vol. 278, pp. 137-147, 2017.
- [20] M.P. Ramnefjell, I. Morild, S.J. Mørk, et al., "Fatal diving accidents in Western Norway 1983-2007", *J. Forensic Sci Int.*, vol. 223, n. 1-3, pp. 22-26, 2012.
- [21] F. Khodabandeh, E. Kabir-Mokamelkhah y M. Kahani, "Factors associated with the severity of fatal accidents in construction workers", *Medical J Islam Repub Iran*, vol 30, n. 469, pp. 1-7, 2016.
- [22] E. Ozer, R. Yilmaz, D. Evcuman, et al., "Autopsy evaluation of coal mining deaths in the city of Zonguldak, Turkey", *J. Med Sci Monit*, vol. 18, n. 20, pp. 438-443, 2014.
- [23] J.T. Marcinkowski, "Some comments on the need to set uniform criteria for certifying accidents at work and to improve skills of physicians responsible for certification", *J. Med Pracy*, vol. 55, n. 4, pp. 353-356, 2004.
- [24] E.M. AL-Abdallat, A.M. Oqailan, R. Al Ali, et al., "Occupational fatalities in Jordan", *J. Forensic Sci Int*, vol. 29, pp. 25-29, 2015.